

Podręcznik FlightGear

Michael Basler, Martin Spott,
Stuart Buchanan, Jon Berndt, Bernhard Buckel, Cameron Moore,
Curt Olson, Dave Perry, Michael Selig, Darrell Walisser,
i inni



Podręcznik FlightGear
30 lipca 2021
Dla FlightGear w wersji 2020.3.11
Redaktor: Scott Giese

Zdjęcie na okładce:

Cessna 172P zaparkowana w Dolinie Aosty [LIMV] we Włoszech, autor: Gilberto Agostinho, General Public License

Cessna 172 Skyhawk to czteromiejscowy, jednosilnikowy górnopłat. Po raz pierwszy oblatany w 1955 roku i jest nadal produkowany, zbudowano więcej samolotów Cessna 172 niż jakikolwiek inny samolot.

Współtwórcy Cessny 172P:

David Megginson (autor oryginału),

Gilberto Agostinho (gsagostinho), Wayne Bragg (wbragg), Juan Vera del Campo (Juanvvc),

Daniel Dubreuil (Dany93), Jonathan Redpath (legoboyvdlp), Jonathan Schellhase (dg-505),

Tuomas Kuosmanen (tigert), Anders Gidenstam (AndersG), Waldo Kitty (wkitty42),

Jarl Arntzen (jarlarntzen), algefaen, Horacio, D-ECHO, onox, thevirtualfer

Nowości w tym wydaniu:

Rozdział 4, Instrukcje dotyczące Launchera, współtwórca Stuart Buchanan

Rozdział 8, Nowe zrzuty ekranu, współtwórca Jonathan Redpath

Rozdział 8, Koordynator zakrętów, współtwórca Scott Giese

Spis treści

1	Przedmowa	9
1.1	Skondensowane czytanie	10
1.2	Instrukcje dla naprawdę niecierpliwych	10
1.3	Dalsza lektura	11
I	Instalacja	13
2	Chcesz latać swobodnie? Wybierz <i>FlightGear</i>!	15
2.1	Jeszcze jeden symulator lotu?	15
2.2	Wymagania systemowe	17
2.3	Wybór wersji	19
2.4	Modele dynamiki lotu	19
2.5	O tym przewodniku	20
3	Przed lotem: instalacja <i>FlightGear</i>	21
3.1	Instalacja scenarii	21
3.1.1	Pobieranie scenarii w czasie lotu (<i>TerraSync</i>)	21
3.1.2	Ręczna instalacja scenarii	22
3.1.3	Tworzenie własnej scenarii	24
3.2	Instalacja samolotu	24
3.3	Instalacja dokumentacji	24
II	Latanie z <i>FlightGear</i>	25
4	Start: Jak uruchomić program	27
4.1	Uruchamianie symulatora	27
4.2	Uruchamianie z wiersza poleceń	30
4.2.1	FG_ROOT	30
4.2.2	FG_SCENERY	30
4.2.3	Uruchamianie symulatora w systemie Windows	30
4.2.4	Uruchamianie symulatora w systemie Unix/Linux	31
4.2.5	Uruchamianie symulatora w systemie Mac OS X	32

4.3	Parametry wiersza poleceń	32
4.3.1	Opcje ogólne	32
4.3.2	Funkcjonalności	34
4.3.3	Dźwięk	35
4.3.4	Samolot	35
4.3.5	Model lotu	36
4.3.6	Początkowa pozycja i orientacja	36
4.3.7	Opcje środowiska	38
4.3.8	Opcje renderowania	39
4.3.9	Opcje wyświetlacza przeziernego (HUD)	42
4.3.10	Opcje systemów samolotu	42
4.3.11	Opcje czasu	43
4.3.12	Opcje sieciowe	43
4.3.13	Opcje trasy/punktów na trasie	44
4.3.14	Opcje I/O	45
4.3.15	Opcje debugowania	46
4.4	Obsługa joysticka	47
5	Podczas lotu: wszystko o instrumentach, klawiaturze i menu	49
5.1	Uruchomienie silnika	49
5.1.1	Samoloty tłokowe	49
5.1.2	Samoloty turbośmigłowe	50
5.1.3	Samoloty odrzutowe	50
5.2	Sterowanie klawiaturą	50
5.2.1	Sterowanie samolotem	50
5.2.2	Sterowanie symulatorem	51
5.2.3	Sterowanie autopilotem	52
5.3	Sterowanie myszką	53
5.3.1	Tryb normalny	53
5.3.2	Tryb sterowania samolotem	54
5.3.3	Tryb rozglądania się	54
5.4	Pozycje w menu głównym	54
5.5	Tablica przyrządów	60
5.6	Wyświetlacz przezierny (<i>Head-Up Display, HUD</i>)	61
6	Funkcjonalności	63
6.1	Tryb wieloosobowy	63
6.1.1	Szybki start	63
6.1.2	Inne metody	63
6.1.3	Rozwiązywanie problemów	64
6.2	Lotniskowce	65
6.2.1	Uruchamianie na lotniskowcu	65
6.2.2	Wystrzelenie się z katapulty	66
6.2.3	Znalezienie lotniskowca – TACAN	66

6.2.4	Lądowanie na lotniskowcu	67
6.3	Atlas	67
6.4	Wiele ekranów	67
6.5	Wiele komputerów	68
6.5.1	Podstawowa koncepcja	68
6.5.2	Konfiguracja podstawowa	68
6.5.3	Konfiguracja zaawansowana	69
6.6	Nagrywanie i odtwarzanie	69
6.7	Przetwarzanie tekstu na mowę z Festival	70
6.7.1	Instalacja systemu Festival	70
6.7.2	Uruchamianie FlightGear ze wsparciem głosowym	71
6.7.3	Rozwiązywanie problemów	71
6.7.4	Instalowanie dodatkowych głosów	72
6.8	Tankowanie w powietrzu	73
6.8.1	Procedura	73
6.8.2	Tankowanie w trybie wieloosobowym	74
III Poradniki		75
7	Samuczki	77
7.1	Samuczki w trakcie lotu	77
7.1.1	Samuczki dla Cessny 172P	77
7.2	Poradniki FlightGear	78
7.3	Inne poradniki	78
8	Podstawowy poradnik symulatora lotu	81
8.1	Przedmowa	81
8.2	Uruchamianie	82
8.2.1	Za pomocą <i>Launchera</i>	83
8.3	Pierwsze wyzwanie – lot na wprost	85
8.4	Podstawy zakręcania	93
8.5	Kołowanie	95
8.5.1	Prędkość powietrzna	97
8.6	Zaawansowane zakręty	99
8.7	Trochę o „wihajsterologii”	101
8.7.1	Sterowanie silnikiem	101
8.7.2	Skrzydła i prędkość	105
8.7.3	Klapy	107
8.7.4	Przecignięcie	108
8.7.5	Trymer	109
8.7.6	W jakim kierunku lecę?	110
8.7.7	Rozejrzenie się po panelu	111
8.8	Lećmy	114

8.8.1	Realistyczny start	114
8.8.2	Lądowanie	115
8.8.3	Wyłączenie silnika	118
8.8.4	Przerwanie lądowania	118
8.9	Radzenie sobie z wiatrem	119
8.9.1	Start z bocznym wiatrem	120
8.9.2	Lądowanie z bocznym wiatrem	122
8.9.3	Kołowanie na wietrze	122
8.10	Autopilot	123
8.11	Co dalej?	124
8.12	Podziękowania	124
8.13	Latanie innymi samolotami	125
8.13.1	Jak lądować Cherokee Warrior II?	125
8.13.2	Jak startować i lądować Piper J3 Cub	126
8.13.3	Jak startować i lądować odrzutowcem	127
8.13.4	Jak startować i lądować P-51D Mustang	132
8.13.5	Jak startować i lądować B-52 Stratofortress	133
9	Poradnik lotów przelajowych	135
9.1	Wprowadzenie	135
9.1.1	Zastrzeżenia i podziękowania	136
9.2	Planowanie lotu	136
9.3	Zaczynamy	138
9.4	Przed lotem	139
9.4.1	ATIS	139
9.4.2	Radio	139
9.4.3	Wysokościomierz i wskaźnik kursu	143
9.4.4	Start	144
9.5	Przelot	144
9.5.1	Autopilot	145
9.5.2	Nawigacja	145
9.5.3	Mieszanka	146
9.6	Zniżamy	148
9.6.1	Kontrola ruchu lotniczego	148
9.6.2	Krąg nadlotniskowy	149
9.6.3	Podejście do lądowania	150
9.6.4	VASI	152
9.6.5	Odejście na drugi krąg	152
9.6.6	Zwolnienie pasa startowego	153
10	Poradnik lotów przelajowych IFR	155
10.1	Introduction	155
10.1.1	Disclaimers	155
10.2	Before Takeoff	156

10.2.1	Flight Planning	157
10.2.2	VHF Omnidirectional Range	157
10.2.3	How High Are We Really?	160
10.3	Takeoff	160
10.4	In the Air	161
10.4.1	George I	161
10.4.2	MISON Impossible	162
10.4.3	George II	164
10.4.4	Staying the Course	164
10.4.5	Yet More Cross-Checks	165
10.5	Getting Down	166
10.5.1	Instrument Approach Procedures	166
10.5.2	Non-directional Beacons	168
10.5.3	Procedure Turn	170
10.5.4	Chasing the Needle	171
10.5.5	FOOTO Time	172
10.5.6	George III	172
10.5.7	ILS Landings	173
10.5.8	Intercepting the Localizer	174
10.5.9	Intercepting the Glide Slope	174
10.5.10	Touchdown, Almost	175
10.5.11	A Confession	175
10.5.12	Touchdown, Not	176
10.5.13	Touchdown	177
10.6	Epilogue	177
11	Poradnik o helikopterach	181
11.1	Preface	181
11.2	Getting started	182
11.3	Lift-Off	183
11.4	In the air	183
11.5	Back to Earth I	184
11.6	Back to Earth II	184
IV	Załączniki	187
A	Nieudane podejście: jeśli coś nie działa	189
A.1	FlightGear Problem Reports	189
A.2	General problems	190
A.3	Potential problems under Linux	191
A.4	Potential problems under Windows	192

B	Lądowanie: Dalsze przemyślenia przed opuszczeniem samolotu	193
B.1	A Sketch on the History of <i>FlightGear</i>	193
B.1.1	Scenery	194
B.1.2	Aircraft	195
B.1.3	Environment	196
B.1.4	User Interface	196
B.2	Those, who did the work	197
B.3	What remains to be done	205
C	Indeks główny	207
D	Indeks opcji wiersza poleceń	213

Rozdział 1

Przedmowa

FlightGear to otwarty źródłowy symulator lotu, opracowany wspólnie dzięki Internetowi, przez entuzjastów symulacji lotu i programowania. „Podręcznik *FlightGear*” ma na celu dać początkującym przewodnik jak uruchomić *FlightGear* oraz o tym, jak wzbić się w powietrze. Jego celem nie jest dostarczenie pełnej dokumentacji wszystkich funkcji i dodatków *FlightGear*, ale zamiast tego ma na celu umożliwienie nowemu użytkownikowi jak najlepsze rozpoczęcia odkrywania tego, co *FlightGear* ma do zaoferowania.

Ten dokument została napisana dla *FlightGear* w wersji 2020.3.11. Ten dokument nadal może być przydatny dla użytkowników wcześniejszych wersji *FlightGear*, z tym że niektóre z opisanych tu funkcji mogą nie być obecne.

Ten przewodnik jest podzielony na trzy części i ma następującą strukturę:

Część I: Instalacja

Rozdział 2, [Chcesz latać swobodnie? Wybierz *FlightGear*!](#), wprowadza we *FlightGear* i jego filozofię, oraz opisuje wymagania systemowe.

Rozdział 3, [Przed lotem: instalacja *FlightGear*](#). Tutaj znajdziesz instrukcje instalacji programu oraz dodatkowych scenarii i samolotów.

Część II: Latanie z *FlightGear*

Chapter 4, [Start: Jak uruchomić program](#). Ten rozdział zawiera instrukcje korzystania ze zintegrowanego *Launchera* (programu uruchamiającego), a także przegląd wielu dostępnych opcji wiersza poleceń. Uwzględniono również użycie plików konfiguracyjnych.

Rozdział 5, [Podczas lotu: wszystko o instrumentach, klawiaturze i menu](#) opisuje jak obsługiwać program, tj. jak latać we *FlightGear*. Obejmuje on (miejmy nadzieję) pełną listę wstępnie zdefiniowanych poleceń klawiaturowych, przegląd pozycji menu, szczegółowe opisy na tablicy wskaźników i HUD (wyświetlacz przezierny, z ang. *Head-Up Display*), a także wskazówki dotyczące korzystania z funkcji myszy.

Rozdział 6, [Funkcjonalności](#), opisuje niektóre ze specjalnych funkcji, które oferuje *FlightGear* zaawansowanemu użytkownikowi.

Część III: Poradniki

Rozdział 7, [Samouczki](#), zawiera informacje o wielu samouczkach dostępnych dla nowych pilotów.

Rozdział 8, [Podstawowy poradnik symulatora lotu](#), zawiera poradnik o podstawach latania, zilustrowany wieloma przykładami wyglądu instrumentów, pokręteł i innych gadżetów we *FlightGear*.

Rozdział 9, [Poradnik lotów przełajowych](#), opisuje prosty lot przełajowy w rejonie San Francisco, który można przeprowadzić z instalacją inną niż domyślna.

Rozdział 10, [Poradnik lotów przełajowych IFR](#), opisuje podobny lot przełajowy z wykorzystaniem przyrządów, aby z powodzeniem latać w chmurach zgodnie z przepisami dotyczącymi lotów według wskazań przyrządów (z ang. *IFR – Instrument Flight Rules*).

Załączniki

W Załączniku A, [Nieudane podejście: jeśli coś nie działa](#), staramy się pomóc Ci rozwiązać niektóre typowe problemy, które możesz napotkać podczas korzystania z *FlightGear*.

W Załączniku B, [Lądowanie: Dalsze przemyślenia przed opuszczeniem samolotu](#), chcielibyśmy wyróżnić i docenić wielu współtwórców *FlightGear*, którzy zasłużyli na nasze uznanie za ich wkład w ten niesamowity symulator lotu. Naszkicujemy również przegląd rozwoju *FlightGear* i wskażemy, co pozostaje do zrobienia.

1.1 Skondensowane czytanie

Tym, którzy nie chcą czytać tego dokumentu od deski do deski, proponujemy przeczytanie poniższych rozdziałów, aby szybko wzbić się w powietrze:

Instalacja:	Przed lotem: instalacja <i>FlightGear</i>
Uruchomienie symulatora:	Start: Jak uruchomić program
Korzystanie z symulatora:	Podczas lotu: wszystko o instrumentach, klawiaturze i menu

1.2 Instrukcje dla naprawdę niecierpliwych

Wiemy, że większość ludzi nie lubi czytać podręczników. Jeśli jesteś pewien, że sterowniki Twojej karty graficznej obsługują OpenGL (sprawdź w dokumentacji; na przykład karty graficzne NVIDIA zazwyczaj obsługują) i używasz Windows, Mac OS-X lub Linux, prawdopodobnie możesz pominąć przynajmniej Część I tego podręcznika i możesz przejść do uruchomienia skompilowanych plików binarnych. Pliki binarne, a także instrukcje jak je zainstalować, można znaleźć pod adresem:

<https://www.flightgear.org/download/>.

Jeśli używasz Linuxa, może się okazać, że *FlightGear* jest dołączony do Twojej dystrybucji. Po pobraniu i zainstalowaniu plików binarnych przejdź do Rozdziału 4, aby uzyskać szczegółowe informacje na temat uruchomienia symulatora.

1.3 Dalsza lektura

Chociaż ten przewodnik wprowadzający powinien być wystarczający, zdecydowanie zalecamy zapoznanie się z następującą dokumentacją, zwłaszcza w przypadku problemów:

- Poręczna **ulotka** dotycząca obsługi, którą można znaleźć w katalogu instalacyjnym `FlightGear/Docs/FGShortRef.pdf`.
- Dodatkowa **dokumentacja użytkownika** dotycząca poszczególnych cech i funkcji, dostępna w katalogu instalacyjnym `FlightGear/Docs/`.
- Oficjalne **wiki** *FlightGear* dostępne pod adresem <https://wiki.flightgear.org>.
- Oficjalne **forum** *FlightGear* dostępne pod adresem <https://forum.flightgear.org>.

Część I
Instalacja

Rozdział 2

Chcesz latać swobodnie? Wybierz *FlightGear*!

2.1 Jeszcze jeden symulator lotu?

Czy kiedykolwiek chciałeś sam latać samolotem, ale brakowało Ci pieniędzy lub możliwości, aby to zrobić? Jesteś certyfikowanym pilotem i chcesz podnieść swoje umiejętności bez ponoszenia wysokich kosztów związanych z lotnictwem? Chcesz wypróbować niebezpieczne manewry bez stresu i nieodłącznego ryzyka? A może po prostu szukasz zabawy z poważniejszą grą bez przemocy? Jeśli którekolwiek z tych pytań dotyczy Ciebie, symulatory lotu są właśnie dla Ciebie.

Być może masz już pewne doświadczenie w korzystaniu z Microsoft © Flight Simulator lub innego z dostępnych na rynku symulatorów lotu, przeznaczonych dla użytkowników domowych. Ponieważ ich cena zwykle zawiera się w okolicach 200 zł, zakup jednego z nich nie powinien stanowić poważnego problemu, biorąc pod uwagę, że uruchomienie każdego symulatora lotu z górnej półki, wymaga sprzętu komputerowego w okolicach 6000 zł.

Przy tak wielu dostępnych na rynku symulatorach lotu, dlaczego mielibyśmy spędzać tysiące godzin projektując i programując darmowy symulator lotu? Cóż, jest wiele powodów, oto główne z nich:

- Wszystkie komercyjne symulatory mają poważną wadę: są tworzone przez niewielką grupę programistów, którzy definiują funkcje zgodnie z tym, co jest ważne dla ich celów i zapewniają ograniczone interfejsy dla użytkowników końcowych. Każdy, kto kiedykolwiek próbował skontaktować się z deweloperem komercyjnym, zgodziłby się, że usłyszenie swojego głosu w takim środowisku jest dużym wyzwaniem. W przeciwieństwie do tego, *FlightGear* jest projektowany przez ludzi i dla ludzi, którzy otrzymują wszystko w formie otwartej.
- Komercyjne symulatory są zwykle kompromisem pod względem możliwości i użyteczności. Większość deweloperów komercyjnych chce mieć możliwość dotarcia do szerokiego grona odbiorców, w tym poważnych pilotów, początkujących, a nawet zwykłych graczy.

W rzeczywistości wynikiem jest zawsze kompromis, ze względu na terminy i finansowanie. Ponieważ *FlightGear* jest darmowy i otwarty, taki kompromis jest niepotrzebny. Nad nami nie stoi żaden wydawca, a wszyscy jesteśmy wolontariuszami, którzy sami dotrzymują terminów. Mamy również swobodę wspierania obszarów, których żaden komercyjny deweloper nie uznałby za opłacalny, jak społeczność naukowo-badawcza.

- Ze względu na zamknięty kod źródłowy, dostęp do kodu i innych zasobów związanych z komercyjnymi symulatorami jest ściśle chroniony. Ogranicza to udział zewnętrznych deweloperów, którzy mogą mieć doskonałe pomysły i umiejętności, którzy mogliby przyczynić się do rozwoju i kierowania tymi produktami. Dzięki *FlightGear* uczestnicy na wszystkich poziomach umiejętności, mogą mieć ogromny wpływ na projekt. Udział w projekcie tak dużym i złożonym jak *FlightGear* jest bardzo satysfakcjonujący i daje uczestnikowi wielką dumę, wiedząc, że kształtujemy przyszłość wspaniałego symulatora.
- Przede wszystkim, to po prostu zabawa! Przypuszczam, że można nas porównać do prawdziwych pilotów, którzy decydują się na zbudowanie własnego samolotu, za pomocą gotowego zestawu lub całkowicie od podstaw, zamiast po prostu go kupić. Jasne, możemy kupić gotowy samolot, ale jest coś wyjątkowego w budowaniu go samodzielnie.

Punkty wymienione powyżej stanowią podstawę dlaczego stworzyliśmy *FlightGear*. Mając na uwadze te motywacje, postanowiliśmy stworzyć wysokiej jakości symulator lotu, który ma być platformą cywilną, wieloplatformową, otwartą, wspieraną przez samych użytkowników i rozwijaną przez użytkowników. Przeanalizujemy każdą z tych cech:

- **Cywilny:** projekt ma na celu przede wszystkim symulację lotnictwa cywilnego. Powinien być odpowiedni do symulacji lotnictwa ogólnego, a także cywilnych statków powietrznych. Naszym długoterminowym celem jest, aby *FlightGear* zostało zatwierdzone przez FAA (*Federal Aviation Administration*) jako oprogramowanie do szkolenia lotniczego. Ku rozczarowaniu niektórych użytkowników, obecnie nie jest to symulator walki; jednak te funkcje nie są specjalnie wykluczone. Po prostu nie mieliśmy dewelopera, który byłby poważnie zainteresowany systemami niezbędnymi do symulacji walki.
- **Wieloplatformowy:** twórcy starają się, aby kod źródłowy był jak najbardziej niezależny od platformy. Opiera się to na ich obserwacji, że osoby zainteresowane symulacją lotu korzystają z szerokiej gamy sprzętu komputerowego i systemów operacyjnych. Obecny kod obsługuje następujące systemy operacyjne:
 - Linux (jakakolwiek nowsza dystrybucja),
 - Windows 10/8/7/Vista (Intel/AMD platform),
 - BSD UNIX,
 - Mac OS X

Aby uzyskać optymalną wydajność, zaleca się korzystanie z najnowszego systemu operacyjnego, z co najmniej 4 GB RAM, aktualnymi sterownikami graficznymi i procesorem graficznym zawierającym co najmniej 1 GB pamięci.

- **Otwarty:** projekt nie jest ograniczony do sztywnej lub elitarnej kadry programistów. Mile widziany jest każdy, kto czuje, że jest w stanie wnieść swój wkład. Kod (łącznie z dokumentacją) jest chroniony prawem autorskim na warunkach GNU General Public License (GPL).

GPL jest często źle rozumiany. Mówiąc prościej, licencja ta stwierdza, że możesz kopiować i swobodnie rozpowszechniać program. Możesz go modyfikować, jeśli chcesz, a nawet pobierać tyle pieniędzy, ile chcesz, za dystrybucję zmodyfikowanego lub oryginalnego programu. Jednak podczas dystrybucji oprogramowania musisz udostępnić odbiorcom cały kod źródłowy i zachować oryginalne prawa autorskie. W skrócie:

„Możesz z oprogramowaniem zrobić wszystko, z wyjątkiem uczynienia go zamkniętym.”

Pełny tekst GPL możesz znaleźć w kodzie źródłowym *FlightGear* lub w poniższym linku:

<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>.

- **Wspierany i rozwijany przez użytkowników:** w przeciwieństwie do większości komercyjnych symulatorów, formaty scenarii i samolotów, zmienne wewnętrzne, interfejsy API i wszystko inne we *FlightGear* jest dostępne dla użytkownika i udokumentowane od samego początku. Nawet gdy dokumentacja nie jest rozwijana (no bo naturalnie musi być w pewnym momencie napisana), zawsze można przeczytać kod źródłowy, aby sprawdzić jak coś działa. Celem deweloperów jest zbudowanie podstawowej platformy, w której mogą tworzyć projektanci scenarii, inżynierowie paneli, być może twórcy przygód lub procedur ATC, kompozytorzy dźwięku i inni. Mamy nadzieję, że projekt, w tym programiści i użytkownicy końcowi, skorzystają na kreatywności i pomysłach setek utalentowanych „simmerów” na całym świecie.

Bez wątplenia sukces projektu Linux, zainicjowanego przez Linusa Torvaldsa, zainspirował wielu deweloperów. Linux nie tylko pokazał, że możliwe jest rozproszone tworzenie wysoko złożonego oprogramowania przez Internet, ale także udowodnił, że taki wysiłek może przekroczyć poziom jakości konkurencyjnych produktów komercyjnych.

2.2 Wymagania systemowe

W porównaniu do innych, najnowszych symulatorów lotu, wymagania systemowe dla *FlightGear* nie są ekstrawaganckie. Procesory AMD x64 lub Intel x64, średniej szybkości, powinny wystarczyć do obsługi *FlightGear*, pod warunkiem, że karta graficzna 3D też jest odpowiednia.

Ważnym warunkiem uruchomienia *FlightGear* jest karta graficzna – jej sterownik musi obsługiwać OpenGL. Jeśli nie wiesz, co to jest OpenGL, w skrócie:

„OpenGL® jest najpowszechniej stosowanym API dla grafiki 2D i 3D w branży...”

<https://www.khronos.org/opengl/>

FlightGear nie działa na karcie graficznej, która obsługuje tylko Direct3D / DirectX. W przeciwieństwie do OpenGL, Direct3D jest zastrzeżonym interfejsem, ograniczonym do systemu operacyjnego Windows.



Rysunek 2.1: Złe podejście do PHNL (Daniel K. Inouye International, Honolulu)

Możesz być w stanie uruchomić *FlightGear* na komputerze wyposażonym w kartę graficzną 3D, która nie obsługuje akceleracji sprzętowej OpenGL – a nawet na systemach pozbawionych jakiegokolwiek sprzętu do grafiki 3D. Jednak brak obsługi przyspieszanego sprzętowo OpenGL może rzucić na kolana nawet najszybszą maszynę. Typowe rozpoznanie braku akceleracji sprzętowej, to FPS poniżej jednej klatki na sekundę.

Wystarczy każda, nowoczesna karta graficzna 3D, obsługująca OpenGL. Sterowniki karty graficznej obsługujące OpenGL dla Windows, można znaleźć na stronie internetowej producenta karty wideo. Należy zauważyć, że często sterowniki OpenGL są dostarczane przez producentów układu graficznego, a nie przez producentów płyty głównej. Jeśli zamierzasz kupić kartę graficzną do uruchamiania *FlightGear*, zalecane są karty NVIDIA GeForce, ponieważ zazwyczaj mają one lepszą obsługę OpenGL niż AMD/ATI Radeon. 1 GB dedykowanej pamięci graficznej będzie więcej niż wystarczające – wiele osób z powodzeniem korzysta z *FlightGear* na mniejszej ilości.

Dla efektów dźwiękowych, każda typowa karta dźwiękowa powinna wystarczyć. Dzięki swojej elastycznej konstrukcji, *FlightGear* obsługuje szeroką gamę joysticków, wolantów, a także pedałów steru kierunku dla systemów z rodziny Linux jak i Windows. *FlightGear* może również zapewnić interfejsy do w pełni ruchomych foteli lotniczych.

FlightGear jest rozwijany głównie pod Linuxem, wolnościowym klonem UNIX-a (razem z wieloma narzędziami GNU) rozwijanym wspólnie przez Internet w podobnym duchu jak sam *FlightGear*. *FlightGear* również działa i jest częściowo rozwijany pod kilkoma wersjami Windows. Tworzenie *FlightGear* jest również możliwe na Mac OS X i kilku różnych stacjach roboczych UNIX/X11. Zakładając, że masz zainstalowany odpowiedni kompilator, *FlightGear* można zbudować na wszystkich tych platformach. Podstawowym kompilatorem dla wszystkich platform jest darmowy kompilator GNU C++ (pod Win32 Cygnus Cygwin).

Jeśli chcesz uruchomić *FlightGear* pod Mac OS X, musisz mieć Mac OS X 10.4 lub nowszy. Minimalne wymagania sprzętowe to Power PC G4 1 GHz lub Intel Mac, ale zalecamy posiadanie

MacBooka Pro, Intel iMac, Mac Pro lub Power Mac (Power PC G5), aby zapewnić komfortowy lot.

2.3 Wybór wersji

Zaleca się zainstalowanie najnowszej, oficjalnej wersji dostępnej na stronie:

<https://www.flightgear.org/download/>

Jeśli naprawdę chcesz uzyskać najnowszą i najlepszą (i czasami najbardziej zabugowaną) wersję, możesz pobrać kod źródłowy pod adresem:

<https://sourceforge.net/p/flightgear/flightgear/ci/next/tree/>

Szczegółowy opis, jak to zrobić, można znaleźć pod adresem:

<https://wiki.flightgear.org/Git>

2.4 Modele dynamiki lotu

Historycznie *FlightGear* był oparty na modelu lotu, który odziedziczył (razem z samolotem Navion) po LaRCsim. Ponieważ miało to kilka ograniczeń (zwłaszcza fakt, że wiele charakterystyk było zdefiniowanych na sztywno w kodzie a nie w plikach konfiguracyjnych), podjęto kilka prób opracowania lub włączenia alternatywnych modeli lotu. W rezultacie *FlightGear* obsługuje kilka różnych modeli lotu, z których można wybierać w trakcie korzystania z symulatora.

- Prawdopodobnie najważniejszym z nich, jest model lotu JSB, opracowany przez Jona Berndta. Ten model lotu jest częścią samodzielnego projektu o nazwie *JSBSim*:

<http://jsbsim.sourceforge.net/>.

- Andrew Ross stworzył kolejny model lotu o nazwie *YASim* od *Yet Another Simulator* (z ang. *Jeszcze inny symulator*). *YASim* ma zasadniczo odmienne podejście od wielu innych modeli lotu, opierając się na informacjach o geometrii, a nie na współczynnikach aerodynamicznych. *YASim* jest szczególnie zaawansowany w dynamice lotu dla helikopterów.

- Christian Mayer opracował model lotu balonu na ogrzewane powietrze. Curt Olson następnie zintegrował specjalny tryb „UFO”, który pomaga w szybkim przemieszczaniu się z punktu A do punktu B.

- Wreszcie jest model lotu UIUC, opracowany przez zespół z University of Illinois w Urbana-Champaign. Ta praca była początkowo nastawiona na modelowanie warunków oblodzenia, ale teraz obejmuje „nieliniową” aerodynamikę, która skutkuje większym realizmem w ekstremalnych postawach, takich jak przeciągnięcie i duży kąt natarcia. Dwa dobre przykłady ilustrujące te możliwości to lotnia Airwave Xtreme 150 i Flyer braci Wright z 1903 r. Więcej szczegółów na temat modelu lotu UIUC można znaleźć pod adresem:

<http://m-selig.ae.illinois.edu/apasim/Aircraft-uiuc.html>

Możliwe jest nawet podłączenie do *FlightGear* zewnętrznego modelu lotu, działającego na innym komputerze lub przez określony potok na komputerze lokalnym – chociaż może to nie być zalecana konfiguracja dla osoby, która właśnie ma pierwszy kontakt z *FlightGear*.

2.5 O tym przewodniku

Niewiele jest materiałów w tym przewodniku, które są prezentowane wyłącznie tutaj. Można by nawet zacytować Montaigne, że „w książce tej skomponowałem bukiet z cudzych kwiatów, od siebie dodając jedynie wstążkę, która je związała”. Większość (ale na szczęście nie wszystkie) informacji zawartych tutaj, można również uzyskać na stronie internetowej *FlightGear* znajdującej się pod adresem:

<https://www.flightgear.org>

Podręcznik FlightGear, ma być pierwszym krokiem w kierunku kompletnej dokumentacji *FlightGear*. Grupa docelowa to użytkownik końcowy, który nie jest zainteresowany wewnętrznymi działaniami OpenGL ani budowaniem własnej scenarii. Mamy też nadzieję, że pewnego dnia pojawi się towarzyszący *Przewodnik Programisty FlightGear*, *Przewodnik Projektowania Scenerii we FlightGear*, opisujący narzędzia dla scenarii, które są teraz spakowane jako *TerraGear*; oraz pakiet *Szkoła Latania FlightGear*.

Uprzejmie prosimy o pomoc w udoskonalaniu tego dokumentu poprzez przesyłanie poprawek, ulepszeń, sugestii i tłumaczeń. Wszystkich użytkowników zapraszamy do zgłaszania opisów alternatywnych konfiguracji (karty graficzne, systemy operacyjne, itp.). Z przyjemnością włączymy je do przyszłych wersji *Podręcznika FlightGear* (oczywiście z podaniem autorów).

Rozdział 3

Przed lotem: instalacja *FlightGear*

Aby uruchomić *FlightGear*, musisz zainstalować pliki binarne. Gdy to zrobisz, możesz zainstalować dodatkowe scenerie i samoloty, jeśli chcesz.

Skompilowane pliki binarne, dla najnowszej wersji, są dostępne dla:

- Microsoft Windows
- Mac OS X
- Linux.

Aby je pobrać, przejdź do poniższego łącza i postępuj zgodnie z podanymi tam instrukcjami:

<https://www.flightgear.org/download/>

3.1 Instalacja scenerii

Szczegółowa sceneria dla *FlightGear* jest dostępna dla całego świata, dzięki czemu możesz latać wszędzie, od Himalajów po wiejskie Kansas. Pakiet podstawowy *FlightGear* zawiera scenerię dla Keflavik na Islandii. Aby polecieć w inne miejsce, musisz pobrać dodatkową scenerię. Po wybraniu obszaru nad którym chcesz latać, możesz ręcznie pobrać pliki scenerii lub włączyć automatyczne pobieranie scenerii przez *TerraSync*.

3.1.1 Pobieranie scenerii w czasie lotu (*TerraSync*)

Dzięki *TerraSync*, *FlightGear* może pobierać scenerię automatycznie podczas lotu, jeśli masz do dyspozycji stałe połączenie z Internetem. *FlightGear* pobierze scenerię do innego katalogu niż główna instalacja. Jedną z głównych zalet *TerraSync* jest to, że zawsze pobierana jest najnowsza i najlepsza sceneria z *FlightGear World Scenery*, a tym samym umożliwia to pobieranie przyrostowych aktualizacji, niezależnie od kompleksowych wydań *World Scenery*, które są zazwyczaj równoległe z wydaniem kolejnych wersji *FlightGear*.

Możesz włączyć *TerraSync* za pomocą *Launchera* (programu uruchamiającego) lub bezpośrednio w samym symulatorze:

- **Poprzez Launcher:** włącz opcję *Pobieraj automatycznie scenerię* w zakładce *Ustawienia*, sekcja *Pobieranie*.
- **W symulatorze:** otwórz menu *Plik* → *Pobieranie Scenerii*. Następnie po prostu zaznacz opcję *Enable automatic scenery download*.

Więcej informacji o *TerraSync* można znaleźć na Wiki:

<https://wiki.flightgear.org/TerraSync>

3.1.2 Ręczna instalacja scenerii

Każdy fragment scenerii jest skompresowanym plikiem `tar`, zawierającym kawałek terenu 10 na 10 stopni długości i szerokości geograficznej. Nazwa każdego takiego archiwum pochodzi właśnie od tych współrzędnych, np.: `w130n50.tgz`.

Możesz pobrać scenerię z klikalnej mapy na stronie internetowej lub za pomocą narzędzia *TerraMaster*:

<https://www.flightgear.org/download/scenery>

<https://wiki.flightgear.org/TerraMaster>

Alternatywnie, możesz wesprzeć projekt *FlightGear*, kupując pełny zestaw scenerii świata w oficjalnym sklepie:

<https://store.flightgear.org>

Po pobraniu archiwum ze scenerią, musisz znaleźć katalog Scenerii swojej instalacji *FlightGear*.

- W przypadku systemu Windows, tym katalogiem prawdopodobnie będzie:
`C:\Program Files\FlightGear\data\Scenery.`
- W przypadku systemów UNIX-owych, jest to przeważnie:
`/usr/local/share/FlightGear/data/Scenery.`
- W przypadku Mac OS X, jest to zazwyczaj:
`/Applications/FlightGear.app/Contents/Resources/data/Scenery.`

Aby zainstalować scenerię, rozpakuj archiwum do katalogu `Scenery`. Większość systemów operacyjnych udostępnia narzędzia do dekompresji plików `tar`, ale jeśli nie możesz rozpakować archiwum, zainstaluj program do rozpakowywania, taki jak 7-zip (<https://www.7-zip.org>).

Zauważ, że nie powinieneś rozpakowywać ponumerowanych plików scenerii wewnątrz paczki, takich jak `958402.gz` – *FlightGear* zrobi to automatycznie.

Po rozpakowaniu pliku `tar`, katalogi `Terrain` i `Objects` będą zawierały dodatkowe podkatalogi z nową scenerią w środku.

Aby skorzystać z nowej scenerii, po prostu wybierz lotnisko początkowe w nowej scenerii. Jeśli korzystasz z *Launchera*, musisz nacisnąć przycisk **Odśwież**, zanim wybierzesz lotnisko.

MS Windows Vista/7

Jeśli używasz systemu Windows Vista lub Windows 7, może się okazać, że system Windows instaluje pobrane scenerie (i samoloty) do katalogu VirtualStore:

```
C:\Users\Twoja nazwa\AppData\Local\
    VirtualStore\Program Files\FlightGear\Scenery
```

Jeśli tak się dzieje, to musisz ręcznie skopiować katalogi Terrain i Objects do Twojego prawidłowego katalogu Scenery, jak opisano powyżej.

Mac OS X

Możesz zainstalować pobrane scenerie i samoloty za pomocą *Launchera*. Naciśnięcie przycisku **Zainstaluj dodatkową scenerię** w zakładce *Dodatki*, otwiera okno przeglądarki plików. Wybranie jednego lub więcej plików ze scenerią, spowoduje zainstalowanie tych scenerii w katalogu:

```
/Users/(Twoja Nazwa)/Library/Application Support/FlightGear/Scenery
```

Dopuszczalne formaty plików scenerii to: zip, tar.gz, tgz, tar, a także rozpakowany folder. Jeśli instalacja za pomocą *Launchera* z jakiegoś powodu nie powiedzie się, nadal masz alternatywny sposób zainstalowania danych.

W zakładce *Dodatki* kliknij przycisk **Dodaj** dla sekcji *Dodatkowe katalogi scenerii* i wskaż folder, w którym przechowujesz pobraną i rozpakowaną scenerię. Podobnie dla dodania samolotów. Kliknij przycisk **Dodaj** dla sekcji *Dodatkowe katalogi hangarów samolotów* i wskaż folder, w którym przechowujesz pobrane i rozpakowane katalogi z samolotami.

FG_SCENERY

Jeśli wolisz trzymać pobrane scenerie oddzielnie od podstawowej instalacji, możesz to zrobić, ustawiając zmienną środowiskową \$FG_SCENERY.

Tutaj *FlightGear* szuka plików scenerii. Zmienna ta zawiera listę katalogów, które będą przeszukiwane w podanej kolejności. W systemach UNIX-owych (w tym Mac OS X), katalogi muszą być oddzielone znakiem ':', a w systemach Windows znakiem: ';'.

Na przykład, w systemie Linux, zmienna środowiskowa \$FG_SCENERY ustawiona na:

```
/home/jsmith/WorldScenery:
    /usr/local/share/Flightgear/data/Scenery
```

spowoduje, że *FlightGear* najpierw poszuka scenerii w:

```
/home/jsmith/WorldScenery
```

a gdy nie znajdzie, to następnie poszuka w:

```
/usr/local/share/Flightgear/data/Scenery.
```

W systemie Windows, zmienna środowiskowa \$FG_SCENERY ustawiona na:

```
C:\Program Files\FlightGear\data\Scenery;C:\data\WorldScenery
```

spowoduje, że najpierw poszuka scenerii w:

```
C:\Program Files\FlightGear\data\Scenery
```

a następnie w:

```
C:\data\WorldScenery
```

Konfigurowanie zmiennych środowiskowych na różnych platformach, wykracza poza zakres tego dokumentu.

3.1.3 Tworzenie własnej scenarii

Jeśli jesteś zainteresowany wygenerowaniem własnej scenarii, zapoznaj się z *TerraGear* – zestawem narzędzi do tworzenia scenarii dla *FlightGear*:

<https://wiki.flightgear.org/TerraGear>

Kody źródłowe zestawu narzędzi *TerraGear*, znajdują się, obok projektu *FlightGear*, na SourceForge:

<https://sourceforge.net/p/flightgear/terragear/ci/next/tree/>.

3.2 Instalacja samolotu

Podstawowa instalacja *FlightGear* zawiera tylko niewielki podzbiór samolotów, które są dostępne dla *FlightGear*. Jednak deweloperzy stworzyli szeroką gamę samolotów, od myśliwców z II wojny światowej, takich jak Spitfire, po samoloty pasażerskie, takie jak Boeing 747.

Możesz pobrać samoloty z:

<http://home.flightgear.org/download/download-aircraft/>

Pobierz plik i rozpakuj go do podkatalogu `data/Aircraft` swojej instalacji. Samoloty są pobierane jako pliki `.zip`. Gdy je rozpakujesz, w katalogu `data/Aircraft` pojawi się nowy podkatalog zawierający samoloty. Następnym razem, gdy uruchomisz *FlightGear*, nowy samolot będzie dostępny.

Na wszystkich platformach możesz też użyć *Launchera* (programu uruchamiającego), aby zainstalować samoloty.

3.3 Instalacja dokumentacji

Większość wymienionych powyżej pakietów, zawiera pełną dokumentację *FlightGear*, w tym wersję PDF *Podręcznika FlightGear* przeznaczoną do wygodnego drukowania przy użyciu programu Adobe Reader, dostępnego pod adresem <http://get.adobe.com/reader/>

Co więcej, po zainstalowaniu, wersja HTML jest dostępna za pośrednictwem pozycji *Pomoc* w menu *FlightGear*.

Poza tym, kod źródłowy zawiera katalog `docs-mini`, w którym znajdują się liczne pomysły i rozwiązania specyficznych problemów. To także dobre miejsce do dalszej lektury.

Część II

Latanie z *FlightGear*

Rozdział 4

Start: Jak uruchomić program

4.1 Uruchamienie symulatora



Rysunek 4.1: Gotowy do startu: *pozycja początkowa w Honolulu Intl., PHNL*

FlightGear zawiera zintegrowany program uruchamiający (*Launcher*), dzięki któremu można łatwiej uruchomić symulator. W systemie Windows kliknij dwukrotnie pozycję *FlightGear* w menu Start lub ikonę na pulpicie. Alternatywnie, w każdym systemie, w wierszu poleceń, możesz wpisać `fgfs --launcher`. Program uruchamiający pozwala wybrać samolot, lokalizację początkową (możesz teraz rozpocząć nawet 10 mil od pasa startowego, we właściwym miejscu dla podejścia do lądowania lub nad określoną pomocą nawigacyjną!), porę dnia, włą-

czyć lub wyłączyć *TerraSync*, rzeczywistą pogodę i wiele innych ustawień.

Kiedy po raz pierwszy otworzysz *Launcher*, zobaczysz okno dialogowe, w którym możesz ustawić zmienną \$FG_ROOT, zazwyczaj jest to:

C:\Program Files\FlightGear\data or

C:\Program Files\FlightGear 2020.3.11\data

Po ustawieniu, zobaczysz następujący ekran:



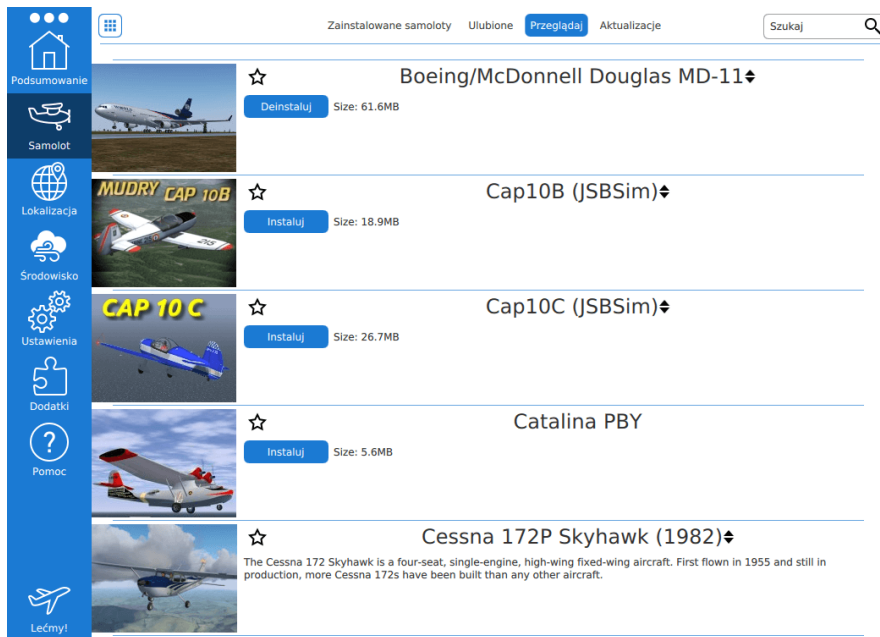
Rysunek 4.2: Podsumowanie: *Podsumowanie ustawień programu uruchamiającego. Naciśnij **Lećmy!** aby zacząć.*

Launcher domyślnie rozpoczyna lot Cessną 172P na lotnisku Keflavik. Wystarczy nacisnąć przycisk **Lećmy!**, aby uruchomić symulator. Alternatywnie, jeśli chcesz zmienić dowolne z ustawień początkowych, wybierz je z przycisków po lewej stronie.

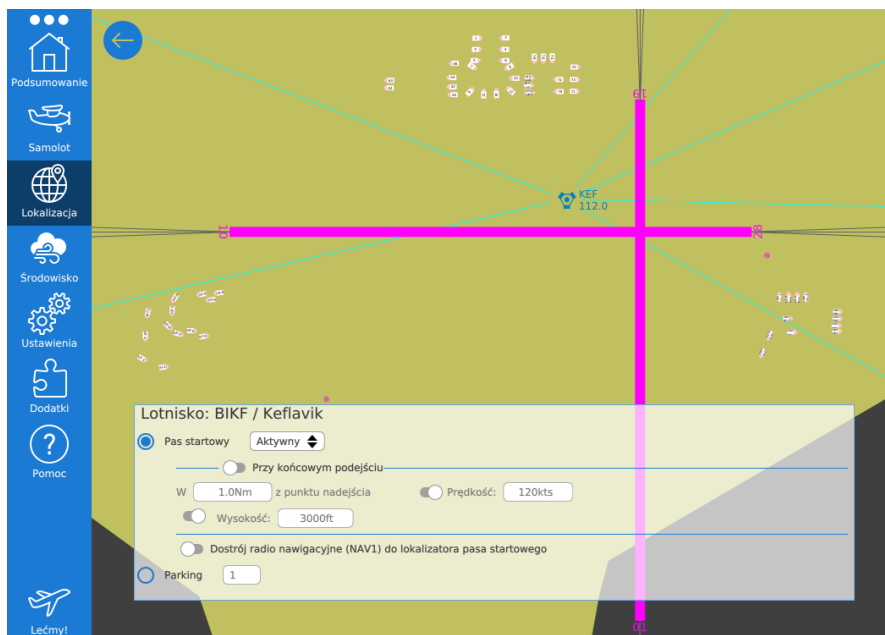
Możesz zmienić swój samolot, klikając przycisk **Samolot** po lewej stronie okna. *FlightGear* jest domyślnie zainstalowany tylko z Cessną 172P i UFO. Aby latać innymi samolotami, najprościej jest dodać domyślny hangar *FlightGear* z setkami samolotów. Aby to zrobić, w zakładce *Samoloty* kliknij przycisk **Przeglądaj** a następnie przycisk **Dodaj domyślny hangar**. Lista wypełni się mnóstwem samolotów. Teraz możesz pobrać dowolny samolot, po prostu klikając przycisk **Instaluj**. Możesz także pobrać samoloty z oficjalnej strony internetowej i prywatnych hangarów.

Zakładka *Lokalizacja* pozwala na wybranie pozycji początkowej – może to być miejsce parkingowe na lotnisku, pas startowy, przy podejściu końcowym ILS lub względem VOR-a, FIX-a. Domyślnie wyświetlana jest aktualnie wybrana lokalizacja. Aby wybrać zupełnie inną lokalizację, kliknij przycisk **Wstecz**, w lewym górnym rogu, i w nowym widoku wprowadź nazwę miejsca na świecie, w którym chcesz się znaleźć.

4.1. cmdline-opts]LAUNCHER@FlightGearDashDash LAUNCHER\textitURUCHAMIENIE SYMULATORA29



Rysunek 4.3: Wybór samolotu: *Wybieraj z szerokiej gamy samolotów i pobieraj je automatycznie.*



Rysunek 4.4: Pozycja początkowa: *Wybierz pozycję początkową na ziemi lub w powietrzu.*

FlightGear automatycznie pobierze właściwą scenerię (o ile w zakładce *Ustawienia* masz włączoną opcję *Pobieraj automatycznie scenerię*).

Zakładka *Środowisko* umożliwia wybranie pory dnia, pory roku i modelowania pogody. Możesz skorzystać z aktualnych warunków pogodowych w świecie rzeczywistym lub wybrać konkretny scenariusz pogody, taki jak region wysokiego ciśnienia lub burza z piorunami.

Zakładka *Ustawienia* umożliwia wybór różnych ustawień symulacji, takich jak tryb wieloosobowy, automatyczne pobieranie scenerii i opcje graficzne. Opcje zaawansowane są dostępne z linku **Pokaż więcej**, przy każdej sekcji po prawej stronie.

Wreszcie, zakładka *Dodatki* pozwala wybrać różne hangary z samolotami do pobrania oraz dodać różne rozszerzenia.

Gdy jesteś zadowolony ze swoich ustawień, naciśnij przycisk **Lećmy!**, aby uruchomić symulator.

4.2 Uruchamianie z wiersza poleceń

Alternatywnie, możesz uruchomić *FlightGear* z wiersza poleceń. Aby to zrobić, musisz ręcznie skonfigurować zmienne środowiskowe `$FG_ROOT` i `$FG_SCENERY`.

Możesz je ustawić na wiele sposobów, w zależności od platformy i wymagań.

4.2.1 FG_ROOT

To tutaj *FlightGear* przechowuje pliki danych, takie jak domyślne samoloty, lokalizacje latarni nawigacyjnych, częstotliwości lotnisk. Najczęściej jest to katalog `data`, w lokalizacji gdzie *FlightGear* jest zainstalowany, np.:

```
/usr/local/share/FlightGear/data lub
C:\Program Files\FlightGear 2020.3.11\data
```

4.2.2 FG_SCENERY

Tutaj *FlightGear* będzie szukał plików scenerii. Zawiera listę katalogów, które będą przeszukiwane w kolejności w jakiej zostały podane. Katalogi muszą być oddzielone znakiem `'` w systemach UNIX-owych lub `;` w systemach Windows, np.:

```
/home/joebloggs/WorldScenery:/usr/local/share/FlightGear/data/Scenery
```

lub

```
C:\Program Files\FlightGear\data\Scenery;C:\Program
↔ Files\FlightGear\data\WorldScenery
```

4.2.3 Uruchamianie symulatora w systemie Windows

Otwórz konsolę (CMD), przejdź do katalogu, w którym znajduje się plik binarny (zazwyczaj jest to `C:\Program Files\FlightGear\bin`), i ustaw zmienne środowiskowe wpisując:

```
SET FG_HOME="C:\Program Files\FlightGear"
SET FG_ROOT="C:\Program Files\FlightGear\data"
SET FG_SCENERY="C:\Program Files\FlightGear\data\Scenery"
```

i uruchom *FlightGear* (w tej samej konsoli, ponieważ zmienne środowiskowe są ważne tylko lokalnie w obrębie tej konsoli):

```
fgfs --option1 --option2...
```

Opcje wiersza poleceń są opisane w Rozdziale 4.3.

Oczywiście, aby za każdym razem nie wpisywać powyższych komend, możesz utworzyć plik wsadowy (.bat) za pomocą edytora tekstowego (takiego jak Notatnik). Tam możesz wpisać wszystkie, powyższe komendy, po czym uruchamiać plik wsadowy. Aby uzyskać maksymalną wydajność, zaleca się zminimalizować okno konsoli podczas działania *FlightGear*.

4.2.4 Uruchamianie symulatora w systemie Unix/Linux

Zanim uruchomisz *FlightGear*, musisz ustawić kilka zmiennych środowiskowych:

- Do zmiennej LD_LIBRARY_PATH dodaj ścieżkę
/usr/local/share/FlightGear/lib
- Zmienna \$FG_ROOT musi zawierać ścieżkę do katalogu data, tam gdzie *FlightGear* jest zainstalowany, np.: /usr/local/share/FlightGear/data.
- Zmienna \$FG_SCENERY powinna zawierać listę katalogów (oddzielonych znakiem “:”) ze sceneriami, np.: \$FG_ROOT/Scenery:\$FG_ROOT/WorldScenery.

Aby ustawić te zmienne w terminalu Bourne’a (i kompatybilnymi) wpisz:

```
export LD_LIBRARY_PATH=\
    /usr/local/share/FlightGear/lib:$LD_LIBRARY_PATH
export FG_HOME=/usr/local/share/FlightGear
export FG_ROOT=/usr/local/share/FlightGear/data
export FG_SCENERY=$FG_ROOT/Scenery:$FG_ROOT/WorldScenery
```

lub w C shell (i kompatybilnymi), wpisz:

```
setenv LD_LIBRARY_PATH=\
    /usr/local/share/FlightGear/lib:$LD_LIBRARY_PATH
setenv FG_HOME=/usr/local/share/FlightGear
setenv FG_ROOT=/usr/local/share/FlightGear/data
setenv FG_SCENERY=\
    $FG_HOME/Scenery:$FG_ROOT/Scenery:$FG_ROOT/WorldScenery
```

Po skonfigurowaniu tych zmiennych środowiskowych, uruchom *FlightGear*, wpisując:

```
fgfs --option1 --option2...
```

Opcje wiersza poleceń są opisane w Rozdziale 4.3.

4.2.5 Uruchamianie symulatora w systemie Mac OS X

Symulator można również uruchomić z wiersza poleceń w systemie Mac OS X. Aby to zrobić, otwórz Terminal.app (znajduje się on w `/Applications/Utilities`) i wpisz następujące polecenia:

```
cd /Applications/FlightGear.app/Contents/MacOS
./fgfs --option1 --option2 ...
```

Zobacz Rozdział 4.3, aby uzyskać szczegółowe informacje na temat opcji wiersza poleceń. W przeciwieństwie do innych platform, nie musisz ręcznie określać zmiennych środowiskowych, takich jak `FG_ROOT` i `FG_SCENERY`, o ile używasz wstępnie skompilowanego pakietu binarnego.

4.3 Parametry wiersza poleceń

Poniżej znajduje się pełna lista opcji wiersza poleceń, dostępnych we *FlightGear*, wraz z krótkim opisem.

Jeśli są opcje, których ciągle używasz, możesz utworzyć plik preferencji, zawierający zestaw opcji wiersza poleceń, które zostaną ustawione automatycznie. Możesz utworzyć taki plik w dowolnym edytorze tekstu (notatniku, emacs, vi, jeśli chcesz).

W każdym systemie, takim jak Windows i UNIX (w tym Mac OS X), umieść opcje wiersza poleceń w pliku o nazwie `.fgfsrc` w swoim katalogu domowym. Tak więc dla Windows będzie to `C:\Users\(nazwa użytkownika)\.fgfsrc` a dla UNIX-ów: `~/.fgfsrc`.

4.3.1 Opcje ogólne

- `--launcher`
Uruchom Launcher (opisany powyżej).
- `--help`
Wyświetl najbardziej powszechne opcje wiersza poleceń.
- `--help --verbose`
Wyświetl wszystkie opcje wiersza poleceń.
- `--version`
Wyświetl obecną wersję *FlightGear*.
- `--fg-root=ścieżka`
Poinformuj *FlightGear*, gdzie ma szukać swoich głównych plików danych, jeśli nie skompilowałeś FG z opcjami domyślnymi.

- `--fg-scenery=ścieżka`

Umożliwia dodanie ścieżki do podstawowej ścieżki scenerii, w przypadku gdy sceneria nie znajduje się w domyślnym katalogu `$FG_ROOT/Scenery`; może to być szczególnie przydatne, jeśli masz dodatkowe scenerie na płycie CD-ROM.
- `--fg-aircraft=ścieżka`

Umożliwia określenie ścieżek do katalogów z samolotami.
Domyślnie `$FG_ROOT/Aircraft`.
- `--download-dir=ścieżka`

Umożliwia określenie ścieżki gdzie będą przechowywane samoloty i scenerie pobrane za pomocą symulatora.
Katalog *TerraSync* można ustawić za pomocą opcji `--terrasync-dir`.
- `--terrasync-dir=ścieżka`

Umożliwia określenie ścieżki, w której będzie przechowywana sceneria, pobierana przez *TerraSync*.
- `--allow-nasal-read=ścieżka`

Zezwól skryptom Nasal samolotu na odczytywanie plików z katalogów wymienionych jako *ścieżki* (oddziel wiele ścieżek dwukropkami lub średnikami w systemach operacyjnych Windows).
Domyślnie, ze względów bezpieczeństwa, skrypty Nasal mogą czytać dane tylko z katalogów `$FG_ROOT` i `$FG_HOME`.
- `--read-only`

Ustaw `$FG_HOME` (katalog gdzie *FlightGear* zapisuje specyficzne dane dla użytkownika) tylko do odczytu.
- `--language=kod`

Wybierz język dla tej sesji. na przykład pl, nl, it, fr, en, de.
- `--restore-defaults`

Zresetuj wszystkie ustawienia użytkownika do wartości domyślnych.
- `--enable-save-on-exit`, `--disable-save-on-exit`

Włącz/wyłącz zapisywanie preferencji użytkownika przy wyjściu z symulatora.
- `--ignore-autosave`

Zignoruj ustawienia użytkownika zapisane przy poprzednim uruchomieniu *FlightGear*.
Ta opcja ma wpływ na `--disable-save-on-exit`.
- `--enable-freeze`, `--disable-freeze`

Włącz/wyłącz uruchamianie symulacji w stanie pauzy. Domyślnie odpauzowany.

- `--enable-auto-coordination`, `--disable-auto-coordination`
Włącz/wyłącz auto-koordynację między lotkami a sterem kierunku. Autokoordynacja jest zalecana dla użytkowników bez pedałów steru kierunku lub joysticka bez obracanej osi. Domyślnie wyłączone.
- `--browser-app=ścieżka`
Określ lokalizację swojej przeglądarki internetowej. Na przykład:
`--browser-app="C:\Program Files\Mozilla Firefox\firefox.exe"`
(dodano cudzysłów tylko z powodu występowania spacji w ścieżce).
- `--config=ścieżka`
Załaduj dodatkowe właściwości z podanej ścieżki. Na przykład:
`--config=./Aircraft/X15-set.xml`
- `--no-default-config`
Nie ładuj żadnych plików konfiguracyjnych, chyba że zostały wyraźnie określone za pomocą `--config`
- `--units-feet`
Użyj stóp jako jednostki miary (domyślnie).
- `--units-meters`
Użyj metrów jako jednostki miary.

4.3.2 Funkcjonalności

- `--enable-ai-models`, `--disable-ai-models`
Włącz/wyłącz wewnętrzny podsystem SI, który jest wymagany do gier wieloosobowych, ruchu SI i wielu innych animacji.
Wyłączenie wewnętrznego podsystemu AI jest przestarzałe.
- `--enable-ai-traffic`, `--disable-ai-traffic`
Włącz, wyłącz ruch samolotów sterowanych przez komputer.
- `--ai-scenario=nazwa`
Włącz konkretny scenariusz SI (np. `--ai-scenario=vinson-demo`). Opcja może być używana wielokrotnie.
- `--load-tape=plik`
Wczytaj nagranie zapisanego wcześniej lotu.

4.3.3 Dźwięk

- `--enable-sound`, `--disable-sound`
Włącz/wyłącz dźwięk.
- `--show-sound-devices`
Wyświetl dostępne urządzenia dźwiękowe.
- `--sound-device=nazwa-urządzenia`
Określ urządzenie dźwiękowe, które ma być używane do odtwarzania dźwięku.

4.3.4 Samolot

- `--aircraft=nazwa`
Załaduj określony samolot (np. `--aircraft=c172p`) Aby zobaczyć dostępne opcje, sprawdź katalog `$FG_ROOT/Aircraft` i poszukaj plików kończących się na `-set.xml`. Podczas określania nazwy samolotu, odrzuć człon `-set.xml` z nazwy pliku. Alternatywnie, użyj opcji `--show-aircraft` opisanej poniżej, aby wyświetlić listę dostępnych samolotów. Aby uzyskać informacje na temat pobierania dodatkowych samolotów, zobacz Sekcję 3.2.
- `--show-aircraft`
Wyświetl posortowaną listę aktualnie dostępnych samolotów.
- `--min-status=status`
Wyświetl samoloty z określonym minimalnym, zadeklarowanym statusem, jako `alpha`, `beta`, `early-production`, `production`. Użyj razem z `--show-aircraft`.
- `--aircraft-dir=ścieżka`
Określ katalog, który ma być używany dla samolotu. Ścieżka jest względna w stosunku do bieżącego katalogu. Domyślnie `$FG_ROOT/Aircraft`.
- `--vehicle=nazwa`
To samo co `--aircraft`.
- `--livery=nazwa`
Wybierz malowanie samolotu.
- `--state=wartość`
Ustaw początkowy stan samolotu na podaną *wartość*. Stany, które można wykorzystać, zależą od statku powietrznego.

4.3.5 Model lotu

- `--fdm=nazwa`

Wybierz podstawowy model lotu.

Dostępne opcje to `jsb`, `larcsim`, `yasim`, `magic`, `balloon`, `external`, `pipe`, `ada`, `null`. W normalnych okolicznościach tę opcję można zignorować, ponieważ opcja `--aircraft` ustawi poprawnie model lotu.

- `--aero=samolot`

Wybierz model aerodynamiki samolotu do załadowania. W normalnych okolicznościach tę opcję można zignorować, ponieważ opcja `--aircraft` ustawi poprawnie model samolotu.

- `--model-hz=n`

Uruchom model dynamiki lotu z częstotliwością „n” Hz (iteracje na sekundę).

- `--speed=n`

Uruchom model dynamiki lotu „n” razy szybciej niż w czasie rzeczywistym.

- `--trim, --notrim`

Ustabilizuj (lub nie) model dynamiki lotu dla JSBSim. Domyślnie stabilizuje.

- `--on-ground, --in-air`

Uruchom na ziemi (domyślnie) lub w powietrzu. Jeśli określasz `--in-air`, musisz także ustawić wysokość początkową za pomocą `--altitude`, a także możesz chcieć ustawić prędkość początkową za pomocą `--vc`. Zwróć uwagę, że niektóre samoloty (zwłaszcza X15) muszą zostać uruchomione w powietrzu.

- `--enable-fuel-freeze, --disable-fuel-freeze`

Włącz/wyłącz zużywanie paliwa przez samolot. Domyślnie samolot zużywa paliwo.

4.3.6 Początkowa pozycja i orientacja

- `--airport=ICAO`

Określ lotnisko początkowe. Lotniska są określane kodem ICAO, np. `--airport=KJFK` dla lotniska JFK w Nowym Jorku. W przypadku lotniska w USA bez kodu ICAO, spróbuj poprzedzić 3-znakowy kod, literą ‘K’.

- `--parking-id=nazwa`

Określ miejsce parkingowe na lotnisku, jako pozycję początkową.

- `--runway=pas`

Określ próg pasa startowego (np.: 28L), jako pozycję początkową. Jeśli nie określono pasa startowego ani miejsca parkingowego, do startu zostanie wybrany pas startowy najbardziej skierowany pod wiatr.

- `--vor=nazwa, --ndb=nazwa, --fix=nazwa`
Ustaw pozycję początkową względem VOR-a, NDB lub FIX-a. Przydatne do ćwiczenia podejść.
- `--vor-frequency=częstotliwość`
Ustaw częstotliwość dla VOR-a. Ta opcja wymaga użycia `--vor`.
- `--ndb-frequency=częstotliwość`
Ustaw częstotliwość dla NDB. Ta opcja wymaga użycia `--ndb`.
- `--carrier=nazwa`
Określ pozycję startową na lotniskowcu. Zobacz Sekcję 6.2 aby uzyskać szczegółowe informacje na temat operacji na lotniskowcu.
- `--parkpos=nazwa`
Określ miejsce postojowe na lotniskowcu. Wymaga podania opcji `--carrier`. Domyślną pozycją startową na lotniskowcu jest katapulta.
- `--offset-distance=nm, --offset-azimuth=stopnie`
Rozpocznij w określonej odległości (w milach morskich) i kierunku, względem pozycji określonej za pomocą `--airport, --vor, --ndb, --fix, --carrier`.
- `--lon=stopnie, --lat=stopnie`
Określ współrzędne geograficzne jako początkową pozycję, w stopniach dziesiętnych (południe i zachód ze znakiem minus).
- `--altitude=stopy`
Określ początkową wysokość. Włącza jednocześnie `--in-air`. Wysokość jest określana w stopach, chyba że wybierzesz `--units-meters`, wtedy wysokość podajesz w metrach. Możesz także chcieć ustawić prędkość początkową za pomocą `--vc`, aby uniknąć natychmiastowego przeciągnięcia.
- `--heading=stopnie, --roll=stopnie, --pitch=stopnie`
Ustaw początkową orientację samolotu, gdzie `--heading` to kierunek (odchylenie), `--roll` – przechylenie (na skrzydło), `--pitch` – pochylenie (góra/dół). Domyślnie wszystkie wartości są ustawione na 0 – kierunek na północ, lot poziomy i prosty.
- `--uBody=X, --vBody=Y, --wBody=Z`
Ustaw prędkość początkową wzdłuż osi X, Y i Z samolotu. Prędkość jest wyrażona w stopach na sekundę, chyba że wybierzesz opcję `--units-meters`, wtedy prędkość jest wyrażona w metrach na sekundę.

- `--vNorth=N, --vEast=E, --vDown=D`
Ustaw prędkość początkową wzdłuż osi północ-południe, wschód-zachód i pionowej. Prędkość jest wyrażona w stopach na sekundę, chyba że wybierzesz opcję `--units-meters`, wtedy prędkość jest wyrażona w metrach na sekundę.
- `--vc=węzły, --mach=liczba`
Ustaw prędkość początkową w węzłach lub jako liczbę Macha. Przydatne przy ustawianiu `--altitude`, chyba że chcesz natychmiast przeciągnąć!
- `--glideslope=stopnie, --roc=fpm`
Ustaw początkowy kąt schodzenia w stopniach lub jako prędkość pionową w stopach na minutę. Wartości mogą być dodatnie lub ujemne.

4.3.7 Opcje środowiska

- `--ceiling=FT_ASL[:GRUBOŚĆ_FT]`
Określ pułap zachmurzenia (w stopach nad średnim poziomem morza), opcjonalnie o określonej grubości (domyślnie 2000 ft).
- `--enable-real-weather-fetch, --disable-real-weather-fetch`
Włącz/wyłącz pobieranie rzeczywistych warunków pogodowych na podstawie METAR-u.
- `--metar=METAR`
Ustaw pogodę wg podanego METAR-u, np.:
`--metar="XXXX 012345Z 0000KT 99SM CLR 19/M01 A2992"`.
METAR może być określony w większości popularnych formatach (amerykańskim, europejskim).
Nie działa, gdy włączona jest opcja `--enable-real-weather-fetch`.
- `--random-wind`
Ustaw wiatr generowany losowo, z różnych kierunków i o różnej sile.
- `--turbulence=współczynnik`
Określ stopień turbulencji od 0.0 (brak) do 1.0 (silna).
- `--wind=kierunek[:maks-kierunek]@prędkość[:porywy]`
Określ kierunek, z którego wieje wiatr i jego prędkość (w węzłach), np.:
`--wind=180@10`. Jeśli kierunek wiatru jest zmienny, określ zakres `kierunek:maks-kierunek`, jako minimalny i maksymalny kąt w stopniach. Jeśli chcesz, aby symulator również modelował porywy wiatru, ustaw maksymalne natężenie porywów w węzłach, np.: `--wind=180:220@10:15` – wiatr zmienny z kierunku od 180 do 220 stopni, wiejący z prędkością 10 węzłów w porywach do 15 węzłów.

- `--season={summer|winter}`
Włącz scenerię letnią (`summer`) lub zimową (`winter`).
Domyślnie ustawiony jest `summer`.
- `--visibility=metry`, `--visibility-miles=mile`
Określ początkową widoczność w metrach lub milach morskich.

4.3.8 Opcje renderowania

- `--terrain-engine=tilecache|pagedLOD`
Wybierz silnik terenu, którego chcesz użyć: `tilecache` jest „tradycyjnym” silnikiem terenu (zalecany); `pagedLOD` to nowy, eksperymentalny silnik terenu, zaprojektowany w celu zminimalizowania zużycia pamięci poprzez ładowanie bardziej szczegółowych wersji obiektów scenarii na żądanie.
Silnik `pagedLOD` jest dostępny tylko wtedy, gdy `FlightGear` został skompilowany z obsługą GDAL.
- `--lod-levels=poziomy`
Ustaw poziomy szczegółowości, gdzie `poziomy` to oddzielona spacjami numeryczna lista poziomów. Ta opcja jest dostępna tylko wtedy, gdy używanym silnikiem terenu jest `pagedLOD`.
- `--lod-res=rozdzielczość`
Ustaw rozdzielczość siatki terenu. Ta opcja jest dostępna tylko wtedy, gdy używanym silnikiem terenu jest `pagedLOD`.
- `--lod-texturing=bluemarble|raster|debug`
Ustaw metodę teksturowania terenu. Ta opcja jest dostępna tylko wtedy, gdy używanym silnikiem terenu jest `pagedLOD`.
- `--lod-range-mult=mnożnik`
Ustaw mnożnik zakresu (punkt od niskiego do wysokiego poziomu szczegółowości). Ta opcja jest dostępna tylko wtedy, gdy używanym silnikiem terenu jest `pagedLOD`.
- `--aspect-ratio-multiplier=współczynnik`
Określ mnożnik dla współczynnika proporcji wyświetlania.
- `--bpp=głębina`
Określ głęboką kolorów, jako liczbę bitów na piksel.
- `--composite-viewer`
Włącz `CompositeViewer` (dodatkowe okna widoków).

- `--enable-clouds, --disable-clouds`
Włącz/wyłącz dwuwymiarowe (płaskie) warstwy chmur.
- `--enable-clouds3d, --disable-clouds3d`
Włącz (domyślnie)/wyłącz chmury 3D. Bardzo ładne, ale też zależy czy Twoja karta graficzna obsługuje shadery GLSL. Starsze lub mniej wydajne karty graficzne, mogą tego nie obsługiwać.
- `--enable-distance-attenuation, --disable-distance-attenuation`
Włącz/wyłącz realistyczne tłumienie światła drogi startowej i podejścia.
- `--enable-enhanced-lighting, --disable-enhanced-lighting`
Włącz/wyłącz bardziej realistyczne światła pasa startowego i podejścia.
- `--enable-fullscreen, --disable-fullscreen`
Włącz/wyłącz tryb pełnoekranowy. Domyślnie wyłączony.
- `--enable-horizon-effect, --disable-horizon-effect`
Włącz (domyślnie)/wyłącz iluzję powiększenia ciała niebieskiego w pobliżu horyzontu.
- `--enable-mouse-pointer, --disable-mouse-pointer`
Włącz/wyłącz (domyślnie) dodatkowy wskaźnik myszy. Przydatne w trybie pełnoekranowym dla starych kart opartych na Voodoo.
- `--enable-panel, --disable-panel`
Włącz/wyłącz dwuwymiarową tablicę przyrządów.
- `--enable-random-buildings, --disable-random-building`
Włącz/wyłącz (domyślnie) losowe budynki. Pamiętaj, że losowe budynki zajmują dużo pamięci.
- `--enable-random-objects, --disable-random-objects`
Włącz (domyślnie)/wyłącz losowe obiekty scenarii.
- `--enable-random-vegetation, --disable-random-vegetation`
Włącz (domyślnie)/wyłącz losową roślinność, taką jak drzewa. Wymaga karty graficznej obsługującej shadery GLSL, czego nie obsługują niektóre starsze lub mniej wydajne karty graficzne.
- `--enable-rembrandt, --disable-rembrandt`
Włącz/wyłącz (domyślnie) eksperymentalny silnik renderowania Rembrandt, który obejmuje ulepszone oświetlenie i cienie w czasie rzeczywistym. Wyklucza używanie silnika renderowania Atmosferycznego Rozpraszania Światła.

- `--enable-specular-highlight`, `--disable-specular-highlight`
Włącz (domyślnie)/wyłącz odbicia lustrzane na teksturowanych obiektach.
- `--enable-splash-screen`, `--disable-splash-screen`
Włącz (domyślnie)/wyłącz ekran powitalny podczas uruchamiania symulatora.
- `--enable-texture-cache`, `--disable-texture-cache`,
`--texture-cache-dir=ścieżka`
Włącz/wyłącz pamięć podręczną tekstur dla szybkiego wczytywania.
Dodatkowo za pomocą `--texture-cache-dir` można wskazać folder, w którym cache będzie przechowywany (domyślnie jest to `$FG_HOME/TextureCache`).
- `--enable-wireframe`, `--disable-wireframe`
Włącz/wyłącz (domyślnie) tryb rysowania siatki modeli 3D. Spróbuj tego, jeśli chcesz wiedzieć, jak wygląda wewnątrznie świat *FlightGear*!
- `--fog-disable`, `--fog-fastest`, `--fog-nicest`
Ustaw poziom mgły. Aby zmniejszyć obciążenie komputera podczas renderowania, odległe regiony scenarii zanikają domyślnie we mgle. Jeśli wyłączysz mgłę (`--fog-disable`), zwiększysz zasięg widoczności, kosztem liczby klatek na sekundę. Użycie `--fog-fastest` spowoduje wyświetlenie mniej realistycznej mgły i tym samym zwiększenie liczby klatek na sekundę. Domyślnie włączona jest opcja `--fog-nicest`.
- `--fov=stopnie`
Określ kąt pola widzenia. Wartość domyślna to 55 stopni.
- `--materials-file=plik`
Określ plik materiału używany do renderowanie scenarii.
Domyślnie: `$FG_ROOT/Materials/regions/materials.xml`.
- `--geometry=SzerokośćxWysokość`
Określ rozdzielczość okna (np.: `--geometry=1366x768`).
- `--max-fps=Hz`
Określ maksymalną liczbę renderowanych klatek na sekundę.
- `--shading-smooth`, `--shading-flat`
Użyj płynnego cieniowania (domyślnie) lub płaskiego cieniowania, które jest szybsze, ale mniej ładne.
- `--texture-filtering=wartość`
Skonfiguruj filtrowanie anizotropowe tekstur. Wartości to 1 (domyślnie), 2, 4, 8 lub 16.

- `--view-offset=xxx`

Umożliwia ustawienie domyślnego kierunku patrzenia do przodu jako odsunięcia od prostej. Możliwe wartości to `LEFT`, `RIGHT`, `CENTER` lub określona liczba w stopniach. Przydatne do wyświetlania w wielu oknach.

4.3.9 Opcje wyświetlacza przeziernego (HUD)

- `--enable-anti-alias-hud, --disable-anti-alias-hud`

Włącz/wyłącz antyaliasing dla HUD-a (**H**ead-**U**p **D**isplay).

- `--enable-hud, --disable-hud`

Włącz/wyłącz wyświetlanie HUD-a zaraz po uruchomieniu symulatora. Domyślnie HUD nie jest wyświetlany.

- `--enable-hud-3d, --disable-hud-3d`

Włącz/wyłącz wyświetlanie HUD-a w 3D. Domyślnie HUD wyświetla się w trybie 2D.

- `--hud-culled, --hud-tris`

HUD wyświetla procent odrzuconych trójkątów lub liczbę renderowanych trójkątów. Szczególnie przydatne dla programistów grafiki.

4.3.10 Opcje systemów samolotu

- `--adf1=[obrót:]częstotliwości, --adf2=[obrót:]częstotliwości`

Ustaw częstotliwość radia ADF1/ADF2, opcjonalnie poprzedzoną obrotem karty.

- `--com1=częstotliwości, --com2=częstotliwości`

Ustaw częstotliwość radia COM1/COM2.

- `--dme=nav1|nav2|częstotliwości`

Ustaw DME pod NAV1, NAV2 lub na określonej częstotliwości.

- `--failure=pitot|static|system|vacuum`

Ustaw awarię dla określonego systemu samolotu. Prawidłowe wartości to `pitot` (rutka pitota), `static` (układ ciśnienia statycznego), `vacuum` (pompa próżniowa), `electrical` (elektyka). Podaj tę samą opcję z innymi wartościami, aby uszkodzić wiele systemów.

- `--nav1=[radial:]częstotliwość, --nav2=[radial:]częstotliwość`

Ustaw częstotliwość radia NAV1/NAV2, opcjonalnie poprzedzoną radialem.

4.3.11 Opcje czasu

- `--enable-clock-freeze, --disable-clock-freeze`

Wyłącz/włącz upływ czasu. Włączenie zamrożenia czasu jest jednoznaczne z włączeniem pauzy.

- `--start-date-gmt=yyyy:mm:dd:hh:mm:ss,`
`--start-date-lat=yyyy:mm:dd:hh:mm:ss,`
`--start-date-sys=yyyy:mm:dd:hh:mm:ss`

Określ początkową, dokładną datę i godzinę. Te trzy funkcje różnią się tym, że jako punkt odniesienia przyjmują: czas Greenwich (`gmt`), lokalny czas w miejscu w którym startujesz (`lat`), albo czas Twojego systemu komputerowego (`sys`).

Opcje te nie zadziałają, gdy ustawisz

`--time-match-local` lub `--time-match-real`.

- `--time-match-local, --time-match-real`

Gdy ustawisz `--time-match-real` (ustawienie domyślne), czas dla symulatora jest odczytywany z zegara systemowego. Kiedy Twój wirtualny lot odbywa się w tej samej strefie czasowej, w której znajduje się Twój komputer, może to być pożądanym, ponieważ zegary są zsynchronizowane. Jednak gdy lecisz w innej części świata, może tak nie być, ponieważ istnieje przesunięcie czasu, między pozycją komputera a miejscem wirtualnego lotu.

Natomiast opcja `--time-match-local` dba o to, obliczając różnicę stref czasowych, między strefą czasową w świecie rzeczywistym a pozycją wirtualnego lotu. W ten sposób, czas w wirtualnym świecie będzie ustawiony na taką godzinę, jaka tam, w danej chwili, obowiązuje w rzeczywistości.

Niekompatybilne z opcjami:

`--start-date-gmt,`
`--start-date-lat,`
`--start-date-sys.`

- `--time-offset=[+/-]hh:mm:ss`

Określ przesunięcie czasu względem jednej z powyższych opcji czasu.

- `--timeofday=real|dawn|morning|noon|`
`afternoon|dusk|evening|midnight`

Ustaw porę dnia. Prawidłowe wartości to `real` (aktualny czas w danym miejscu), `dawn` (świt), `morning` (ranek), `noon` (południe), `afternoon` (popołudniu), `dusk` (zmrzch), `evening` (wieczór), `midnight` (północ).

4.3.12 Opcje sieciowe

- `--multiplay={in|out},Hz,host,port`

Określ ustawienia komunikacji dla trybu multiplayer. Pierwsze pole określa, czy ustawienia dotyczą komunikacji przychodzącej (in) czy wychodzącej (out). Drugie pole (hz) określa częstotliwość, z jaką mają być wysyłane dane. Trzecie pole (host) musi być ustawione na adres IP interfejsu sieciowego, którego *FlightGear* powinien używać do wysyłania/odbierania danych lub pozostawić puste, aby symulator mógł korzystać ze wszystkich dostępnych interfejsów. Czwarte pole (port) powinno być ustawione na wykorzystywany port (zwykle 5000). Zobacz Sekcję 6.1.

- `--callsign=nazwa`

Przypisz sobie unikalną nazwę (znak wywoławczy) dla trybu multiplayer. Znak wywoławczy musi mieć co najwyżej dziesięć znaków i może zawierać tylko cyfry, litery alfabety angielskiego, myślniki '-' i podkreślenia '_'; dłuższe znaki wywoławcze są obcinane, a znaki nie pasujące do wymienionych powyżej są zastępowane myślnikami.

- `--httpd=[host:]port, --telnet=port`

Włącz serwer http lub serwer telnet na określonym porcie, aby zapewnić dostęp do drzewa właściwości. Dla opcji `--httpd` host jest opcjonalny (domyślnie localhost).

- `--jpg-httpd=port`

Włącz serwer http zrzutów ekranu na określonym porcie. Ta opcja jest przestarzała, zamiast niej użyj `--httpd`.

- `--proxy=[user:password@]host:port`

Określ serwer proxy i port, który ma być używany. Nazwa użytkownika i hasło są opcjonalne; jeśli są obecne, powinny być podane jako skróty MD5.

- `--enable-fgcom, --disable-fgcom`

Włącz/wyłącz integrację z FGCom (głosowa komunikacja ATC).

4.3.13 Opcje trasy/punktów na trasie

- `--wp=ID[@wysokość]`

Wprowadź określony punkt trasy (VOR, NDB, FIX) do autopilota. Opcjonalna część `@wysokość` może służyć do określenia wysokości, na której należy przekroczyć dany punkt, np. `--wp=OKE@3000`. Można użyć tej opcji wielokrotnie do wprowadzenia kolejnych punktów trasy.

- `--flight-plan=plik`

Jest to wygodniejsze, jeśli masz wiele punktów trasy. Możesz określić plik, z którego chcesz je wszystkie odczytać.

4.3.14 Opcje I/O

Te opcje zostały wprowadzone dla zaawansowanych użytkowników.

Bardziej szczegółowe opisy poniższych parametrów I/O można znaleźć w pliku README.IO, w katalogu Docs, tam gdzie *FlightGear* jest zinstalowany.

- `--atlas=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu Atlas (używanego przez Atlas i *TerraSync*).
- `--atcsim=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu ATC Sim (atc610x).
- `--AV400=parametry`
Otwórz połączenie, aby sterować urządzeniem GPS Garmin serii 196/296.
- `--AV400Sim=parametry`
Otwórz połączenie, aby sterować GPS Garmin serii 400.
- `--generic=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu ogólnego (zdefiniowanego w XML).
- `--garmin=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu Garmin GPS.
- `--joyclient=parametry`
Otwórz połączenie z joystickiem Agwagon.
- `--jsclient=parametry`
Otwórz połączenie ze zdalnym joystickiem.
- `--native-ctrls=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu FG Native Controls (prześlij informacji o powierzchniach sterowych samolotu).
- `--native-fdm=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu FG Native FDM (prześlij informacji o modelu dynamiki lotu).
- `--native-gui=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu FG Native GUI.
- `--native=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu natywnego protokołu FG.

- `--nmea=parametry`
Otwórz połączenie za pomocą protokołu NMEA.
- `--opengc=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu OpenGC (oprogramowania służącego do renderowania wysokiej jakości szklanych kokpitów w symulatorach).
- `--props=parametry`
Otwórz połączenie za pomocą interaktywnego menedżera właściwości.
- `--pve=parametry`
Otwórz połączenie za pomocą protokołu PVE.
- `--ray=parametry`
Otwórz połączenie przy użyciu protokołu ruchomego krzesła Raya Woodwortha.
- `--rul=parametry`
Otwórz połączenie za pomocą protokołu RUL.

4.3.15 Opcje debugowania

Te opcje zostały wprowadzone dla zaawansowanych użytkowników.

- `--console`
Wyświetl konsolę (dla systemu Windows).
- `--enable-fpe`
Włącz przerwanie w przypadku wyjątku zmiennoprzecinkowego (*Floating Point Exception*).
- `--fgviewer`
Zamiast ładować cały symulator, załaduj lekki podgląd OSG (*OpenSceneGraph*). Przydatne do sprawdzania modeli samolotów.
- `--json-report`
Wydrukuj raport w formacie JSON na standardowym wyjściu, podając informacje, takie jak wersja *FlightGear*, `$FG_ROOT`, `$FG_HOME`, ścieżki samolotów i scenerii, itp.
- `--log-level=bulk|debug|info|warn|alert`
Ustaw minimalny poziom logowania. Poprawne wartości to `bulk`, `debug`, `info`, `warn`, `alert`. Rejestrowane są logi o ważności większej lub równej określonej wartości; pozostałe są odrzucane.

- `--log-class=all\none\ai\environment\flight\general\io\network\sound\terrainl...`

Rejestruj tylko te zdarzenia, które należące do określonych klas logera (`all` rejestruje wszystkie zdarzenia, `none` nie rejestruje żadnego). Można określić wiele klas, oddzielając je przecinkami lub potokiem (znakiem `|`), na przykład: `--log-class=ai,flight` lub `--log-class=ai|flight`.

- `--log-dir=katalog`

Zapisz plik logów w podanym katalogu. Jeśli katalog będzie wskazywał na pulpit, to logi zostaną zapisywane na pulpicie. Ta opcja może być podana kilka razy, za każdym razem używając innego katalogu. Wewnątrz określonego katalogu, plik logów będzie miał nazwę `FlightGear_RRRR-MM-DD_num.log`, gdzie `RRRR-MM-DD` to bieżąca data, a `num` to liczba progresywna zaczynająca się od 0.

- `--prop:[type:]name=value`

Ustaw właściwość `name` na wartość `value`.

Przykład: `--prop:/engines/engine[0]/running=true` – ustawi samolot z uruchomionymi silnikami.

Inny przykład, tankowanie Cessny na krótki lot:

```
--aircraft=c172p
--prop:/consumables/fuels/tank[0]/level-gal=10
--prop:/consumables/fuels/tank[1]/level-gal=10
```

Opcjonalnie możesz określić typ właściwości (`double`, `string`, `boolean`).

- `--trace-read=parametry`

Śledź odczyty dla właściwości; można użyć tej opcji wielokrotnie dla różnych właściwości.

- `--trace-write=parametry`

Śledź zapisy dla właściwości; można użyć tej opcji wielokrotnie dla różnych właściwości.

- `--developer`

Włącz tryb programisty.

4.4 Obsługa joysticka

Czy możesz sobie wyobrazić pilota w swojej Cessnie sterującego maszyną za pomocą samej klawiatury? Aby uzyskać właściwe uczucie lotu, potrzebujesz joysticka/wolantu i pedałów steru kierunku.

FlightGear ma zintegrowaną obsługę joysticków, czyli automatycznie wykrywa każdy dołączony joystick, wolant lub pedały. Po prostu podłącz joystick i uruchom symulator.

Możesz zobaczyć, jak *FlightGear* skonfigurował Twój joystick, wybierając z menu *Plik* → *Konfiguracja joysticka*. To okno dialogowe pokazuje nazwę Twojego joysticka oraz ustawienia każdego z przycisków i osi sterujących. Możesz nacisnąć przycisk lub wychylić joystick, aby zobaczyć dokładnie, jakie sterowanie jest przypisane.

Jeśli masz pospolity joystick, istnieje duże prawdopodobieństwo, że ktoś już skonfigurował dla niego specyficzną konfigurację i po prostu możesz lecieć! Jeśli chcesz zmienić konfigurację konkretnego przycisku/osi, po prostu edytuj ją za pomocą okna dialogowego *Konfiguracja joysticka*.

Jeśli Twój joystick jest bardziej nietypowy, *FlightGear* domyślnie użyje do niego prostej konfiguracji. Aby zmienić konfigurację, po prostu użyj okna dialogowego *Konfiguracja joysticka*, aby przypisać właściwą akcję dla każdego przycisku lub osi. Konfiguracja zacznie działać natychmiast i zostanie zapisana, tak aby joystick był gotowy na Twoje kolejne loty.

Rozdział 5

Podczas lotu: wszystko o instrumentach, klawiaturze i menu

Poniżej znajdziesz opis głównych systemów, które pozwalają sterować programem i pilotować samolot. Zakładamy, że masz pewne podstawowe pojęcie o lataniu albo masz już może doświadczenie z innymi symulatorami. Jeśli jesteś zupełnie początkującym pilotem, samouczki w Sekcji 7, [Samouczki](#) są lepszym źródłem nauki latania we *FlightGear*.

W katalogu instalacyjnym znajdziesz ulotkę do wydrukowania, z głównymi skrótami klawiaturowymi:

```
FlightGear/Docs/FGShortRef.pdf
```

Dodatkowo, menu *Pomoc* w symulatorze, zawiera opis najważniejszych skrótów klawiaturowych.

5.1 Uruchomienie silnika

Przed rozpoczęciem lotu, w zależności od typu samolotu, może być konieczne uruchomienie silnika/ów. Poniższe instrukcje są ogólne, dlatego zapoznaj się z pomocą lub samouczkami dotyczącymi samolotu (menu *Pomoc*), aby uzyskać bardziej szczegółowe instrukcje.

Po uruchomieniu silnika sprawdź, czy hamulce postojowe są zaciągnięte. Jeśli tak, naciśnij klawisz **B**, aby je zwolnić.

5.1.1 Samoloty tłokowe

W samolotach z silnikiem tłokowym, iskrowniki są sterowane za pomocą klawiszy **{** oraz **}**. W większości samolotów rozrusznik włącza się za pomocą klawisza **s**. W samolotach wielosilnikowych możesz wybrać silniki, którymi chcesz sterować. Użyj klawisza **~**, aby wybrać wszystkie silniki naraz. Większość iskrowników ma 4 pozycje: OFF, LEFT, RIGHT i BOTH. Aby więc uruchomić wybrany silnik, naciśnij trzykrotnie klawisz **}** (aby przestawić iskrowniki na BOTH), a następnie przytrzymaj **s**.

Należy pamiętać, że procedura uruchamiania myśliwców z czasów II wojny światowej, jest często bardziej złożona. Szczegółowe informacje można znaleźć w pomocy danego samolotu.

5.1.2 Samoloty turbośmigłowe

Uruchamianie silnika turbośmigłowego, zwykle wymaga po prostu przestawienia dźwigni mieszanki (*Condition Lever*) z pozycji *OFF* na *Idle*, za pomocą klawisza **m**.

5.1.3 Samoloty odrzutowe

Uruchomienie odrzutowca jest zwykle dość skomplikowane i różni się znacznie w zależności od modelu.

1. Ustaw dźwignię *Cutoff* na pozycję *ON*
2. Włącz rozrusznik
3. Gdy obroty turbiny N1 osiągną około 5 %, dźwignię *cutoff* przestaw z powrotem na pozycję *OFF*
4. Gdy silnik osiągnie obroty robocze, wyłączyć rozrusznik

5.2 Sterowanie klawiaturą

Chociaż najlepszym sposobem na czerpanie przyjemności z *FlightGear* jest używanie joysticka / wolanta i pedałów steru kierunku, to możesz także latać używając samej klawiatury lub w połączeniu z myszką, jak opisano poniżej. Niezależnie od preferowanego sposobu sterowania samolotem, niektóre czynności można wykonać tylko za pomocą klawiatury.

Przypisania klawiszy nie są zakodowane na stałe i można je zmieniać. Możesz sprawdzić przypisania klawiszy w pliku `keyboard.xml`, który znajduje się w katalogu instalacyjnym *FlightGear*. To jest zwykły plik tekstowy, czytelny dla człowieka. Nie zalecamy modyfikować plików w katalogu instalacyjnym, ale na bazie tego pliku, możesz stworzyć własny, w dowolnej lokalizacji, i dołączyć go za pomocą opcji wiersza poleceń `--config=ścieżka/twoj-plik-keyboard.xml`. Chociaż edycja tego pliku może nie być łatwa dla początkujących, bardziej zaawansowani użytkownicy mogą przypisać sobie klawisze tak aby pasowały do ich upodobań, czy też innych symulatorów. Pamiętaj także, że każdy samolot może mieć także zdefiniowane własne przypisania klawiszy, które należy szukać w katalogu danego samolotu.

5.2.1 Sterowanie samolotem

Aby mieć pełną kontrolę nad samolotem za pomocą klawiatury, upewnij się, że `NumLock` jest włączony, a okno *FlightGears* jest aktywne (tj. ma fokus).

Następujące klawisze powodują odchylenie powierzchni sterowych samolotu oraz sterującą przepustnicą:

Klawisze numeryczne	Akcja
9 / 3	Siła ciągu
4 / 6	Lotki
8 / 2	Ster wysokości
0 / Enter	Ster kierunku
5	Lotki oraz stery wysokości i kierunku w pozycji neutralnej
7 / 1	Trymowanie steru wysokości

Tabela 1: Podstawowe sterowanie samolotem

Następujące klawisze sterują silnikami:

Klawisz	Akcja
!	Wybierz pierwszy silnik
@	Wybierz drugi silnik
#	Wybierz trzeci silnik
\$	Wybierz czwarty silnik
~	Wybierz wszystkie silniki
{	Przekręć iskrownik w lewo dla wybranego silnika
}	Przekręć iskrownik w prawo dla wybranego silnika
s (przytrzymaj)	Uruchom rozrusznik dla wybranego silnika
M / m	Zubóżyć/wzbogacić mieszankę dla wybranego silnika
N / n	Zmniejsz/zwiększ obroty śmigła dla wybranego silnika

Tabela 2: Klawisze sterujące silnikiem

Następujące klawisze sterują drugorzędnymi systemami samolotu:

Klawisz	Akcja
b (przytrzymaj)	Hamulce wszystkich kół
, / . (przytrzymaj)	Hamulec lewego/prawego koła (przydatne dla hamowania różnicowego)
l	Włącz/wyłącz blokadę koła ogonowego
B	Włącz/wyłącz hamulec postojowy
g/G	Podnieś/opuść podwozie
Spacja	<i>Push To Talk (PTT)</i> – „naciśnij aby mówić” (dla komunikacji głosowej)
-	Otwórz menu chata dla trybu multiplayer
_	Napisz wiadomość tekstową na chat'cie multiplayer
[/]	Wsuń/wysuń klapy
j / k	Wsuń/wysuń spojłery
Ctrl-B	Zastosuj/schowaj hamulce aerodynamiczne

Tabela 3: Drugorzędna kontrola samolotu

5.2.2 Sterowanie symulatorem

Aby zmienić kierunek patrzenia, musisz wyłączyć NumLock. Mamy następujące skróty klawiszowe:

Klawisze numeryczne	Kierunek patrzenia
Shift-8	Na wprost
Shift-7	Na lewo/wprost
Shift-4	Na lewo
Shift-1	Na lewo/w tył
Shift-2	Do tyłu
Shift-3	Na prawo/w tył
Shift-6	Na prawo
Shift-9	Na prawo/wprost

Tabela 4: *Kierunki patrzenia*

Dodatkowo, następujące klawisze pozwalają na sterowanie wyświetlaniem:

Klawisz	Akcja
P	Włącz/wyłącz tablicę przyrządów
c	Przełącz między kokpitem 3D a 2D (o ile samolot oferuje oba)
S	Przełącz między pełną a minimalną tablicą przyrządów
Ctrl-C	Włącz/wyłącz zaznaczenie klikalnych elementów kokpitu
h	Włącz/zmień kolor/wyłącz HUD
H	Zmień jasność HUD
i / I	Zmień informacje wyświetlane na HUD
x / X	Zbliżenie/oddalenie widoku
Ctrl-X	Przywróć domyślne oddalenie
v / V	Przełącz na następny/poprzednik widok
Ctrl-V	Wróć do widoku pilota
z / Z	Zwiększ/zmniejsz widoczność (mgłę)
F10	Schowaj/pokaż menu główne
Shift-F10	Włącz/wyłącz tryb pełnoekranowy

Tabela 5: *Opcje wyświetlania*

Klawisz	Akcja
p	Zapauzuj/odpauzuj symulację
a / A	Przyspiesz/spowolnij symulację
t / T (przytrzymaj)	Przestaw zegar do przodu/do tyłu (symulacja płynie normalnie)
Ctrl-R	Włącz powtórkę
F3	Zapisz zrzut ekranu do pliku
ESC	Zamknij symulator

Tabela 6: *Ogólne sterowanie symulatorem.*

5.2.3 Sterowanie autopilotem

FlightGear obsługuje dwa typy autopilota – ogólny autopilot, który działa ze wszystkimi statkami powietrznymi (nawet tymi, które normalnie nie mają autopilota) oraz autopilot specyficzny dla danego samolotu, którym steruje się z kokpitu.

Podstawowym autopilotem można sterować za pomocą następujących klawiszy:

Klawisz	Akcja
Backspace	Włącz/wyłącz autopilota
Ctrl-A	Włącz/wyłącz utrzymywanie wysokości (<i>ALT HOLD</i>)
Ctrl-G	Włącz/wyłącz przechwycenie ścieżki schodzenia (<i>GS</i>)
Ctrl-H	Włącz/wyłącz utrzymywanie kursu (<i>HDG</i>)
Ctrl-N	Włącz/wyłącz tryb nawigacji na VOR/Localizer (<i>NAV</i>)
Ctrl-S	Włącz/wyłącz automatyczną przepustnicę
Ctrl-T	Włącz/wyłącz tryb utrzymywania wysokości nad terenem (<i>AGL Hold</i>)
Ctrl-U	Zwiększ wysokość o 1000 stóp
F6	Przełącz tryb kursu (<i>HDG</i>) na kurs rzeczywisty (<i>true heading</i>)
F11	Pokaż okno autopilota
8 / 2	Zmniejsz/zwiększ nastaw utrzymywanej wysokości (<i>ALT HOLD</i>), skok co 100 stóp
4 / 6	Zmień nastaw kursu (<i>HDG</i>) dla autopilota o 1 stopień w lewo/prawo
9 / 3	Regulacja automatycznej przepustnicy

Tabela 7: Sterowanie autopilotem.

Skrót klawiaturowy **Ctrl-t** jest szczególnie interesujący, ponieważ sprawia, że Twój samolot zachowuje się jak pocisk manewrujący i podąża za terenem. **Ctrl-u** może się przydać w nagłych wypadkach, np. gdy widzisz, że zaraz się rozbijesz.

5.3 Sterowanie myszką

Oprócz wybierania elementów menu i klikania elementów w kokpicie, myszka ma też inne, ważne zastosowania we *FlightGear*.

Istnieją trzy tryby pracy myszki: normalny (jako wskaźnik do klikania), tryb sterowania lotem i tryb rozglądania się. Możesz przełączać się między trybami za pomocą klawisza **Tab**.

5.3.1 Tryb normalny

W trybie normalnym można klikać elementy w menu oraz klikalne elementy w kokpicie. Ten tryb można rozpoznać po normalnym kursorze strzałki.

Aby wcisnąć przycisk, czy przestawić przełącznik, po prostu kliknij go lewym lub środkowym przyciskiem myszki.

Aby regulować pokrętle, np. na panelu radia lub przesunąć przepustnicę, kliknij po jego lewej stronie, aby zmniejszyć wartość, lub po prawej, aby ją zwiększyć. Kliknięcie lewym przyciskiem myszy, wykona małą regulację, a środkowym, większą. Niektóre elementy sterujące, takie jak radio, również obsługują kółko myszki, podczas gdy inne, takie jak przepustnice, obsługują przeciąganie myszką z wciśniętym lewym przyciskiem.

Wciśnięcie **Ctrl-c** podświetli wszystkie klikalne elementy samolotu.

5.3.2 Tryb sterowania samolotem

W trybie sterowania samolotem, poruszając myszką, można oddziaływać na powierzchni sterowe samolotu. Ten tryb można rozpoznać po tym, że kursor myszy wyświetla się jako krzyżyk.

W tym trybie poruszanie myszką w lewo lub w prawo, steruje lotkami, tak aby przechylić samolot na skrzydło. Poruszanie myszką do przodu i do tyłu steruje sterem wysokości, czyli zmienia pochylenie samolotu.

Przytrzymanie lewego przycisku myszy zmienia zachowanie, w taki sposób, że poruszanie myszką w lewo / w prawo będzie odchyłać ster kierunku. Natomiast przytrzymanie środkowego przycisku myszy i przesuwanie jej do przodu / do tyłu będzie sterować przepustnicą.

I jeszcze, kręcąc kółkiem myszki można trzymać ster wysokości.

Tryb sterowania myszką jest szczególnie przydatny, jeśli nie masz joysticka, ponieważ zapewnia znacznie lepszą kontrolę nad samolotem, niż używanie samej klawiatury. Jeśli zamierzasz regularnie używać myszy do sterowania samolotem, zaleca się włączenie automatycznej koordynacji, aby lotki były połączone ze sterem kierunku. Można to zrobić za pomocą dodania opcji `--enable-auto-coordination` podczas uruchamiania symulatora lub za pomocą *Launchera*, zaznaczając opcję *Włącz automatyczną koordynację*.

5.3.3 Tryb rozglądania się

W trybie widoku można rozglądać się za pomocą myszy. Ten tryb można rozpoznać po tym, że kursor zmienia się na dwukierunkowe strzałki – lewo / prawo.

W tym trybie, po prostu ruszanie myszą, przesuwa i obraca kamerą w bieżącym widoku. Jest to szczególnie przydatne podczas rozglądania się po kokpicie lub wyglądanania przez okno. Kółko przewijania może służyć do przybliżania lub oddalania widoku. Kliknięcie lewym przyciskiem myszy przywraca widok z powrotem do pozycji początkowej, np. w kokpicie patrzenie na wprost.

Przytrzymanie środkowego przycisku myszy i poruszanie nią, umożliwia przesuwanie kamery w lewo / w prawo oraz w górę / w dół. Poruszanie myszą, przy jednoczesnym wciśnięciu środkowego przycisku i klawisza **Ctrl**, pozwala przesuwać kamerę do przodu i do tyłu.

5.4 Pozycje w menu głównym

Pasek menu zapewnia dostęp do różnych opcji symulatora oraz samolotu. Wiele samolotów ma własną pozycję w menu, z wieloma opcjami umożliwiającymi skonfigurowanie samolotu czy też pozwalającymi na automatyczne uruchomienie silników. Menu dla samolotu można znaleźć na końcu paska menu głównego, najczęściej występuje jako nazwa samolotu, który wybraliśmy do lotu.

Aby wyświetlić lub ukryć pasek menu, naciśnij klawisz **F10**. Możesz także wyświetlić ukryte menu automatycznie, po prostu przesuając kursor myszy na górę ekranu. W opcjach widoków możesz też włączyć auto-ukrywanie paska menu.

Pasek menu zawiera następujące menu i opcje:

- **Plik**

- **Reset (Shift-Esc)** – resetuje lot, przydatne gdy chcesz zacząć od początku lub gdy coś pójdzie nie tak.
- **Flight Recorder Control** – otwiera okno dialogowe, umożliwiające wczytywanie, zapisywanie i konfigurowanie nagrań lotu. Skrótów klawiaturowe **Shift-F1** i **Shift-F2** otwierają odpowiednio okna do wczytywania i zapisywania taśmy z nagrany lotem.
- **Zrzut ekranu (F3)** – zapisuje zrzut ekranu do pliku jako `fgfs-YYYYMMDDHHmmSS.png`.
- **Folder zrzutów ekranowych** – umożliwia ustawienie katalogu, w którym mają być zapisywane zrzuty ekranu.
- **Ustawienia dźwięków** – otwiera okno do konfiguracji głośności dla różnych kanałów dźwiękowych i określa, czy są one słyszalne na zewnątrz samolotu.
- **Konfiguracja myszki** – otwiera okno do konfiguracji myszki.
- **Konfiguracja joysticka** – otwiera okno do konfiguracji joysticka i innych kontrolerów, w tym przypisania osi sterowych i przycisków.
- **Pobieranie scenerii** – otwiera okno do konfiguracji automatycznego pobierania scenerii przez Internet, przy użyciu funkcji *TerraSync*.
- **Centrum samolotów (Eksperymentalne)** – umożliwia zarządzanie i zmienianie samolotów z poziomu symulatora. Jest to opcja eksperymentalna, więc może zawierać błędy.
- **Zakończ (Esc)** – zamyka program.

- **Widok**

- **Przełącz pełny ekran (Shift-F10)** – przełącza między wyświetlaniem symulatora w oknie, a wyświetlaniem na pełnym ekranie.
- **Opcje renderowania** – otwiera okno dialogowe do konfiguracji różnych opcji graficznych. Można tutaj włączyć efekty przyjemne dla oka, takie jak cienie, chmury 3D i odbicia lustrzane, kosztem płynności animacji. Aby pomóc sobie w osiągnięciu dobrej równowagi, włącz opcję *Show frame rate* w menu *Widok* → *Opcje widoku*, która wyświetli, w prawym dolnym rogu ekranu, bieżącą liczbę klatek na sekundę. Większość ludzi uważa, że do latania wystarczy około 20 klatek na sekundę. Na liczbę klatek na sekundę mają wpływ efekty graficzne, aktualna widoczność (ustawiona klawiszami **z / Z**), liczba obiektów do wyrenderowania i ich poziom szczegółowości (*LOD*).
- **Opcje widoku** – otwiera okno do konfiguracji różnych opcji dla widoków, np, które widoki mają być aktywne, czy ma być wyświetlana liczba klatek na sekundę, wiadomości czatu, itp.
- **Opcje widoku z kokpitu** – otwiera okno do konfiguracji widoku z kokpitu, takie jak ruchy głowy pilota, zaciemnienie z powodu wysokiej siły G i zaczerwienienia w wyniku ujemnej siły G.

- **Dostosuj poziom szczegółów (LOD)** – otwiera okno do ustawienia zakresów, w których wyświetlane są różne poziomy szczegóły. Ma to wpływ na tekstury i obiekty wyświetlane w symulatorze.
- **Położenie pilota** – otwiera okno do dostosowania pozycji kamery dla widoku pilota. Alternatywnie, możesz dokonać niewielkich przesunięć kamery za pomocą myszki (patrz Sekcja 5.3.3, Tryb rozglądania się).
- **Dostosuj HUD** – otwiera okno do konfiguracji wyświetlacza przeziernego (*Head-Up Display*), gdzie możemy ustawić przezroczystość, jasność, antyaliasing, tryb 3D, czy format wyświetlanych współrzędnych geograficznych.
- **Wy/Wył znaczniki ścieżki podejścia** – wyświetla wirtualne znaczniki, które poprowadzą Cię na pas startowy, prawidłową ścieżką podejścia. Przydatne, jeśli masz trudności z prawidłowym ustawieniem się podczas podejścia do lądowania.
- **Powtórka (Ctrl-R)** – uruchamia tryb powtórki. Dobre narzędzie do oglądania swoich lądowań!
- **Earthview Orbital Rendering** – otwiera okno do konfiguracji i włączenia renderowania Ziemi z orbity, w oparciu o kolekcję obrazów *NASA Visible Earth*.
- **Opcje wyświetlania 3D** – otwiera okno do skonfigurowania wyświetlania stereoskopowego, używając czerwono-zielonych okularów lub innych metod wyświetlania.

- **Pozycja**

- **W powietrzu** – otwiera okno, gdzie możesz ustawić samolot w dowolnym punkcie w powietrzu. Musisz wskazać znany Ci punkt naziemny, np. lotnisko, VOR, NDB, FIX, lotniskowiec, współrzędne geograficzne, a następnie możesz określić przesunięcie względem tego punktu, na zadaną odległość, kierunek, wysokość. Możesz także ustawić prędkość początkową, azymut, kąt schodzenia. Jest to przydatne, np. do ćwiczenia podejść do lądowania.
- **Wybierz lotnisko** – otwiera okno do wyszukiwania lotnisk w celu przeniesienia tam samolotu. Możesz tutaj wyszukać wszystkie lotniska, wybrać pas startowy albo miejsce parkingowe, z którego chcesz rozpocząć. Dodatkowo jest to dobre miejsce do sprawdzenia wielu informacji o danym lotnisku, jak rzeczywisty METAR, częstotliwości dla komunikacji czy nastawy ILS, elewacja, długości pasów, itp. Jest tu też mapa lotniska z zaznaczonymi miejscami parkingowymi i pobliskimi pomocami nawigacyjnymi.
- **Losowa orientacja** – ustawia samolot wg losowego kursu, prędkości i położenia. Przydatne do ćwiczeń wychodzenia z nietypowych sytuacji.
- **Lokalizacja wieży** – otwiera okno dialogowe, w którym możesz wybrać lotnisko, z którego wieża kontroli lotów będzie używana w widoku *Tower View* i *Tower View Look From*. Domyślnie zaznaczona jest opcja automatycznego wybierania wieży z najbliższego lotniska.

- **Autopilot** – to menu jest dostępne tylko dla samolotów, które mają skonfigurowany domyślny autopilot. Niektóre samoloty mogą mieć własnego autopilota, którym zarządza się z poziomu kokpitu. W takim przypadku to menu jest nieaktywne.

- **Ustawienia autopilota (F11)** – otwiera okno dialogowe do zarządzania autopilotem. Możesz ustawić autopilota na wiele różnych sposobów – od prostego utrzymywania skrzydeł w poziomie, po podążanie za ILS.
- **Planowanie lotu** – otwiera okno do planowania i zarządzania trasą przelotu. Tutaj możesz określić lotnisko początkowe, lotnisko końcowe (razem z pasami i procedurami SID i STAR), wysokość i prędkość na etapie przelotu, oraz możesz dodać/usunąć dowolne punkty trasy, jak VOR, NDB, FIX, lotnisko, współrzędne geograficzne. Opcjonalnie dla każdego punktu trasy możesz określić restrykcję co do wysokości przelotu nad danym punktem. Kierunek, odległość i czas do aktualnego punktu trasy mogą być wyświetlane na HUD-zie.
- **Poprzedni punkt nawigacyjny** – aktywuje poprzedni punkt na trasie, autopilot będzie nawigował do tego punktu.
- **Następny punkt nawigacyjny** – aktywuje następny punkt na trasie, autopilot będzie nawigował do tego punktu.

- **Środowisko**

- **Pogoda** – otwiera okno dialogowe, które pozwala ustawić pogodę. Można tutaj wybrać spośród wielu predefiniowanych warunków pogodowych lub skorzystać z rzeczywistej prognozy pogody, zgłaszanej przez najbliższą stację meteorologiczną (zwykle lotnisko) za pośrednictwem depechy METAR, lub możesz sam napisać własny METAR, wg którego zostanie ustawiona pogoda w symulatorze. Poza tym możesz tutaj wybrać silnik pogody: podstawowy (*Basic Weather*), który dokładnie określa lokalne warunki, lub zaawansowany (*Detailed Weather*), który symuluje rozległe systemy pogodowe, kosztem lokalnej dokładności.
- **Ustawienia środowiska** – otwiera okno, w którym można skonfigurować sezon (lato lub zimę) oraz warunki co do gruntu, takie jak poziom śniegu, lodu, wilgotności i zapylenia. Są to tylko efekty graficzne, które nie mają wpływu na pogodę.
- **Czas** – otwiera okno, w którym można ustawić aktualny czas w symulatorze, przyspieszyć symulację, a także zmienić szybkość, z jaką upływa czas w symulatorze. Wyświetla również czas UTC jak i czas lokalny.
- **Ustawienia pożarów** – otwiera okno, w którym można skonfigurować, czy katastrofy lotnicze spowodują realistyczne pożary lasów, które mogą się rozprzestrzeniać, a następnie mogą być gaszone przez samoloty pożarnicze.
- **Volcanoes** – otwiera okno dialogowe do aktywowania pobliskich wulkanów.

• Wyposażenie

- **Mapa** – wyświetla ruchomą mapę, pokazując pozycję samolotu, lotniska, pomoce nawigacyjne, itp.
- **Mapa (Canvas)** – wyświetla alternatywną ruchomą mapę, na którą mogą być naniesione różne warstwy (płótna), takie jak mapy topograficzne (OpenStreetMaps, STAMEN), OpenAIP, VRF, itp.
- **Mapa (otwiera przeglądarkę)** – wyświetla alternatywną ruchomą mapę w przeglądarce internetowej (wymaga działania wewnętrznego serwera WWW – można to zrobić uruchamiając symulator z opcją, np.: `--httpd=8080`).
- **Stoper** – wyświetla prosty stoper, przydatne w nawigacji.
- **Paliwo i ładunek** – otwiera okno, w którym można ustawić poziom paliwa, dla każdego zbiornika i aktualny ładunek samolotu (pasażerami i/lub towarem/bagażami). Dostępne tylko w niektórych samolotach.
- **Radio (F12)** – otwiera okno, w którym można ustawić częstotliwości dla komunikacji radiowej i nawigacyjnej.
- **Ustawienia GPS** – otwiera okno, w którym można skonfigurować punkty trasy i wyświetlić informacje o kursie dla GPS.
- **Ustawienia przyrządów** – otwiera okno, które pozwala na ustawienie ciśnienia dla wysokościomierza (zarówno w hPa jak i w inHg) oraz skorygować dryf żyroskopowego wskaźnika kursu.

- **Awarie losowe** – otwiera okno, w którym można skonfigurować losową awarię różnych systemów i przyrządów samolotu, ustawiając średni czas między awariami (*MTBF – Mean Time Between Failure*) lub średnia liczba cykli między awariami (*MCBF – Mean Cycles Between Failure*).
- **Awarie systemów** – konfiguruje losową awarię systemów samolotu, takich jak system próżniowy, ciśnienie statyczne, rurkę pitota, system elektryczny, powierzchnie sterowe, podwozie, klapy, hamulce aerodynamiczne, silniki, itp.
- **Awarie przyrządów** – konfiguruje losową awarię określonych instrumentów samolotu, takich jak: prędkościomierz, wysokościomierz, wariometr, zakrętomierz, żyroskopowy wskaźnik kursu, kompas i wszelka radio nawigacja.

- **AI**

- **Ruch AI oraz ustawienia scenariuszy** – otwiera okno, w którym można włączyć / wyłączyć ruch samolotów sterowany przez komputer oraz można tutaj włączyć aktywne scenariusze SI.
- **ATC w zasięgu** – wyświetla częstotliwości komunikacji ATC dla pobliskich lotnisk.
- **Ustawienia skrzydłowego** – pozwala na konfigurację skrzydłowych sterowanych przez komputer (w zależności od samolotu).
- **Ustawienia latającej cysterny** – pozwala dynamicznie dodać tankowiec dla uzupełnienia paliwa w powietrzu, o ile Twój samolot to obsługuje. Więcej szczegółów można znaleźć w Sekcji 6.8, [Tankowanie w powietrzu](#).
- **Ustawienia rękawa** – pozwala kontrolować rękawy dla samolotów liniowych, na niektórych lotniskach.
- **AI Objects** – pozwala wybrać obiekt SI, aby wyświetlić jego własne okno dialogowe do sterowania.

- **Multiplayer**

- **Ustawienia trybu multiplayer** – umożliwia włączenie trybu wieloosobowego poprzez ustawienie znaku wywoławczego i serwera.
- **Ustawienia FGCom** – pozwala skonfigurować komunikację głosową z innymi użytkownikami trybu wieloosobowego.
- **Chat** – umożliwia pisemną rozmowę z innymi użytkownikami w trybie wieloosobowym.
- **Menu chata (-)** – umożliwia wysyłanie predefiniowanych wiadomości na czat do innych użytkowników lub ATC w trybie wieloosobowym. Niektóre pozycje menu zawierają podmenu.
- **Lista pilotów** – wyświetla listę pilotów znajdujących się w zasięgu, w trybie wieloosobowym, wraz z ich znakiem wywoławczym, odległością, kursem i wysokością.
- **Wybór lotniskowca MP** – wyświetla listę dostępnych lotniskowców w trybie wieloosobowym.

- **Ustawienia opóźnień** – otwiera okno dialogowe umożliwiające korekcję w opóźnieniach sieci.
- **Połączenie swift** – otwiera okno dialogowe umożliwiające połączenie się z aplikacją swift zainstalowaną uprzednio, np. na Twoim komputerze, a ta z kolei umożliwia łączenie się z innymi sieciami jak VATSIM.
- **Debug** – menu to zawiera różne opcje dla deweloperów, wykraczające poza zakres tego podręcznika.
- **Pomoc**
 - **Pomoc (w przeglądarce)** – otwiera stronę pomocy w oknie przeglądarki.
 - **Przeglądarka dokumentacji** – otwiera okno z dokumentacją w symulatorze, opisującą konfigurację opartą o trzewo właściwości – dla zaawansowanych użytkowników.
 - **Dla tego samolotu (?)** – wyświetla informacje specyficzne dla aktualnie czytanego statku powietrznego, jak specjalne skróty klawiaturowe, prędkości referencyjne, opisy jak latać, itp.
 - **Checklista samolotu** – wyświetla okno z listami kontrolnymi dla wybranego samolotu, o ile są dostępne.
 - **Klawisze sterowania** – otwiera okno z ogólnymi skrótami klawiaturowymi do sterowania samolotem.
 - **Podstawowe klawisze symulatora** – otwiera okno z podstawowymi klawiszami do sterowania symulatorem.
 - **Samouczki** – umożliwia rozpoczęcie samouczka w symulatorze dla aktualnie czytanego samolotu. Jest to dostępne tylko w niektórych samolotach. Szczegółowe informacje można znaleźć w samouczkach poniżej.
 - **O programie** – wyświetla informacje o aktualnej wersji *FlightGear*, wersjach podsystemów, silnika graficznego, numer builda i rewizji, oraz informacje o karcie graficznej.

5.5 Tablica przyrządów

Samoloty w ramach *FlightGear* mogą mieć zarówno dwuwymiarową, jak i trójwymiarową tablicę przyrządów. Trójwymiarowy kokpit zapewnia znacznie bardziej realistyczny widok, ale może być mniej czytelny na małych monitorach.

Domyślna Cessna 172P (c172p) ma zarówno trójwymiarowy, jak i dwuwymiarowy kokpit. Kokpit 3D jest aktywowany domyślnie po uruchomieniu *FlightGear*, ale możesz wyświetlić panel 2D poprzez włączenie opcji *Show 2D Panel* wybierając z menu *Widok* → *Opcje widoku* lub naciskając kombinację klawiszy **P**.

W kokpicie 3D, wszystkie dźwignie, pokręta i przełączniki, można obsługiwać za pomocą myszki. Aby przełączyć coś w kokpicie, wystarczy to kliknąć lewym / środkowym przyciskiem myszy. Niektóre instrumenty (szczególnie radia) i wszelkie pokręta, można obracać za



Rysunek 5.1: Kokpit 3D Cessny 172P Skyhawk (1982).

pomocą kółka myszki. Inne elementy sterujące (takie jak przepustnica) można również przeciągać trzymając lewy przycisk myszy, albo przewijać rolką myszy, albo po prostu klikać lewym / środkowym przyciskiem myszy.

Na panelu 2D, w przypadku pokręteł, środkowy przycisk myszy wprowadza większą zmianę (większy skok, ale mniej precyzyjny) niż lewy przycisk (mały skok, ale precyzyjny). Na panelu 2D, kliknięcie prawej strony pokręta zwiększy wartość, a kliknięcie lewej strony pokręta zmniejszy wartość. Za pomocą **Ctrl-c** można wyświetlić sobie klikalne strefy.

5.6 Wyświetlacz przezierny (*Head-Up Display, HUD*)

FlightGear zawiera także wyświetlacz przezierny, z ang. *HUD (Head-Up Display)*. HUD-y są zazwyczaj spotykane w samolotach wojskowych i niektórych odrzutowcach. Jednak *FlightGear* pozwala na używanie HUD-a we wszelkich samolotach, także lotnictwa ogólnego. Aby aktywować HUD, naciśnij klawisz **h**.

HUD pokazany na Rys. 5.2 wyświetla wszystkie główne parametry lotu samolotu. W środku znajduje się wskaźnik pochylenia (w stopniach). Powyżej mamy wskaźnik wychylenia lotek, a podniżej wskaźnik wychylenia steru kierunku. Odpowiedni wskaźnik dla steru wysokości wraz ze wskaźnikiem trymu, znajdują się po lewej stronie skali pochylenia. Na samym dole znajduje się prosty wskaźnik koordynacji zakrętu.

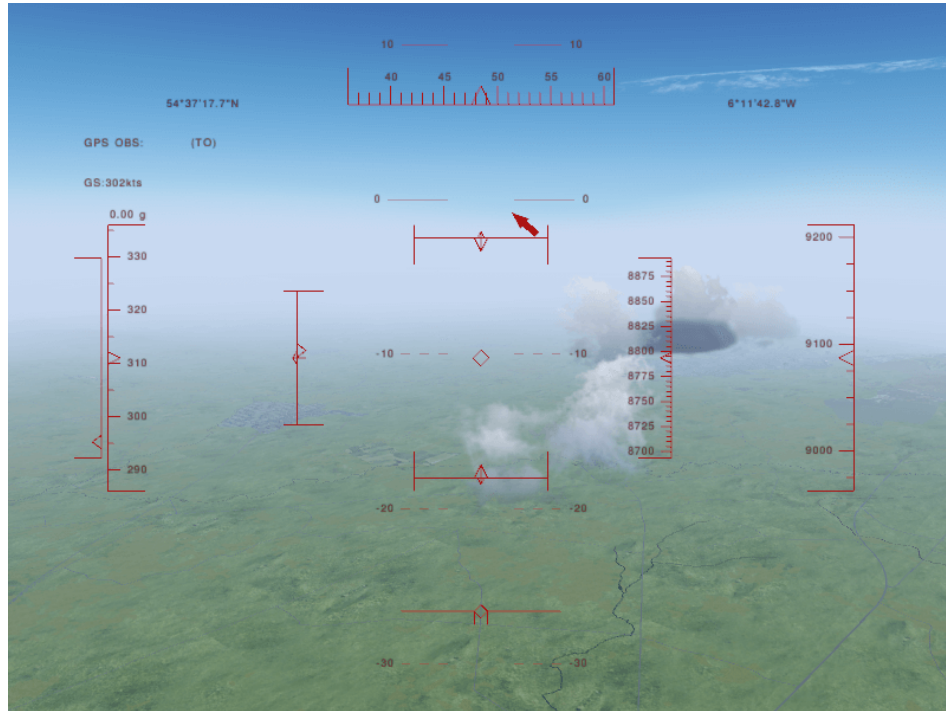
Najbardziej na lewo, znajdują się dwie skale: wewnętrzna wyświetla prędkość (w węzłach), podczas gdy zewnętrzna wskazuje położenie przepustnicy. Dwie skale, najbardziej położone po prawej stronie, wyświetlają wysokość – wewnętrzna pokazuje wysokość nad ziemią, a zewnętrzna wysokość nad średnim poziomem morza, obie w stopach.

Poza tym HUD zawiera dodatkowe informacje w górnym obszarze. Po lewej stronie znajdziesz informacje z GPS-a, prędkość względem ziemi i siłę przeciążenia. Na gorze jest również

wyświetlana Twoja aktualna pozycja jako długość i szerokość geograficzna oraz kurs.

Duża strzałka wskazuje na aktywną wieżę kontroli lotów.

Możesz zmienić kolor HUD-a używając klawisza **H** lub **h**. Natomiast klawisze **i** / **I** zmieniają wyświetlane informacje.



Rysunek 5.2: Wyświetlacz przezierny (HUD).

Rozdział 6

Funkcjonalności

FlightGear zawiera wiele specjalnych funkcjonalności, z których niektóre nie są oczywiste dla nowego użytkownika. W tej sekcji opisano, niektóre z tych bardziej zaawansowanych funkcji, jak je włączyć i jak z nich korzystać.

Wiele funkcjonalności jest w ciągłym rozwoju, więc zawarte tutaj informacje mogą nie być całkowicie aktualne. Aby uzyskać najnowsze informacje (i nowe funkcjonalności), zobacz Wiki *FlightGeara*, dostępne pod adresem <https://wiki.flightgear.org>.

6.1 Tryb wieloosobowy

FlightGear obsługuje środowisko dla wielu graczy, umożliwiając dzielenie się wirtualnym niebem z innymi pilotami. Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat serwera i zobaczyć, kto jest online (i dokąd lata), zobacz świetną mapę dla trybu multiplayer, dostępną pod adresem: <http://mpmap02.flightgear.org>

Kliknij zakładkę `server`, na dole, aby zobaczyć listę serwerów dla wielu graczy.

6.1.1 Szybki start

Możesz połączyć się z serwerem multiplayer z okna dialogowego, które uruchomisz z menu *Multiplayer* → *Ustawienia trybu multiplayer*. Po prostu wybierz serwer najbliższy Twojej lokalizacji, wprowadź znak wywoławczy (który będzie widoczny dla innych graczy) i kliknij przycisk **Connect**.

Aby zobaczyć listę innych pilotów znajdujących się w okolicy, wybierz z menu *Multiplayer* → *Lista pilotów*.

Wszystkie standardowe serwery multiplayer są ze sobą połączone, więc nie ma potrzeby wybierania tego samego serwera co osoby, z którymi chcesz latać.

6.1.2 Inne metody

Jeśli łączysz się z niestandardowym serwerem lub powyższa metoda nie działa, możesz również połączyć się za pomocą poniższych metod.

Używając *Launchera*

W programie uruchomieniowym (*Launcher*), idź do zakładki *Ustawienia*, tam jest sekcja dotycząca trybu wieloosobowego. Z rozwijanej listy, możesz wybrać istniejący serwer lub skonfigurować dostęp ręcznie, wybierając *Własny serwer*. Ta ostatnia opcja wymaga podania nazwy hosta i portu, w formacie `nazwa-hosta:port`.

Powinieneś także skonfigurować znak wywoławczy, aby się zidentyfikować. Może mieć on do 7 znaków.

Używając wiersza poleceń

Podstawowe argumenty, które należy przekazać do `fgfs` dla trybu wieloosobowego, są następujące:

```
--multiplay=out,10,<server>,<portnumber>
--multiplay=in,10,<client>,<portnumber>
--callsign=<anything>
--enable-ai-models
```

gdzie:

1. `<portnumber>` to numer portu serwera TCP, np.: 5000.
2. `<server>` to nazwa serwera multiplayer, np.: `mpserver01.flightgear.org`.
3. `<client>` to nazwa Twojego komputera lub adres IP interfejsu sieciowego używanego przez *FlightGear* do łączenia się z serwerem – nawet jeśli jest to lokalny adres typu 192.168.x np.: 192.168.0.1
4. `<callsign>` to znak wywoławczy, po którym będziesz identyfikowany, np.: N-FGFS (do 7 znaków).

Po uruchomieniu symulatora, powinieneś zobaczyć siebie na mapie (wspomnianej powyżej). Jeśli nie, sprawdź, czy w konsoli są komunikaty o błędach oraz zapoznaj się z sekcją *Rozwiązywanie problemów*, poniżej.

6.1.3 Rozwiązywanie problemów

Aby tryb multiplayer zadziałał, potrzebujesz informacji o adresie IP Twojego komputera i możliwości komunikacji z serwerem. Sposób uzyskania tych informacji zależy od tego, jak łączysz się z Internetem, co zostało opisane poniżej.

Jeśli łączysz się z Internetem przez modem USB

Po pierwsze, musisz znać swój publiczny adres IP dla sieci, w której będziesz korzystać z trybu wieloosobowego. Jeśli połączenie internetowe odbywa się za pośrednictwem modemu ADSL, podłączanego bezpośrednio do komputera za pomocą USB, znalezienie adresu IP powinno być

możliwe na stronie <https://www.whatismyip.com>. Zwróć uwagę, że Twoje publiczne IP może się zmieniać od czasu do czasu – jeśli multiplayer przestanie działać, w pierwszej kolejności sprawdź ponownie swoje IP.

Jeśli łączysz się z Internetem przez router Ethernet

Inną możliwością jest to, że łączysz się z Internetem przez pewien rodzaj routera, który podłączony jest do komputera przez kabel Ethernet (złącze RJ-45, podobne kształtem do większości zachodnich wtyczek telefonicznych) lub bezprzewodowo (Wi-Fi). Musisz znaleźć adres IP tego interfejsu sieciowego.

W Linuxie wystarczy wpisać w terminalu polecenie `ifconfig` (może wymagać praw roota). Wyświetli się lista interfejsów sieciowych, ten zaczynający się od `lo` możesz zignorować. Poszukaj czegoś takiego jak `eth0` lub `wlan0` i przejrzyj blok tekstu pod kątem `inet`. Bezsrednio po tym nastąpi adres IP, którego szukasz, np.: `inet 192.168.0.150`.

W systemie Windows 10, kliknij menu Start, wpisz `cmd` i uruchom aplikację „Wiersz polecenia”. W wyświetlonym oknie terminala wpisz `ipconfig`. Przy pozycji IPv4 Address wyświetli się Twój adres IP.

Jeśli nadal nie działa

Zaufaj mi! MUSISZ podać swój lokalny adres IP znajdujący się za routerem, aby gra wieloosobowa działała.

Powinieneś sprawdzić, czy firewall nie powoduje problemów – wyłącz go tymczasowo lub dodaj wyjątek, aby zezwolić na połączenia przychodzące na porcie 5000.

Jeśli to nadal nie działa, poproś na kanale IRC *FlightGear*, a ktoś powinien być w stanie pomóc.

6.2 Lotniskowce

FlightGear obsługuje operacje na lotniskowcach, zarówno u wybrzeży USA (np. Nimitz i Vinson w San Francisco), jak i na Morzu Śródziemnym (np. Eisenhower i Foch). Lotniskowce wyposażone są w działającą katapultę, liny aerofiniszera, windy, TACAN i FLOLS.

We *FlightGear* jest kilka samolotów obsługujących lotniskowce, ale dla początkujących, prawdopodobnie najłatwiej jest rozpocząć od Seahawk.

6.2.1 Uruchamianie na lotniskowcu

Aby ustawić samolot na lotniskowcu podczas uruchamiania, użyj następujących opcji wiersza poleceń:

```
--carrier=Nimitz --aircraft=seahawk
```

Zwróć uwagę na wielką literę „N” w nazwie „Nimitz”.

Jeśli korzystasz z *Launchera*, możesz wybrać lotniskowiec w zakładce *Lokalizacja*. Wróć do strony wyszukiwania lotniska, i kliknij tam przycisk z ikoną statku, w prawym górnym rogu (po

prawej stronie pola wyszukiwania). Spowoduje to wyświetlenie listy dostępnych lotniskowców i pozwoli ustawić pozycję startową, na pokładzie lotniskowca lub w powietrzu. Alternatywnie, idź do zakładki *Ustawienia* i w sekcji *Dodatkowe usatwienia* wpisz powyższe opcje.

6.2.2 Wystrzelenie się z katapulty

Po uruchomieniu *FlightGear* należy upewnić się, że hamulce postojowe są wyłączone a następnie nacisnąć i przytrzymać kombinację klawiszy **L**, aby ustawić się na torze startowym. Musisz przytrzymać **L** tak długo, aż usłyszysz komuniat *Engaged*. Powinieneś zauważyć, że samolot jest zestrojony z katapultą i do niej przymocowany specjalnymi uchwytami. Stanie się tak tylko wtedy, gdy samolot będzie wystarczająco blisko katapulty; wskazówka: w przypadku domyślnej pozycji startowej, nos Seahawka powinien znajdować się mniej więcej na poziomie „bańki” obserwacyjnej pokładu.

Aby ustawić lotniskowiec w możliwie najlepszej pozycji do startu, idź do menu *AI* → *AI Objects*. W nowym oknie wybierz lotniskowiec, na którym się znajdujesz (w tym przypadku Nimitz) i kliknij **OK**. Otworzy się nowe okno do sterowania lotniskowcem. Wybierz opcję *Turn to launch course* i potwierdź przyciskiem **Apply** lub **OK**. Powinieneś teraz zauważyć, że lotniskowiec zacznie ustawiać się pod wiatr, i co naturalne, pokład może się nieco przechylać podczas skręcania. Zanim przejdziesz do następnego etapu, powinieneś poczekać, aż ten manewr się zakończy, a pokład się ustabilizuje.

Będąc przyczepionym do katapulty, należy ustawić przepustnicę na pełną moc, upewnić się, że hamulec postojowy jest zwolniony, a wszystkie elementy sterujące lotem są w odpowiedniej pozycji do startu (w Seahawk, drążek trzymany prosto na siebie). Kiedy będziesz gotów, naciśnij kombinację klawiszy **C**, aby zwolnić katapultę. Twój samolot zostanie wystrzelony do przodu. Teraz powinieneś schować podwozie i być w stanie powoli się wznosić, uważając, aby nie przeciągnąć.

6.2.3 Znalezienie lotniskowca – TACAN

Znalezienie lotniskowca na rozległych, otwartych wodach, może być bardzo trudne, zwłaszcza jeśli widoczność jest słaba. Aby pomóc w tym zadaniu, Nimitz jest wyposażony w TACAN, który pozwala odpowiednio wyposażonemu samolotowi (w tym Seahawk) uzyskać zasięg i namiar na lotniskowiec. Najpierw musisz ustawić odpowiedni kanał TACAN, w tym przypadku 029Y, w oknie dialogowym radia (klawisz **F12** lub z menu wybierz *Wyposażenie* → *Radio*). Powinieneś, jeśli jesteś w zasięgu, zauważyć, że instrument DME pokazuje Twoją odległość od lotniskowca, a instrument ADF (obok DME w Seahawk) powinien wskazywać kurs do lotniskowca. Skręć we wskazany kierunek a na tarczy DME, powinieneś zobaczyć, że zbliżasz się do lotniskowca.

Kody TACAN innych lotniskowców znajdziesz pod adresem:

<https://wiki.flightgear.org/Howto:Carrier>

6.2.4 Lądowanie na lotniskowcu

To najtrudniejsza część operacji, tak jak w prawdziwym życiu. Poradnik Andy'ego Rossa dotyczący obsługi A4 Skyhawk może być pomocny. Dostępny jest pod następującym adresem:

https://wiki.flightgear.org/A-4F_Skyhawk_Operations_Manual

Po zlokalizowaniu lotniskowca za pomocą TACAN, należy ustawić się w jednej linii z tylną częścią pokładu. Ponieważ ta część pokładu jest ustawiona pod kątem do kursu statku, może być konieczne częste korygowanie ustawienia. Upewnij się, że samolot jest w prawidłowej konfiguracji do podejścia (menu *Pomoc* → *Dla tego samolotu* powinno zawierać przydatne dane dla samolotu którym lecisz) oraz że podwozie i hak są opuszczone.

Podczas zbliżania się, powinieneś zobaczyć, po lewej stronie pokładu, zestaw kolorowych świateł FLOLS (z ang. *Fresnel Lens Optical Landing System*). Wskazują one Twoją pozycję na ścieżce schodzenia. Zobacysz poziomy rząd zielonych świateł, a gdy jesteś prawidłowo na ścieżce schodzenia, pomarańczowe światło (nazywane na niektórych okrętach „klops”) mniej więcej w jednej linii z zielonymi światłami. Przy prawidłowym podejściu, „klops” pojawia się w jednej linii z zielonymi światłami. Jeśli jesteś za wysoko, to jest powyżej, a kiedy jesteś za nisko, to „klops” jest poniżej zielonej linii. Jeśli jesteś bardzo nisko, „klops” zmieni kolor na czerwony. Jeśli lecisz prawidłowo, tj. tak aby utrzymać „klops” w jednej linii z zielonymi światłami, powinieneś złapać hakiem, linę numer 3.

Lądowanie na lotniskowcach jest często określane jako „kontrolowane zderzenie” i nie powinieneś tracić czasu na załamanie i delikatnie umieszczenie samolotu na pokładzie, tak jak w przypadku lądowania konwencjonalnego – najważniejsze jest, aby złapać linę aerofinisera.

Natychmiast gdy koła dotkną pokładu, powinieneś otworzyć przepustnicę do pełnej mocy, na wypadek gdybyś ominął liny i musiał odejść na drugi krąg; liny utrzymają samolot, jeśli je złapiesz, nawet przy pełnej mocy.

Jeśli chcesz, możesz następnie podnieść windy (w oknie sterowania lotniskowcem – menu *AI* → *AI Objects* → *<Twój lotniskowiec>*, zaznacz odpowiednie pole *Elevator*), podkołować do jednej z wind, opuścić ją (odznacz pole *Elevator*) i następnie kołować do hangaru.

Nie zniechęcaj się, jeśli na początku nie odniesiesz sukcesu – nie jest to łatwy manewr do opanowania. Jeśli po krótkiej praktyce uznasz, że Seahawk jest zbyt łatwy, możesz zasiąść za sterami Seafire, i podjąć wyzwanie!

6.3 Atlas

Atlas to aplikacja typu „ruchoma mapa” dla *FlightGear*. Wyświetla samolot w odniesieniu do terenu, wraz z lotniskami, pomocami nawigacyjnymi i częstotliwościami radiowymi.

Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej:

<http://atlas.sourceforge.net>

6.4 Wiele ekranów

FlightGear obsługuje wiele ekranów. Korzystając z prostego języka XML, można skonfigurować wiele „kamer podrzędnych”, dzięki czemu można używać wielu monitorów do wyświet-

tlania jednego, dużego widoku symulatora, albo mając trzy monitory, podzielić widok tak aby każdy monitor wyświetlał inną kamerę. Na przykład środkowy monitor może pokazywać widok na wprost, a dwa dodatkowe monitory pod kątem na boki.

Informacje na temat konfiguracji wielu monitorów, wraz z przykładami, można znaleźć w pliku `README.multiscreen`, który znajduje się w katalogu `docs` instalacji *FlightGear*.

6.5 Wiele komputerów

Dzięki bardzo elastycznemu podsystemowi I/O, *FlightGear* umożliwia uruchomienie wielu instancji symulatora i połączenie ich poprzez sieć, tak aby obsługiwały ten sam lot. Dzięki temu, na różnych komputerach można wyświetlać zupełnie różne widoki i elementy sterujące w ramach tego samego lotu, tym samym odciążając komputer główny, który np. zajmie się przeliczaniem modelu dynamiki lotu. W połączeniu z obsługą wielu monitorów, można stworzyć bardziej wyrafinowane środowisko z oddzielnymi wyświetlaczami, osobno z widokiem na krajobraz, osobny widok na panele kokpitu, a nawet można wydzielić oddzielną stacją kontrolną, umożliwiającą np. instruktorowi włączyć awarię instrumentów, zmienić pogodę, itp.

Przykładem tego jest projekt kokpitu 747:

https://ftp.igh.cnrs.fr/pub/flightgear/www/Projects/747-JW/747_project.html

6.5.1 Podstawowa koncepcja

Każda instancja *FlightGear* może obsługiwać pojedynczy ekran. Ze względu na złożoność grafiki oraz modelu dynamiki lotu, *FlightGear* bardzo mocno obciąża procesor. Dlatego uruchamianie wielu instancji *FlightGear* na tej samej maszynie nie jest zalecane.

Będziesz więc potrzebował osobnego komputera do każdego widoku symulacji, który chcesz wyświetlić, w tym panel z instrumentami. Komputery te, oczywiście muszą być połączone w sieć i dla uproszczenia powinny znajdować się w tej samej podsieci.

Jeden z komputerów powinien być wyznaczony jako maszyna główna. Ten komputer będzie obsługiwał model dynamiki lotu i będzie podłączony do elementów sterujących, takich jak wólan/joystick i pedały. Aby zmaksymalizować wydajność, maszyna obsługująca model dynamiki lotu, powinna wyświetlać prosty widok, zazwyczaj będzie to panel z instrumentami.

Wszystkie inne komputery są wyznaczone jako pomocnicze. Mogą być używane wyłącznie do celów wyświetlania grafiki 3D. Odbierają one informacje o modelu lotu od komputera głównego.

6.5.2 Konfiguracja podstawowa

Tworzenie podstawowej konfiguracji dla wielu wyświetlaczy jest proste. Główny komputer musi rozgłaszać informacje o modelu dynamiki lotu jak i kontroli nad samolotem, do komputerów pomocniczych. Odbywa się to za pomocą następujących opcji wiersza poleceń:

```
--native-fdm=socket, out, 60, <IP-secondary>, 5505, udp  
--native-ctrls=socket, out, 60, <IP-secondary>, 5506, udp
```

Powinieneś zmienić `<IP-secondary>` na adres IP Twojego komputera pomocniczego. Ustalenie adresu IP Twojego komputera zależy od systemu operacyjnego; jak to zrobić dla sieci LAN, możesz zobaczyć w Sekcji 6.1.3. Jeśli masz wiele pomocniczych komputerów, możesz skopiować te dwie opcje w wierszu poleceń tyle razy, ile potrzebujesz, zmieniając tylko pole `<IP-secondary>` odpowiednio dla każdego pomocniczego komputera.

Po uruchomieniu komputera głównego, możesz uruchomić komputery pomocnicze. Muszą one nasłuchiwać informacji dostarczanych przez komputer główny, a także muszą mieć wyłączony, własny model dynamiki lotu:

```
--native-fdm=socket,in,60,,5505,udp
--native-ctrls=socket,in,60,,5506,udp
--fdm=null
```

6.5.3 Konfiguracja zaawansowana

Opcje wymienione powyżej, po prostu pokażą ten sam widok na obu komputerach. Prawdopodobnie będziesz chciał również ustawić następujące opcje wiersza poleceń na większości komputerów pomocniczych:

```
--enable-full-screen (full screen for sdl or windows)
--prop:/sim/menubar/visibility=false (hide menu bar)
--prop:/sim/ai/enabled=false (disable AI ATC)
--prop:/sim/ai-traffic/enabled=false (disable AI planes)
--prop:/sim/rendering/bump-mapping=false
```

Jeśli używasz głównego komputera do wyświetlania tylko panelu z instrumentami, upewnij się, że Twój samolot ma panel pełnoekranowy (Cessna 172 ma taki) lub stwórz go samodzielnie, i użyj następujących opcji na komputerze głównym, aby odciążyc go z renderowania świata zewnętrznego:

```
--enable-panel
--disable-hud
# switch off rendering the world:
--prop:/sim/rendering/draw-mask/terrain=false
--prop:/sim/rendering/draw-mask/aircraft=false
--prop:/sim/rendering/draw-mask/models=false
--prop:/sim/rendering/draw-mask/clouds=false
```

6.6 Nagrywanie i odtwarzanie

Oprócz funkcji Powtórki w symulatorze, możesz nagrywać swój lot w celu późniejszej analizy lub obejrzenia powtórki za pomocą systemu I/O. Szczegóły techniczne dotyczące zapisywania określonych informacji modelu dynamiki lotu można znaleźć w pliku

```
$FG_ROOT/Docs/README.protocol.
```

Aby nagrać lot, użyj następujących opcji wiersza poleceń:

```
--generic=file,out,20,flight.out,playback
```

Spowoduje to zapis stanu modelu dynamiki lotu z częstotliwością 20 Hz (20 razy na sekundę) przy użyciu protokołu *playback* i zapisanie go do pliku *flight.out*.

Aby odtworzyć to później, użyj następujących opcji wiersza poleceń:

```
--generic=file,in,20,flight.out,playback
--fdm=external
```

Plik protokołu *playback.xml* nie zawiera informacji, takich jak typ samolotu, pora dnia, dlatego należy używać tego samego zestawu opcji wiersza poleceń, co podczas nagrywania.

6.7 Przetwarzanie tekstu na mowę z Festival

FlightGear obsługuje przetwarzanie tekstu na mowę (z ang. *Text To Speech, TTS*) dla wiadomości ATC i samouczków, poprzez silnik TTS *Festival* (<http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festival/>). Jest on dostępny w wielu dystrybucjach Linuxa i można go łatwo zainstalować w systemie *Cygnin Windows*. W chwili pisania tego tekstu wsparcie na inne platformy jest nieznane.

6.7.1 Instalacja systemu Festival

1. Zainstaluj *Festival*. Niektóre dystrybucje Linuxa (takie jak Ubuntu 20.04) mają pakiety dostępne do zainstalowania w swoich menedżerach pakietów. W przeciwnym razie, zainstaluj ze strony <http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festival/>.
2. Sprawdź, czy *Festival* działa. *Festival* posiada bezpośredni interfejs z konsoli. Poniżej pokazane są tylko istotne wiersze. Zwróć uwagę na nawiasy!

```
$ festival
festival> (SayText "FlightGear")
festival> (quit)
```

3. Sprawdź, czy *MBROLA* jest zainstalowana. Ponownie, możesz mieć szczęście i znaleźć odpowiedni pakiet w menedżerze pakietów swojej dystrybucji. W przeciwnym razie zainstaluj *MBROLA* z oficjalnej strony projektu:

<https://github.com/numediart/MBROLA>

MBROLA jest opcjonalna, więc możesz ją pominąć, jeśli chcesz. Ale wtedy nie możesz użyć bardziej realistycznych głosów :(

Uruchom *MBROLA* z opcją wyświetlenia pomocy, aby sprawdzić, czy działa:

```
$ mbrola -h
```

6.7.2 Uruchamianie FlightGear ze wsparciem głosowym

Najpierw uruchom serwer *Festival*:

```
$ festival --server
```

Teraz uruchom *FlightGear* z włączoną obsługą głosową. Możesz to zrobić, dodając następującą opcję do wiersza poleceń:

```
--prop:/sim/sound/voices/enabled=true
```

Oczywiście możesz umieścić tę opcję w swoim osobistym pliku konfiguracyjnym. Nie oznacza to, że zawsze będziesz musiał używać *FlightGear* razem z *Festival*. Jeżeli nie uruchomisz *Festival*, to w oknie terminala pojawi się tylko kilka komunikatów o błędach, i to wszystko. Nie możesz włączyć podsystemu głosowego, gdy *FlightGear* jest uruchomiony.

Aby sprawdzić, czy wszystko działa, skontaktuj się z ATC KSFO za pomocą klawisza `'`. Powinieneś najpierw usłyszeć głos **Twojego** komunikatu (i zobaczyć tekst w kolorze żółtym, u góry ekranu), następnie powinieneś usłyszeć odpowiedź ATC, innym głosem (i zobaczyć ją w kolorze jasnozielonym).

6.7.3 Rozwiązywanie problemów

W niektórych dystrybucjach Linuxa, dostęp do *Festival* jest ograniczony, wtedy możesz otrzymać poniższy komunikat:

```
client(1) Tue Feb 21 13:29:46 2006 : \  
  rejected from localhost.localdomain  
not in access list
```

Szczegóły na ten temat można znaleźć pod adresem:

http://www.festvox.org/docs/manual-2.4.0/festival_28.html.

Możesz wyłączyć ograniczenia dostępu dla `localhost` i `localhost.localdomain`, dodając następujące elementy do pliku `.festivalrc`, znajdującego się w katalogu `$HOME`:

```
(set! server_access_list ' ("localhost"))  
(set! server_access_list ' ("localhost.localdomain"))
```

Możesz też, po prostu, całkowicie wyłączyć listę dostępu:

```
(set! server_access_list nil)
```

Umożliwi to połączenia z dowolnego miejsca, i powinno zadziałać, jeśli komputer znajduje się za firewallem.

6.7.4 Instalowanie dodatkowych głosów

Obawiam się, że to może być trochę uciążliwe. Możesz to pominąć, jeśli jesteś zadowolony z domyślnego głosu. Najpierw znajdź katalog, w którym *Festival* przechowuje dane. Wszystkie dane *Festival* trafiają do współdzielonego drzewa katalogów, tak samo jak dla *FlightGear*. Może to być `/usr/local/share/festival/` na systemach UNIX-owych. Na razie nazwiemy ten katalog `$FESTIVAL`.

1. Sprawdź, które głosy są dostępne – pierwsza, poniższa komenda, wyświetli dostępne głosy, następnie możesz je przetestować, dodając przedrostek `voice_`:

```
$ festival
festival> (print (mapcar (lambda (pair) (car pair)) \
                        voice-locations))
(kal_diphone rab_diphone don_diphone us1_mbrola \
 us2_mbrola us3_mbrola en1_mbrola)
nil
festival> (voice_us3_mbrola)
festival> (SayText "I've got a nice voice.")
festival> (quit)
```

2. Głosy dla *Festival* i wrappery *MBROLA* można pobrać tutaj:

<http://festvox.org/packed/festival/1.95/>

Głos *don_diphone* nie jest najlepszy, ale jest stosunkowo mały i dobrze nadaje się do statków powietrznych. Jeśli go zainstalujesz, katalog powinien mieć ścieżkę:

`$FESTIVAL/voices/english/don_diphone/`. Musisz także zainstalować dla niego `festlex_OALD.tar.gz`, w katalogu `$FESTIVAL/dicts/oald/` i uruchomić `Makefile` w tym katalogu (być może będziesz musiał dodać argument `--heap 10000000`, do polecenia `festival` w pliku `Makefile`).

3. Całkiem dobre głosy to `us2_mbrola`, `us3_mbrola` i `en1_mbrola`. W tym celu musisz zainstalować *MBROLA* (patrz wyżej), a także następujące wrappery:

```
festvox_us2.tar.gz
festvox_us3.tar.gz
festvox_en1.tar.gz
```

Głosy te zainstalują się w katalogach, np.: `$FESTIVAL/voices/english/us2_mbrola/`, itd. Dane głosowe należy jednak pobrać oddzielnie, z innej strony (patrz punkt 4).

4. Głosy *MBROLA* można pobrać ze strony pobierania *MBROLA* (patrz wyżej). Potrzebujesz głosy oznaczone jako `us2` i `us3`. Rozpakuj je w katalogach, utworzonych przez wrappery, takich jak `$FESTIVAL/voices/english/us2_mbrola/` (analogicznie dla `us3` i `en1`).

6.8 Tankowanie w powietrzu

Jak sama nazwa wskazuje, tankowanie w powietrzu (z ang. *Air-Air Refueling, AAR*) polega na tankowaniu samolotu (zwykle myśliwca odrzutowego, krótkiego zasięgu) za pomocą powietrznego tankowca, poprzez latanie w zwartym szyku. *FlightGear* zawiera kilka tankowców, z których każdy obsługuje jeden z dwóch systemów. Pierwszy obejmuje wysięgnik, który łączy się z odbiornikiem w samolocie tankującym (ang. *boom and receiver*). Drugi wypuszcza wąż, do którego tankowany samolot wkłada sondę (ang. *probe and drogue*).

Szereg samolotów obsługuje AAR, w tym Northrop T-38, Lightning F.1A, Douglas A4F Skyhawk, Vulcan, Handley Page Victor (który może również być tankowcem) i Grumman A-6E. Możesz sprawdzić, czy dany samolot obsługuje AAR, patrząc do menu *AI*. Jeśli pozycja *Ustawienia latającej cysterny* jest włączona, samolot obsługuje AAR.

6.8.1 Procedura

Aby ustawić AAR, po prostu uruchom *FlightGear* z samolotem obsługującym AAR. Wystartuj i wznies się na około 15 000 ft. Podczas przelotu na tej wysokości, otwórz menu *AI* → *Ustawienia latającej cysterny*, wybierz tankowiec z rozwijanej listy i kliknij **Request**. Spowoduje to pojawienie się powietrznego tankowca.

FlightGear zgłosi wysokość, kurs, prędkość i identyfikator TACAN tankowca. Zaprogramuj swój TACAN za pomocą identyfikatora TACAN zgłoszony przez tankowiec (poprzez okno dialogowe *Wyposażenie* → *Radio* lub ustaw go bezpośrednio w kokpicie). W zależności od samolotu, tankowiec może również pojawić się na twoim radarze. Jeśli potrzebujesz więcej pomocy w znalezieniu tankowca, możesz kliknąć **Get Position**, aby dowiedzieć się, gdzie znajduje się tankowiec względem Ciebie.

Skreć na odpowiedni kurs, kierując się namiarem TACAN (powinieneś spróbować podejścia z tyłu) odszukaj tankowiec na ekranie radaru lub nawigacji. W odległości około 5 nm należy zmniejszyć prędkość, tak aby lecieć około 20 węzłów szybciej niż tankowiec – „wolne wyprzedzanie”. Większe tankowce będą widoczne z około 10 nm, ale mniejsze mogą być widoczne nieco powyżej 1 nm. Jeśli zauważysz, że wyprzedzasz tankowiec, włącz hamulce aerodynamiczne.

Zbliź się do około 50 ft od tankowca (też nie za blisko, aby nie zderzyć się z samym tankowcem). Powinieneś zobaczyć w kokpicie wskazanie, że odbierasz paliwo (np. w samolocie Douglas A4F Skyhawk, wskaźnik poziomu paliwa świeci na zielono) oraz powinieneś zauważyć wzrost wskaźnika ilości paliwa. Jeśli nadal masz problemy ze stwierdzeniem, czy połączyłeś się z tankowcem, możesz włączyć opcję *Report refueling* w oknie *Air-to-Air refueling tanker*. Jeśli nadal masz trudności z połączeniem się z tankowcem, zwiększ *Contact radius* (promień kontaktu), aby manewr był bardziej tolerancyjny na brak precyzji.

Gdy zbiorniki są już pełne lub zatankowałeś tyle paliwa, ile chciałeś, zmniejsz ciąg, wycofaj się spod tankowca i kontynuuj planowany lot.

Pomyślne zatankowanie nie jest łatwe i wymaga wielu ćwiczeń, tak jak w prawdziwym życiu. Oto kilka pomocnych wskazówek dotyczących nawiązania kontaktu:

1. Podchodź do tankowca powoli. Bardzo łatwo jest go wyprzedzić i stracić orientację dokąd

poleciał.

2. Jeśli masz trudności z dopasowaniem prędkości tankowca z powodu zbyt czułej przepustnicy, spróbuj wysunąć hamulce aerodynamiczne. Będzie to wymagało większej mocy silników, aby osiągnąć tę samą prędkość, ale zmniejszy to czułość przepustnicy.
3. Dla ułatwienia sobie zadania, możesz użyć autopilota, aby utrzymać odpowiednią wysokość i / lub prędkość. Biorąc pod uwagę realizm, jest to oszustwo, chociaż NASA wykazała, że zaawansowany autopilot może wykonywać tankowanie w powietrzu bez interwencji pilota.
4. Pamiętaj, że wraz z otrzymywaniem paliwa, Twój samolot staje się coraz cięższy, a środek ciężkości się przesuwa, co wpływa na wyważenie samolotu.
5. Tankowiec lata po wyznaczonym torze, zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Chociaż można pozostać w kontakcie podczas zakrętów, łatwiej będzie poczekać, aż tankowiec ustawi się na nowym kursie przed uzupełnieniem paliwa. Tankowiec ostrzega o zamiarze skrętu.

6.8.2 Tankowanie w trybie wieloosobowym

W trakcie sesji wieloosobowej, można latać takimi tankowcami jak Boeing KC-135 lub Handley Page Victor. Piloci tych samolotów powinni używać znaku wywoławczego MOBIL1, MOBIL2 lub MOBIL3. Inne znaki są dopuszczalne, ale tylko te trzy mają przypisane kanały TACAN. Są to odpowiednio 060X, 061X i 062X.

Jeśli samolot tankujący, korzysta z modelu dynamiki lotu *YASim*, to nie ma żadnych komplikacji. Natomiast jeśli model dynamiki lotu oparty jest na *JSBSim*, to musisz upewnić się, że w konfiguracji samolotu nie ma tankowców SI. Oznacza to wyłączenie (wykomentowanie) wszystkich scenariuszy tankowania w odpowiednich plikach `aircraft-set.xml` oraz `preferences.xml`.

Tankowanie w trybie multiplayer, działa dokładnie tak samo jak tankowanie SI i jest fajnym wyzwaniem. Upewnij się, że połączenie sieciowe jest wolne od zakłóceń. System gry wieloosobowej, w pewnym stopniu, przewiduje pewne ruchy, gdy sieć traci pakiety, co może utrudniać lot w formacji.

Część III

Poradniki

Rozdział 7

Samuczki

Jeśli dopiero zaczynasz latać, korzystanie z zaawansowanego symulatora, takiego jak *FlightGear*, może wydawać się przytłaczające: masz do dyspozycji kokpit samolotu i niewielką ilość informacji o tym, jak nim latać.

W rzeczywistości, kiedy uczysz się latać, obok ciebie siedzi instruktor, który nauczy Cię podstaw i zapewni Ci bezpieczeństwo. Chociaż nie możemy zapewnić osobistego instruktora dla każdego wirtualnego pilota, dostępnych jest wiele samuczek, z których możesz skorzystać, aby nabrać wprawy.

7.1 Samuczki w trakcie lotu

FlightGear zawiera system samuczek, w których wirtualny instruktor prowadzi wirtualną lekcję latania. Różnią się one w zależności od samolotu, od prostych samuczek uczących jak uruchomić silniki w samolocie, po pełne lekcje uczące latania po raz pierwszy. Aby uzyskać dostęp do samuczek, wybierz z menu *Pomoc* → *Samuczki* i kliknij przycisk **Start Tutorial**.

System samuczek działa szczególnie dobrze z systemem zamiany tekstu na mowę *Festival* (6.7, [Przetwarzanie tekstu na mowę z Festival](#)).

Dla ułatwienia, uruchom samuczki z wyłączonymi samolotami SI. W przeciwnym razie, komunikaty kontroli ruchu lotniczego (ATC) mogą utrudniać usłyszenie instruktora. Idź do menu *AI* → *Ruch AI oraz ustawienia scenariuszy* i odznacz opcję *Enable AI traffic*.

Każdy samuczka składa się z kilku oddzielnych kroków, które należy wykonać. Twój instruktor przekazuje informacje, jak wykonać każdy krok oraz obserwuje, jak je wykonujesz, i udzieli dodatkowych wskazówek, gdy zajdzie taka potrzeba.

W ramach samuczka możesz poprosić instruktora o powtórzenie instrukcji, naciskając klawisz **+**. Możesz zapauzować samuczka w dowolnym momencie, używając klawisza **p**. Aby wyłączyć samuczka, idź do menu *Pomoc* → *Samuczki* i kliknij przycisk **Stop Tutorial**.

7.1.1 Samuczki dla Cessny 172P

Jeśli latasz po raz pierwszy, istnieje wiele samuczek dotyczących Cessny 172P, które mają nauczyć Cię podstaw latania, podobnie jak w prawdziwej szkole latania.

Samouczki odbywają się na dwóch Hawajskich lotniskach: *Hilo International Airport* (PHTO), oraz *Daniel K Inouye International Airport* (PHNL). Oba te lotniska są dostępne w pakiecie instalacyjnym *FlightGeara*. Aby rozpocząć samouczki, wybierz samolot *Cessna 172P* i lotnisko początkowe PHTO lub PHNL, używając *Launchera* lub wiersza poleceń:

```
fgfs --aircraft=c172p --airport=PHTO
```

Po załadowaniu symulatora, wybierz z menu *Pomoc* → *Samouczki*. Zostanie wyświetlone okno z listą dostępnych samouczków. Wybierz jeden z interesujących Cię samouczków (dla początkujących polecamy uruchamiać je od początku). Zostanie wyświetlony opis samouczka. Jeżeli odpowiada Ci dany samouczek, naciśnij przycisk **Start Tutorial**, aby go uruchomić. Teraz słuchaj uważnie instruktora i wykonuj jego polecenia. W ten sposób możesz się wiele nauczyć.

7.2 Poradniki FlightGear

Kolejne rozdziały zawierają szczegółowe poradniki dla *FlightGear*, które pomogą początkującym lotnikom zapoznać się pilotowaniem, od pierwszego wzbicia się w powietrze, do latania bez widoczności, polegając jedynie na przyrządach do nawigacji. Jeśli nigdy wcześniej nie latałeś małym samolotem, skorzystanie z poniższych rozdziałów stanowi doskonałe wprowadzenie do lotu.

Poza tym podręcznikiem, mamy jeszcze doskonały poradnik napisany przez Davida Megginsa – jednego z głównych twórców *FlightGear* – dotyczący podstaw latania w kręgu nadlotniskowym. Ten dokument zawiera wiele zrzutów ekranu, danych liczbowych, itp., i jest dostępny pod adresem:

<https://ftp.igh.cnrs.fr/pub/flightgear/www/Docs/Tutorials/circuit/>.

7.3 Inne poradniki

Istnieje wiele, nie związanych z *FlightGear*, konkretnych poradników, z których wiele ma zastosowanie w symulatorze. Po pierwsze, dość obszernym podręcznikiem tego typu jest „*Aeronautical Information Manual*”, opublikowany przez FAA (*Federal Aviation Administration*). Jest on dostępny pod adresem:

https://www.faa.gov/air_traffic/publications/.

To jest oficjalny przewodnik o podstawowych informacjach o locie i procedurach ATC, wydany przez FAA. Zawiera wiele informacji na temat zasad panujących podczas lotu, bezpieczeństwa lotów, nawigacji i nie tylko. Jeśli uznasz, że to zbyt trudne, możesz zajrzeć do „*FAA Training Book*”:

<http://avstop.com/AC/FlightTraingHandbook/>,

który obejmuje wszystkie aspekty lotu, począwszy od teorii lotu i obsługi samolotów, poprzez procedury takie jak start i lądowanie, aż po sytuacje awaryjne. To idealna lektura dla tych, którzy chcą nauczyć się podstaw lotu, ale nie chcą wydawać pieniędzy na drogie podręczniki pilota.

Chociaż wspomniany powyżej podręcznik jest doskonałym wprowadzeniem do zasad lotu z widocznością (*VFR – Visual Flight Rules*), nie obejmuje on latania wedle wskazań przyrządów (*IFR – Instrument Flight Rules*). Jednakże doskonałe wprowadzenie do nawigacji i lotu według przyrządów, napisane przez Charlesa Wooda, można znaleźć pod adresem:

[Flight Simulator Navigation \(PDF\)](#)¹.

Inną obszerną, ale czytelną, pozycją jest „*See how it flies*” Johna Denkera, dostępną pod adresem:

<https://www.av8n.com/how/>.

To prawdziwy podręcznik online, rozpoczynający od podstaw jak prawo Bernoulliego, siła ciągu i oporu, aż po rozdziały obejmujące nawet zaawansowane aspekty lotów VFR i IFR.

¹<https://static1.1.sqspcdn.com/static/f/1003521/14592887/1318406663403/Flight+Navigation.pdf>

Rozdział 8

Podstawowy poradnik symulatora lotu

8.1 Przedmowa

W lotnictwie jest pełno skrajności:

- Samolot jest dość delikatny i lata z dużymi prędkościami. Jednak jest to jedna z najbezpieczniejszych form transportu.
- Piloci muszą stale przestrzegać zasad i procedur. Jednak samolot jest symbolem wolności.
- Przy odrobinie szkolenia, latanie małym samolotem staje się łatwe. Jeśli jednak pojawi się problem, musisz być w stanie go rozwiązać w ciągu kilku sekund.
- Wiele poradników lotniczych jest napisanych z dużą dozą humoru. Jednak niepoważne traktowanie latania, szybko sprowadzi Cię na ziemię.

Samolot użyty w tym poradniku to [Cessna 172P](#) (patrz rys. 8.1). Jest to samolot używany w wielu prawdziwych szkołach lotniczych i jest przyjemny w pilotowaniu.

Poniższe odnośniki uzupełniają ten poradnik i zawierają odpowiedzi na większość pytań, które mogą się pojawić podczas czytania. W szczególności pierwszy z nich to dobre wprowadzenie do głównych komponentów i elementów sterujących samolotem:

- <https://www.gleimaviation.com/resources/free-downloads/>
- http://www.pilotfriend.com/training/flight_training/aero/principa.htm
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Flight_control_surfaces
- https://en.wikipedia.org/wiki/Airplane_flight_mechanics
- https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_engine_controls



Rysunek 8.1: Cessna 172P

- [Flight Simulator Navigation \(PDF\)](#)¹
- <http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com>

Ten poradnik jest tak dokładny, jak moja najlepsza wiedza, ale zakładam, że nieuchronnie zawiera pewne błędy. Z góry za nie przepraszam.

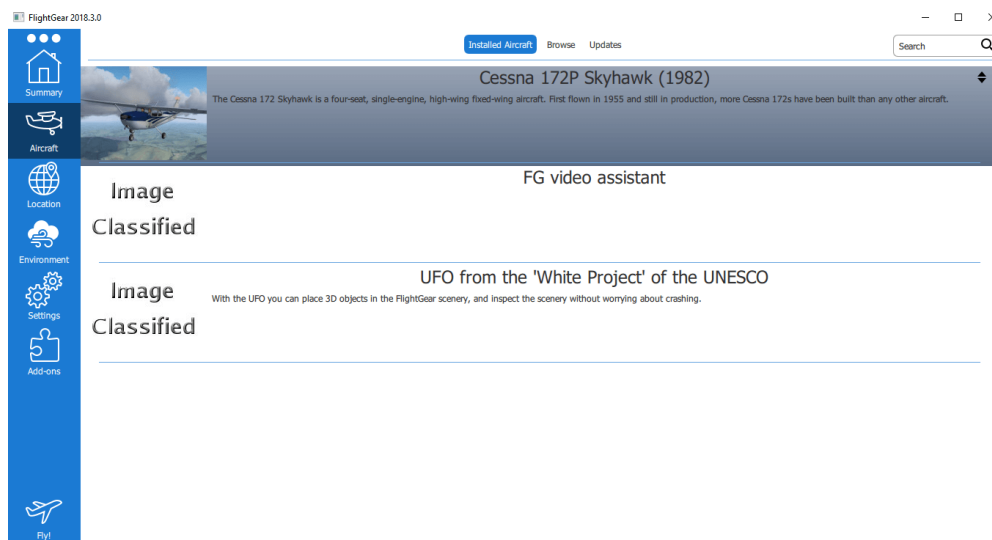
8.2 Uruchamianie

Istnieje wiele różnych sposobów uruchomienia *FlightGear* w zależności od Twojej platformy i/lub dystrybucji. Patrz Rozdział 4, [Start: Jak uruchomić program](#).

¹<https://static1.1.sqspcdn.com/static/f/1003521/14592887/1318406663403/Flight+Navigation.pdf>

8.2.1 Za pomocą Launchera

FlightGear ma *Launcher*, w którym możesz wybrać swój samolot i pozycję początkową. Wzdłuż lewej krawędzi wybierz zakładkę *Samolot*, a następnie wybierz samolot Cessna 172P Skyhawk, patrz rys. 8.2. Kliknij przycisk **Wstecz**, jeśli chcesz wybrać inny samolot.



Rysunek 8.2: Wybór samolotu

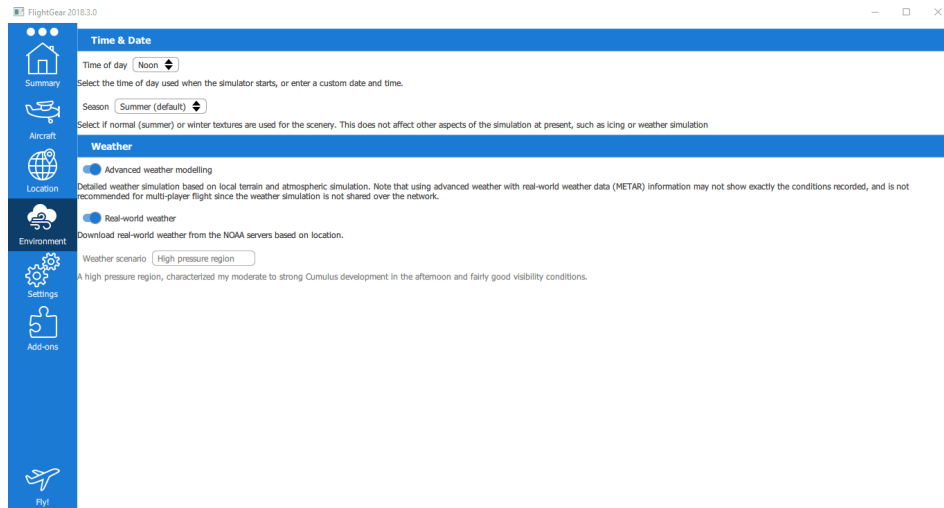
W ramach tego poradnika możesz rozpocząć z dowolnego lotniska, ale założmy że zaczniemy na lotnisku Daniel K. Inouye International w Honolulu (PHNL) – patrz rys. 8.3.

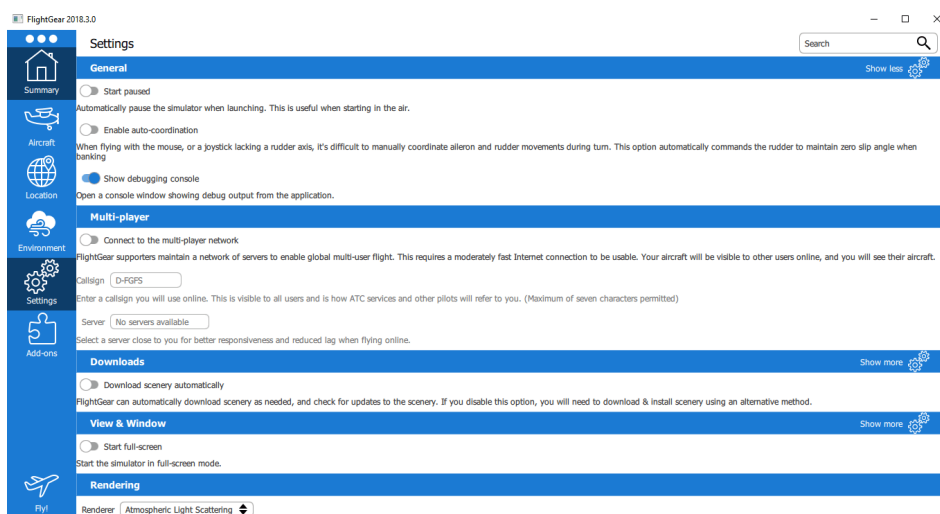
Po wybraniu PHNL w zakładce *Lokalizacja*, możesz ustawić pozostałe opcje dla symulatora. Podczas pierwszego lotu, w zakładce *Środowisko*, proponuję ustawić Porę dnia na Południe (patrz rys. 8.4).

Zalecam również rozpoczęcie od małej rozdzielczości 800×600 . Możesz zmienić rozdzielczość w zakładce *Ustawienia*, gdzie kliknij link **Pokaż więcej** w sekcji Widok i okno (patrz rys. 8.5). Później możesz pozmieniać inne opcje i np. ustawić wyższą rozdzielczość, ale to może niekorzystnie wpłynąć na wydajność. Kliknij przycisk **Lećmy!**, a *FlightGear* uruchomi się z wybranymi opcjami.

Jeśli masz problemy z uruchomieniem najnowszej wersji *FlightGear* w swoim systemie, możesz wypróbować wcześniejszą wersję o niższych wymaganiach sprzętowych. Poprzednie wersje można znaleźć na serwerach lustrzanych, wymienionych na stronie:

<https://www.flightgear.org/download/mirror/>.

Rysunek 8.3: Schemat lotniska PHNL w *Launcherze*Rysunek 8.4: Zakładka *Środowisko* w *Launcherze*

Rysunek 8.5: Zakładka *Ustawienia* w *Launcherze*

8.3 Pierwsze wyzwanie – lot na wprost

Po uruchomieniu *FlightGear* zobaczysz widok pokazany na rys. 8.6. Twoim pierwszym zadaniem jest uruchomienie silnika, co najłatwiej wykonać za pomocą pozycji w menu *Cessna C172P* → *Autostart*.

Samolot znajduje się na początku drogi startowej z silnikiem pracującym na małej mocy. Teraz, gdy śmigło się kręci, samolot może od czasu do czasu trochę drzeć, ale nie powinien się toczyć (patrz rys. 8.7).

O klawiaturze

- W tym poradniku (jak i w całym podręczniku) klawisz opisany małą literą oznacza, że po prostu należy nacisnąć ten klawisz. Wielka litera oznacza, że musisz nacisnąć **Shift** (zaznaczone na niebiesko na rys. 8.8) + wskazany klawisz. Innymi słowy: jeśli jest napisane aby wcisnąć klawisz **v** (małe „v”), to po prostu naciśnij klawisz **v**. Jeśli zostaniesz poproszony o wciśnięcie **V** (wielkie „V”), naciśnij i przytrzymaj klawisz **Shift**, następnie naciśnij raz klawisz **v**, i następnie zwolnij klawisz **Shift** (w skrócie: **V** to to samo, co **Shift-v**).
- Dla pewności, że klawisze będą działały niezależnie od platformy, na której uruchamiasz *FlightGear*, zakładam, że masz włączoną klawiaturę numeryczną – klawisz **NumLock**. Po włączeniu go, powinna zaświecić się zielona lampka po prawej stronie klawiatury. Naciśnij kilkakrotnie klawisz **NumLock**, aż włączy się lampka (zaznaczono na zionono na rys. 8.8).

Mając włączony NumLock, możemy używać klawiszy **Home/End** (dla trymowania) oraz **PageUp/PageDown** (sterowanie przepustnicą), umieszczonymi nad klawiszami strzałek

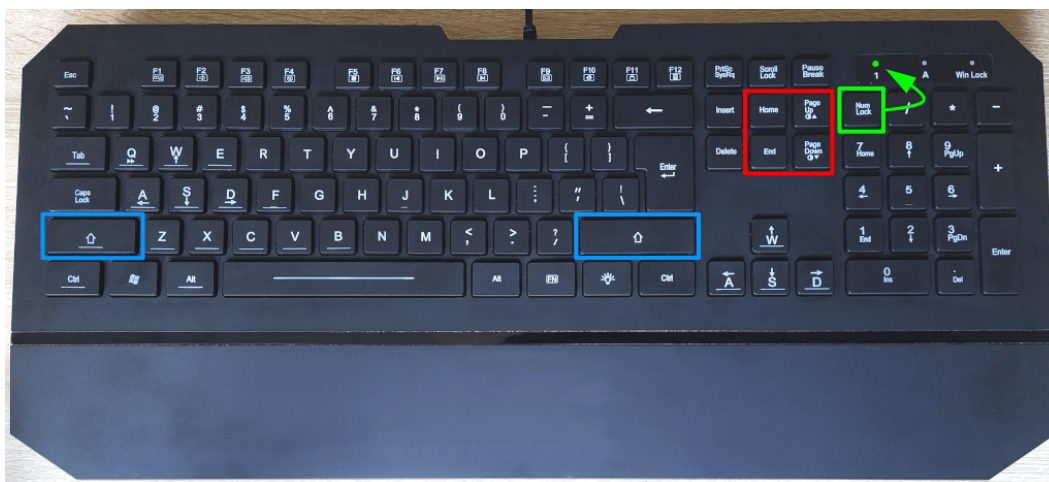


Rysunek 8.6: Automatyczne uruchomienie Cessny 172P



Rysunek 8.7: Cessna 172P na pasie startowym z uruchomionym silnikiem

(zaznaczono na czerwono na rys. 8.8). Normalnie dla Cessna 172P, powinieneś móc używać tych klawiszy także z poziomu klawiatury numerycznej, ale zależnie od platformy i systemu operacyjnego, może być z tym różnie.



Rysunek 8.8: Klawisze **Shift** (zaznaczone na niebiesko), **NumLock** (zaznaczony na zielono), **Home**, **End**, **PageUp** i **PageDown** (zaznaczone na czerwono)

Naciśnij klawisz **v**, aby zobaczyć samolot z zewnątrz, jak pokazano na rys. 8.9. Naciśnij klawisz **v** wielokrotnie, aby przechodzić między różnymi dostępnymi widokami, aż wrócisz do kokpitu. Natomiast naciśnięcie kombinacji klawiszy **V**, spowoduje przełączanie widoków wstecz. Kombinacja klawiszy **Ctrl-v** spowoduje bezpośredni powrót do widoku kokpitu.



Rysunek 8.9: Widoki zewnętrzne

W prawdziwym życiu, zbadalibyśmy cały samolot, aby sprawdzić, czy wszystko działa i aby potwierdzić, że nic nie blokuje ruchomych części i otworów instrumentów. Symulator w domyślnej konfiguracji Cessny, zapewnia, że wszystko działa prawidłowo.

Zwiększ ciąg, otwierając przepustnicę – przytrzymaj klawisz **PageUp** (albo **NumPad-9**) przez około osiem sekund. Usłyszysz wzrost dźwięku silnika, gdy ten osiągnie pełną moc.

Samolot zacznie przyspieszać po pasie startowym i zacznie dryfować w lewo, w końcu wystartuje, przechyli się w lewo i spadnie na ziemię prawdopodobnie rozbijając się.

Możesz zobaczyć powtórkę katastrofy za pomocą menu *Widok* → *Powtórka*. Kliknij przycisk **Replay** na dole okna dialogowego, a następnie użyj klawiszy **v** i **V**, aby zobaczyć samolot z zewnątrz. Rys. 8.10 przedstawia końcową część lotu. Możesz zapisać zrzut ekranu, wciskając klawisz **F3**. Możesz także użyć klawisza **F10**, aby ukryć lub pokazać pasek menu.



Rysunek 8.10: Oglądanie katastrofy za pomocą *Powtórki*

Po obejrzeniu katastrofy, zresetuj *FlightGear* za pomocą menu *Plik* → *Reset* (albo skrótu klawiaturowego **Shift-Esc**), aby powrócić do stanu początkowego.

Aby lecieć prosto, będziesz musiał skorzystać z wolantu samolotu (patrz rys. 8.11).



Rysunek 8.11: Wolant

Możesz sterować wolantem wirtualnego samolotu za pomocą joysticka lub poruszając myszką. Aby używać myszy, musisz przestawić tryb myszy na sterowanie samolotem. Aby wejść w ten tryb, naciśnij klawisz **Tab**. Cursor myszy zmieni się w symbol **+**. Porusz myszą a zobaczysz, jak porusza się wolant w kokpicie. Naciśnij **v**, aby zobaczyć samolot z zewnątrz. Jeśli ponownie poruszysz myszą, zobaczysz ruch powierzchni sterowych, takich jak steru wysokości (na ogonie) i lotek (na skrzydłach). Jeśli Twój punkt widzenia jest zbyt daleko od samolotu, i nie możesz zauważyć żadnego ruchu, naciśnij **x** kilka razy, aby przybliżyć widok. Naciśnij kombinację klawiszy **x**, aby oddalić widok. Kombinacja klawiszy **Ctrl-x** przywraca domyślne

powiększenie widoku. Użyj klawisza **Ctrl-v**, aby zmienić widok z powrotem na kokpit.

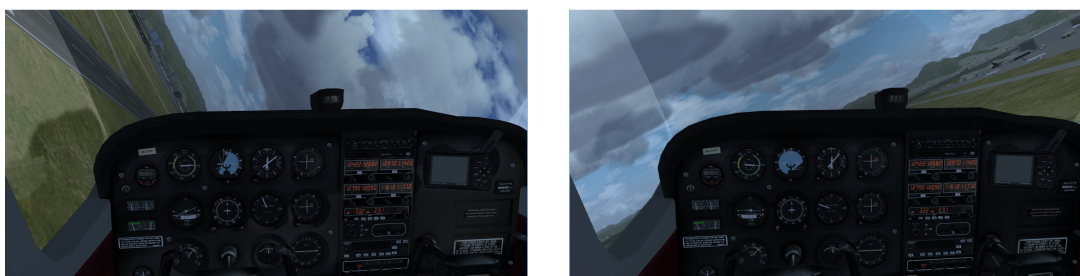
Ponowne naciśnięcie klawisza **Tab** spowoduje przejście do trybu rozglądania się myszą. W tym trybie kursor myszy zmieni się na symbol: \leftrightarrow . Umożliwia to łatwe rozglądanie się za pomocą myszy. Kliknięcie lewym przyciskiem myszy spowoduje ponowne wyśrodkowanie widoku. Kiedy jesteś w normalnym trybie myszy (wskaźnik) lub w trybie myszy sterowania samolotem, to także możesz rozglądać się za pomocą myszy, poprzez przytrzymanie prawego jej przycisku i poruszania nią. Dalsze naciśnięcie klawisza **Tab** spowoduje powrót do normalnego trybu myszy (wskaźnik).

Podsumowując, klawisz **Tab** przełącza kursor myszy przez trzy tryby:

- *Tryb normalny*. Ten tryb umożliwia klikanie po menu oraz kokpicie.
- *Tryb sterowania*. Poruszanie myszką steruje wolantem (kursor jako +).
- *Tryb rozglądania się*. Poruszanie myszką powoduje rozglądanie się (kursor jako \leftrightarrow).

Spróbuj ponownie wystartować, używając myszy do sterowania wolantem. Naciśnij klawisz **Tab**, aby przełączyć mysz w tryb sterowania samolotem (kursor myszy +), następnie otwórz przepustnicę do maksimum, przytrzymując klawisz **PageUp**. Delikatnie poruszaj myszą w prawo/lewo aby samolot toczył się prosto po pasie startowym. Dobrze jest pozwolić mu nieco dryfować w lewo. Poczekał, aż samolot uniesie się w powietrze. Następnie przesuwaj myszkę w odpowiednim kierunku, aby samolot leciał prosto (jeśli chcesz sterować samolotem na ziemi, zobacz Sekcję 8.5).

Przekonasz się, że musisz zapobiec przechylaniu samolotu w lewo lub w prawo (porównaj rys. 8.12)... lub przed uderzeniem w ziemię (rys. 8.13). Spróbuj lecieć, mniej więcej prosto, z linią horyzontu nieco powyżej nosa samolotu (patrz rys. 8.14).



Rysunek 8.12: Przechył na lewo lub prawo

Niezależnie od twoich umiejętności w grach wideo lub prostszych symulatorach, zazwyczaj na początku nie odniesiesz sukcesu. Samolot się rozbije, prawdopodobnie niedługo po starcie. Jest to moment, w którym początkujący pilot często zaczyna rozpaczać i rezygnuje z prób latania w symulatorze lub prawdziwym samolotem. Po prostu nie poddawaj się i próbuj dalej. W końcu rozwiniesz wyczucie subtelnego sterowania samolotem.



Rysunek 8.13: Celowe zniżanie?



Rysunek 8.14: Lot prosty i poziomy

Typowe błędy

Najczęstsze błędy to zbyt gwałtowne ruchy wolantem (co prowadzi do wymknięcia się samolotu spod kontroli) albo przesuwanie myszy do przodu w celu uniesienia nosa.

Nauczysz się, że małe ruchy wolantem mają dość duży wpływ na reakcję samolotu. Ułtwisz sobie sterowanie, używając niewielkich ruchów wolantem. Zawsze możesz zwiększyć oddziaływanie na wolant, aby zwiększyć reakcję samolotu, jeśli zauważysz, że samolot reaguje zbyt subtelnie. I odwrotnie, zbyt duży ruch wolantem może spowodować ostrą reakcję samolotu, po czym możesz znaleźć się w złej sytuacji, desperacko próbując odzyskać kontrolę. Jeśli nadmierna kontrola jest dla Ciebie szczególnie trudna, zmniejszenie czułości myszy może pomóc podczas początkowego treningu.

Pamiętaj, pociągnij nos do góry i pchnij nos w dół. Musisz pociągnąć wolant na siebie (do tyłu), przesuwać mysz do tyłu, aby podnieść nos samolotu. I odwrotnie, jeśli chcesz obniżyć nos samolotu, musisz pchnąć wolant od siebie (do przodu), czyli przesunąć mysz do przodu. Może się to wydawać dziwne, ale wszystkie wolanty sterujące samolotem są zaprojektowane w ten sposób. Z czasem będziesz się zastanawiać, jak mogłeś myśleć, że to mogło działać w odwrotny sposób.

Jeśli masz trudności z wizualizacją tego, pomocna może być następująca analogia. Wyobraź sobie, że piłka leży na Twoim biurku i „przykleiłeś” dłoń do jej górnej części. Jeśli przesuń rękę do przodu, piłka potoczy się do przodu, a Twoje palce wskażą biurko. Jeśli cofniesz rękę, piłka potoczy się do tyłu, a Twoje palce będą teraz skierowane w górę, w sufit. Twoja ręka to odzwierciedlenie samolotu.

Innym częstym błędem jest założenie, że sygnały sterujące są bezpośrednio dopasowane do przechyłu samolotu. Innymi słowy, możesz pomyśleć, że jeśli wolant jest w pozycji neutralnej, to samolot będzie leciał poziomo. To nie jest prawda. Wolant steruje *stopniem* przechylenia. Jeśli samolot jest przechylony 20° w lewo, a wolant jest wypoziomowany, to samolot i tak pozostanie przechylony 20° w lewo, dopóki nie wpłynie na niego jakaś inna siła. Jeśli chcesz przywrócić samolot do lotu poziomego, musisz obrócić wolant nieco w prawo (przesunąć mysz lekko w prawo) i przytrzymać tak przez chwilę. Samolot skręci powoli w prawo. Gdy wyrówna swój przechył, ustaw wolant w pozycji neutralnej. Wtedy samolot pozostanie w locie poziomym (do czasu, gdy jakaś inna siła nie zmieni jego orientacji).

Trzecim błędem jest próba znalezienia „właściwej pozycji” wolanta / myszy. Oczywiście jest, że będziesz chciał znaleźć precyzyjne ustawienie wolanta, które sprawi, że samolot będzie leciał prosto. Jednakże nie ma takiej idealnej pozycji wolanta. W powietrzu samolot jest z natury niestabilny. Musisz nieustannie korygować ustawienie samolotu i utrzymywać go w prostej linii, drobnymi ruchami myszy. Może się wydawać, że wymaga to ciągłej koncentracji, ale podobnie jak z prowadzeniem samochodu, utrzymywanie samolotu prosto i poziomo, po pewnym czasie stanie się czymś naturalnym. W przypadku dłuższych lotów, ostatecznie użyjesz autopilota aby utrzymać poziom samolotu, ale to wykracza poza zakres tego poradnika.

Aby dostroić zmysły do sterowania samolotem, nie skupiaj się na instrumentach lub wolancie, tylko obserwuj scenę zewnętrzną. Sprawdź przechylenie samolotu względem linii horyzontu oraz jego wysokość lekko ponad nosem samolotu. Na ten moment, linia horyzontu

i osłona silnika samolotu to Twoje główne przyrządy orientacyjne. A jeśli chodzi o wskazania przyrządów, to zerknij tam tylko raz na jakiś czas.

Gdy myszka jest w trybie sterowania samolotem (kursor +), nie przesuwaj jej blisko krawędzi okna *FlightGear*. Gdy kursor myszy opuści okno, przestanie sterować samolotem, często w najgorszym możliwym momencie! Jeśli chcesz używać myszy poza oknem, najpierw wróć do standardowego trybu myszy, naciskając dwukrotnie klawisz **Tab**. Albo lataj we *FlightGear* w trybie pełnoekranowym.

Wolantem można również sterować za pomocą czterech klawiszy **strzałek** lub klawiszy numerycznych **8**, **2**, **4** i **6**. Choć początkowo sterowanie klawiaturą, może się wydawać łatwiejsze od myszki, to jednak klawiaturą nie wykonasz bardzo drobnych regulacji, wymaganych do precyzyjnego sterowania, więc znacznie lepiej jest przyzwyczać się do sterowania myszką.

Podczas lotu w pobliżu lotniska, możesz usłyszeć dźwięki pikania. To są sygnały markerów pomocnych przy lądowaniu. Na razie nie przejmuj się tym.

Będziesz wiedział, że opanowałeś to, gdy będziesz w stanie stopniowo wzbijać się w powietrze. Następnym krokiem jest nauczenie się utrzymywania samolotu na stałej wysokości lub powolnego wznoszenia lub opadania pod Twoją kontrolą.

Utrzymywanie statku powietrznego na stałej wysokości obejmuje obserwację wysokościomierza i dokonywanie niewielkich korekt wolantem do przodu lub do tyłu, aby powstrzymać samolot odpowiednio przed wznoszeniem się lub opadaniem.

Wysokościomierz znajduje się pośrodku górnej części tablicy z przyrządami. Długa igła pokazuje setki stóp, krótka tysiące stóp. Wysokościomierz przedstawiony na rysunku 8.15 pokazuje wysokość 800 stóp, czyli około 244 metrów.



Rysunek 8.15: Wysokościomierz

Podczas wzbijania lub zniżania, wskazania wysokościomierza będą się odpowiednio zmieniać, obracając się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara podczas zniżania i zgodnie z ruchem wskazówek zegara, podczas wzbijania. Jeśli zobaczysz, że wysokościomierz „odkręca się”, będziesz w stanie stwierdzić, że tracisz wysokość, wtedy przesunij mysz lekko do

tyłu, aby unieść nos. Po chwili zauważysz, że podczas lotu poziomego, nos samolotu jest zawsze w tej samej pozycji względem horyzontu. To jest odpowiednie położenie samolotu dla lotu poziomego. Umieszczając nos w tej samej pozycji, uzyskasz prawie płaski lot, bez konieczności odniesienia się do przyrządów. Stamtąd możesz dostosować swoją wysokość.

Uwaga: wysokościomierz nie pokazuje automatycznie wysokości bezwzględnej nad poziomem morza. Musisz dostosować go do lokalnego ciśnienia powietrza. Małe, czarne pokrętło na dole, po lewej stronie wysokościomierza umożliwia jego regulację. Uruchom *FlightGear* i pozostań na ziemi. W normalnym trybie myszy, skieruj wskaźnik myszy na czarne pokrętło, kliknij go i przytrzymaj lewy przycisk myszy, po czym przeciągnij myszą w lewo lub w prawo. Przeciągnięcie w lewo powoduje zmniejszenie wskazywanej wysokości przez wysokościomierz. Przeciągnięcie w prawo spowoduje zwiększenie wskazanej wysokości. Jeszcze bardziej wygodniejszą metodą jest użycie rolki myszy na czarnym pokrętle wysokościomierza. Użyj tego małego pokrętła, aby ustawić wysokościomierz na poziomie elewacji lotniska. Zasada jest taka, że używasz pokrętła, gdy znasz swoją aktualną wysokość. Jeśli wiesz, że elewacja lotniska ma 500 stóp, ustaw wysokość na 500 stóp, na wysokościomierzu. Naciśnij kombinację klawiszy **Ctrl-c**, aby zobaczyć podświetlone pokrętło wysokościomierza, a tym samym dozwolony obszar kliknięcia.

Aby ułatwić pilotom ustawianie wysokościomierza, lotniska na różne sposoby rozgłaszają ciśnienie atmosferyczne. Mogą zapewniać usługę radiową zwaną *ATIS (Automatic Terminal Information Service)*, w celu nadania aktualnego ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza (*QNH*). Jest to wyrażone w calach słupa rtęci (inHg) lub w hektopaskalach (hPa). Zauważ, że wysokościomierz w Cessnie zawiera wewnątrz, małą skalę, skalibrowaną w calach słupa rtęci. Za pomocą tej skali możesz ustawić wysokościomierz. Alternatywnie, jeśli jesteś na ziemi i znasz elewację lotniska, możesz po prostu wyregulować wysokościomierz, aż wyświetli prawidłową wysokość.

Zwróć uwagę, że istnieje ważna różnica między „wysokością nad poziomem morza” a „wysokością nad poziomem terenu”. Jeśli lecisz w pobliżu Mount Everest na wysokości 24 000 ft nad poziomem morza (*MSL – Mean Sea Level*), Twoja wysokość nad poziomem terenu (*AGL – Above Ground Level*) będzie znacznie mniejsza. Znajomość wysokości terenu, wokół Ciebie, jest oczywiście również przydatna.

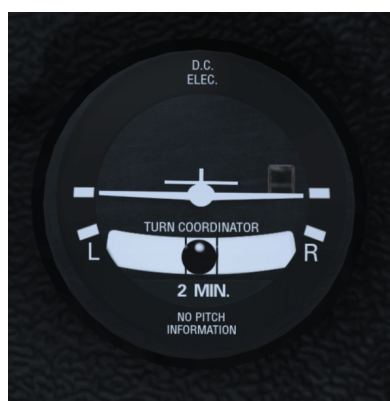
8.4 Podstawy zakręcania

Jeśli masz wystarczająco dużo paliwa, mógłbyś wrócić na to samo lotnisko, lecąc prosto dookoła globu. Zatem możliwość zmiany kierunku sprawi, że latanie będzie przyjemniejsze i bardziej przydatne.

Kiedy już jesteś w stanie latać mniej więcej prosto, nadszedł czas, aby nauczyć się skręcać. Zasada jest prosta:

- Kiedy samolot przechyla się w lewo, skręca w lewo.
- Po przechyleniu w prawo, skręca w prawo.

Aby skręcić, nie potrzebujesz wysokiego poziomu przechyłu. 20° w zupełności wystarczy do bezpiecznego i stabilnego skrętu. Poza tym, pasażerowie nie lubią nadmiernego przechyłu.



Rysunek 8.16: Koordynator zakrętu

Koordynator zakrętu NIE reprezentuje kąta przechylenia.



Dociekliwy pilot może być zainteresowany faktem, że kąt przechylenia, wymagany do ustawienia prędkości kątowej $3^\circ/s$ dla skrzytu standardowego, zmienia się wraz z rzeczywistą prędkością lotu (*TAS* – *True Air Speed*). Można to w przybliżeniu obliczyć ze wzoru:

$$\text{kąt} \approx \frac{\text{TAS}(\text{węzły})}{10} + 7$$

TAS (węzły)	wzór	kąt
80	$8 + 7$	15°
100	$10 + 7$	17°
120	$12 + 7$	19°

Koordynator zakrętu reprezentuje tempo zakrętu. Zakręt standardowy jest zdefiniowany jako 3° na sekundę prędkości kątowej. Dlaczego to jest ważne? Szczerze, bo to może uratować Ci życie! Jeśli nagle znajdziesz się w złej widoczności, Twoją mądrą reakcją będzie zawrócenie o 180° . W przypadku słabej widoczności, skąd masz wiedzieć, że skręciłeś w połowie drogi? Miejmy nadzieję, że zakręt standardowy ma teraz dla Ciebie sens. Jeśli wykonasz zakręt standardowy, zapewniając 3° obrotu na sekundę, w ciągu jednej minuty obrócisz się o 180° . Po dwóch minutach wykręciłbyś pełne koło i wrócił do miejsca, w którym zacząłeś. To wyjaśnia tabliczkę z napisem „2 MIN.” (z ang. „2 minuty”), którą często można zobaczyć na koordynatorze zakrętu.

Mając tę wiedzę, zbadajmy, jak właściwie wykorzystać koordynator zakrętu. Przechylając samolot w prawo, zwróć uwagę, jak samolot przedstawiony na instrumencie, obniża swoje prawe skrzydło. Analogicznie, przechylając samolot na lewe skrzydło. Kiedy końcówka skrzydła zrówna się ze znacznikiem na obręczy, ustaw wolant w pozycji neutralnej, aby utrzymać ten kąt. Rzuć okiem na zegar i po minucie wyjdź z zakrętu. Wiem, że byłeś ciekawy, dlaczego samoloty mają zegary.

Spróbuj wykonać następujące czynności: utrzymuj samolot przechylony w standardowym

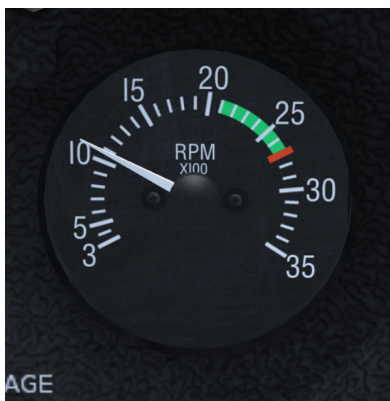
zakręcie przez kilka minut i miej oczy na zewnątrz samolotu. Zobaczysz, jak te same obiekty naziemne, będą się pojawiać co 120 sekund. To pokazuje, że potrzebujesz 120 sekund na wykonanie zakrętu o 360° (lub 60 sekund w przypadku skrętu o 180°). Jest to szczególnie przydatne podczas nawigacji. Niezależnie od prędkości, z jaką leci samolot, jeśli utrzymujesz przechył w standardowym tempie, zawsze potrzebujesz 60 sekund na wykonanie skrętu o 180° lecąc Cessną 172P (lub jakimkolwiek innym samolotem).

Tak więc, przechylając samolot w lewo lub w prawo, skręcasz w lewo lub w prawo. Utrzymywanie poziomu samolotu w stosunku do horyzontu, zapewnia prostą i poziomą ścieżkę lotu.

Mała kulka na dole koordynatora zakrętu (chyłomierz) pokazuje siły, oddziałujące na boki samolotu. W prawdziwym życiu czułbyś te siły, podczas zakrętu. Jednak nie można ich zasymulować, więc musisz „mieć oko na kulkę”. Pomyśl o kulce jak o pozycji ogona samolotu. Jeśli wykonasz zgrabny zakręt (zwany zakrętem skoordynowanym), kulka pozostanie na środku. Jeśli kulka zostanie pchnięta, powiedzmy w prawo, oznacza to, że Ty, pilot, również zostaniesz popchnięty w prawo. Podczas skoordynowanego zakrętu, nawet silnego zakrętu, pasażerowie samolotu nie są narażeni na działanie sił bocznych. Siła odśrodkowa wciska ich tylko trochę mocniej w ich siedzenia. Aby zachować koordynację, po prostu „nadepnij za kulką”. Kiedy zobaczysz, że kulka przechyliła się w prawo, naciśnij prawy pedał, aby cofnąć kulkę do środka. Podobnie, lewy pedał przywróci kulkę do środka po odchyleniu jej w lewo.

Eksperymentując, zauważysz, że możesz wykonywać znacznie bardziej strome zakręty, przechylając samolot pod dużym kątem i cofając wolant do pozycji neutralnej. Zakręty pod kątem 60° przechylenia to dziedzina akrobacji i latania wojskowego, niebezpieczna dla statków powietrznych, takich jak Cessna.

8.5 Kołowanie



Rysunek 8.17: Obrotomierz

Chociaż *FlightGear* jest w stanie umieścić Twój samolot w dogodnej pozycji na pasie startowym, możesz się zastanawiać, jak przenieść swój samolot z hangaru wzdłuż dróg kołowania na pas startowy. To kołowanie.

Rysunek 8.17 przedstawia obrotomierz. Pokazuje, jak szybko silnik obraca się w setkach obrotów na minutę (*RPM – Revolutions Per Minute*).

Naciśnij klawisz **PageUp** kilka razy, aż obrotomierz wskaże 1000 obr./min. (jak pokazano powyżej). W razie potrzeby naciśnij klawisz **PageDown**, aby zmniejszyć obroty silnika.

Przy około 1000 obr./min., samolot będzie poruszał się po pasie startowym, ale nie przyspieszy na tyle aby wystartować.

Naciśnij klawisz “.”. Samolot wykona ostry zakręt w prawo. Jeśli przytrzymasz klawisz “.”, samolot się zatrzyma. Naciskając klawisz “.”, uruchamiasz hamulec na prawym kole samolotu.

Aby włączyć hamulec na lewym kole, użyj klawisza “,”.

Klawisze “,” i “.” symulują dwa pedały hamulca, w prawdziwym samolocie umieszczone u Twoich stóp. Używając przepustnicy i pedałów hamulca, możesz kontrolować prędkość samolotu i wchodzić w zakręty na ziemi.

Hamulce mogą być bardzo przydatne podczas powolnego kołowania po rampie i drogach kołowania. Możesz także sterować przednim kołem samolotu. W prawdziwym samolocie odbywa się to poprzez wciśnięcie stopami pedałów steru kierunku. Naciskasz stopą pedał po tej stronie, w którą chcesz zakręcić. Jeśli nie masz prawdziwych pedałów steru kierunku, istnieją dwa sposoby sterowania wirtualnymi pedałami steru kierunku:

- Pierwszym z nich to używanie klawiszy **0** i **Enter** na klawiaturze numerycznej. Jeśli naciśniesz klawisz **Enter**, powiedzmy siedem razy, zobaczysz, że samolot mocno skręci w prawo i pozostanie w tym obrocie. Naciśnij klawisz **0** na klawiaturze siedem razy, aby samolot z powrotem toczył się (prawie) prosto.
- Drugi sposób, za pomocą myszy. Gdy mysz jest w trybie sterowania wolantem (kursor +), przytrzymanie lewego przycisku myszy, spowoduje sterowanie sterem kierunku zamiast wolantem. Pedały są połączone zarówno ze sterem kierunku jak i z kołem przednim. Ta metoda sterowania jest znacznie dokładniejsza.

Uruchom symulator i naciśnij klawisz **v** lub **V**, aby zobaczyć samolot z zewnątrz i przytrzymaj klawisz **x** przez kilka sekund, aby przybliżyć widok na samolot. Spójrz na przednie koło i przytrzymaj klawisz **0**. Następnie przytrzymaj klawisz **Enter**. Zobaczysz, jak obraca się przednie koło. Naciśnij klawisz **Tab**, aby przejść do trybu sterowania wolantem (kursor +). Przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby przejść do trybu sterowania sterem kierunku i przesuwaj mysz w lewo i w prawo. Zwróć uwagę, że ster kierunku (to ta duża, pionowa powierzchnia sterowa z tyłu samolotu – na stateczniku pionowym), porusza się razem z przednim kołem.

Zwykle kontroluję sterem kierunku/przednim kołem za pomocą myszy, gdy przednie koło znajduje się na ziemi, a gdy jest w powietrzu, używam klawiszy **0** i **Enter** na klawiaturze numerycznej. Innymi słowy: trzymam lewy przycisk myszy, podczas kołowania i rozbiegu. Pozwala to na precyzyjne i łatwe sterowanie przednim kołem na ziemi. Następnie, po prostu zwalniam lewy przycisk myszy, gdy przednie koło oderwie się od ziemi.



Rysunek 8.18: Prędkościomierz

8.5.1 Prędkość powietrzna

Podobnie jak w przypadku prowadzenia samochodu, dobrze jest wiedzieć, jak szybko się poruszasz. Lotniczym odpowiednikiem prędkościomierza jest wskaźnik prędkości powietrznej (*ASI* – *Air Speed Indicator*), wyskalowany w węzłach (miałach morskich na godzinę).



Jedna mila morska to odległość pokonywana przez 1 minutę kontową szerokości geograficznej (1852 metry.)

Jeden węzeł odpowiada prędkości wymaganej do pokonania jednej mili morskiej na godzinę (60 węzłów = 60 nm/h).

1 węzeł (z ang. *knot*, w skrócie *kt*) wynosi 1.852 km/h. Tak więc, jeśli chcesz mieć jako takie pojęcie o prędkości lotu wyrażonej w km/h, pomnóż wyświetlane węzły przez 2. Węzeł to też inaczej 1.15115 mil lądowej na godzinę, więc z grubsza 1 węzeł to 1 mph. Zauważ, że niektóre prędkościomierze, zwłaszcza starszych samolotów (jak Piper J3 Cub) wyświetlają mph zamiast węzłów.

Wskaźnik prędkości powietrznej pokazuje prędkość samolotu w porównaniu z otaczającym go powietrzem, a nie prędkość w porównaniu z ziemią, jak to robi prędkościomierz w samochodzie. Jeśli samolot stoi na ziemi, a wiatr wieje z przodu, z prędkością 10 węzłów, wskaźnik prędkości wskaże prędkość 10 węzłów, chociaż sam samolot nie będzie się poruszał względem ziemi.

Kiedy samolot toczy się po pasie startowym z prędkością większą niż 40 węzłów, należy zabezpieczyć przednie koło przed dotknięciem ziemi. Koło przednie nie jest przeznaczone do dużych prędkości i w prawdziwym życiu mogłoby się ślizgać i zużywać.

Podczas startu, po przekroczeniu 40 węzłów, możesz sprawić, że przednie koło oderwie się od ziemi, delikatnie ciągnąc wolant na siebie. Będąc na ziemi, nie skracaj gwałtownie przy dużych prędkościach. Może to spowodować przewrócenie się samolotu.

Rysunek 8.19 pokazuje lekko uniesione przednie koło. Nie przesadzaj. Utrzymuj białą osłonę silnika na nosie samolotu, znacznie poniżej horyzontu. Wystarczy lekko unieść nos samolotu.



Rysunek 8.19: Przednie koło jest lekko uniesione.

Pytanie: jeśli przednie koło nie dotyka już pasa startowego, jak mam sterować samolotem?
Odpowiedź: nadal możesz używać pedałów do wychylania steru kierunku. Jak wspomniałem powyżej, pedały są połączone zarówno z przednim kołem, jak i sterem kierunku na ogonie, czyli z dużą pionową, ruchomą częścią na stateczniku pionowym, co pokazuje rysunek 8.20. Przy prędkościach powyżej 40 węzłów, ster kierunku ma wystarczający przepływ powietrza, aby odchyłać samolot.



Rysunek 8.20: Ster kierunku

Zwróć uwagę, że przednie koło i ster kierunku, nie powodują skrętu samolotu dokładnie w tym samym tempie. Kiedy więc ster kierunku przejmuje kontrolę nad przednim kołem, należy dostosować kąt odchylenia pedałów. Oznacza to szybkie wciskanie klawiszy **0** i **Enter** na klawiaturze numerycznej (lub przytrzymanie lewego przycisku myszy i ścisłe kontrolowanie steru kierunku za pomocą myszy).

Gdy już zaznajomisz się z przednim kołem i sterem kierunku, możesz użyć tych nowych elementów sterujących, aby utrzymać samolot prosto, na pasie startowym, podczas startu.

Powiedzmy, że samolot skręca za bardzo w prawo. Zatem wciśnij klawisz **0** kilka razy, aby wyrównać samolot z powrotem w lewo. Nie czekaj, aż samolot całkowicie się wyprostuje. Zanim samolot ustawi się poprawnie w kierunku, w którym chcesz lecieć, naciśnij klawisz **Enter**. W przeciwnym razie może się okazać, że poprawisz za mocno i będziesz musiał ponownie odbijać w prawo. Jeśli używasz myszki, takie poprawki są dużo łatwiejsze i dokładniejsze do wprowadzania.

Podsumowując, istnieją dwie metody sterowania samolotem na ziemi: hamulce różnicowe na podwoziu głównym i pedały steru kierunku. Ta nadmiarowość sterowania jest bardzo powszechna w lotnictwie. Jeśli jedna metoda zawiedzie, nadal masz dostępną inną metodę.

Być może zastanawiasz się, dlaczego gdy rozpędzasz się po pasie, samolot dryfuje w lewo, zmuszając Cię do reakcji niewielkimi naciśnięciami prawego pedału? Głównym powodem jest moment obrotowy silnika. Gdy śmigło obraca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara, powstaje przeciwna siła, która obraca samolot w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. To przenosi siłę na lewe, główne podwozie i jego oponę. Wynikiem tej siły jest niewielki wzrost oporu i nieco mniejszy promień opony. Drugim powodem jest przepływ powietrza, wytwarzany przez śmigło. Wieje ono wzdłuż kadłuba samolotu, ale także spiralnie wokół kadłuba. Górna część tego niewielkiego wiru, uderza w statecznik pionowy, przesuując ogon samolotu w prawo. To powoduje, że przód samolotu odchyła się nieco w lewo.

Możesz wyśrodkować (wrócić do pozycji neutralnej) wszystkie elementy sterujące wolantem jak i ster kierunku, naciskając klawisz **5**, na klawiaturze numerycznej. Jest to dobre zabezpieczenie przed lotem, a także, czasami może „uratować Ci życie” podczas lotu, jeśli pogubisz się z ustawieniami powierzchni sterowych!

8.6 Zaawansowane zakręty

Podobnie jak w przypadku zakręcania na ziemi, istnieją dwie metody zakręcania w powietrzu. Możesz używać lotek na skrzydłach (sterowanych wolantem/myszą), jak opisano powyżej lub możesz użyć steru kierunku (sterowanego pedałami lub klawiszami klawiatury numerycznej **0** i **Enter**).

Dlaczego są dwa sposoby? Częściowo dla redundancji, ale głównie dlatego, że się uzupełniają. Głównym efektem działania steru kierunku jest odchylenie (obrót wokół osi pionowej), natomiast głównym efektem działania lotek jest przechylenie (obrót wokół osi podłużnej).

- Lecąc blisko ziemi, lepiej nie przechylać samolotu w celu wykonania zakrętu. Zamiast tego częściej używa się steru kierunku. Naciskanie na pedały pozwala na obracanie samolotu bez nadmiernego przechyłu.
- Podczas lądowania, kiedy samolot znajduje się tuż nad pasem startowym, dwa boczne koła podwozia głównego, muszą znajdować się na tej samej wysokości, nad pasem startowym. Oznacza to, że skrzydła muszą znajdować się na poziomie horyzontu. Samolotowi nie wolno się przechylać. Utrzymuj skrzydła samolotu na poziomie horyzontu za pomocą

wolanta/myszy/lotek. Zauważ, że to nie musi być idealne, kilka stopni przechyłu jest dopuszczalne.

- W locie, zwłaszcza przy dużych prędkościach, ster kierunku jest mało efektywnym sposobem obracania samolotu, ponieważ:
 - powoduje, że samolot obraca się bokiem w stosunku do strumieni powietrza, zwiększając opór,
 - samolot skręca bardzo wolno,
 - możesz utracić kontrolę podczas skręcania,
 - przy dużej prędkości lotu, siła odśrodkowa będzie przeszkadzać lub nawet może być niebezpieczna.

Korzystanie z wolantu/myszy/lotek pozwala na wydajne, szybkie, niezawodne i wygodne wykonywanie zakrętu.

- Ster kierunku może być niezbędny, gdy skrzydła przeciągną. Rzeczywiście, podczas przeciągnięcia, lotki stają się mniej skuteczne lub wręcz bezużyteczne (zwróć uwagę, że niektóre samoloty mogą wejść w bardzo niebezpieczne przeciągnięcie, jeśli przesadzisz z wychylaniem steru kierunku przy małej prędkości).

Kiedy skręcasz w locie, używając lotek, nadal potrzebujesz użyć steru kierunku. Pozwala to skompensować niekorzystne odchylenie (wyślizg i ześlizg), powstałe podczas przechylania za pomocą lotek. W prawdziwym samolocie, można poczuć te boczne siły. W symulatorze możesz to sprawdzić wizualnie na koordynatorze zakrętów. Na rysunku 8.21, kulka jest wypchnięta w prawo, podczas mocnego skrętu w prawo za pomocą lotek. Oznacza to, że pilot również odczuwa siłę skierowaną w prawo. Możesz to skompensować, wciskając prawy pedał (naciśnij kilka razy klawisz **Enter** na klawiaturze numerycznej). W normalnym locie powinieneś używać steru kierunku, aby utrzymać kulkę chyłomierza na środku.



Rysunek 8.21: Koordynator zakrętu

Tak więc podczas normalnego lotu, używaj lotek dla zakręcania, podczas gdy jesteś blisko ziemi przy niskich prędkościach używaj steru kierunku. Jednak jedna metoda, nigdy nie eliminuje całkowicie drugiej. Nadal potrzebujesz steru kierunku na dużych wysokościach i przy dużych prędkościach. I odwrotnie, gdy jesteś blisko ziemi, musisz trochę użyć lotek, aby utrzymać skrzydła na poziomie horyzontu.

Nawet podczas kołowania, należy używać lotek. W przeciwnym razie, silny wiatr może przewrócić samolot na bok. Aby temu przeciwdziałać, należy skierować lotki pod wiatr. To podnosi lotkę od nawietrznej, pomagając dociskać samolot w dół.

Należy unikać wykonywania szybkich i agresywnych ruchów sterem kierunku. Na ziemi przy dużej prędkości może to spowodować zbyt gwałtowny skręt samolotu. W locie z małą prędkością, może powodować bardzo niebezpieczny typ przeciągnięcia. Podczas lotu z dużą prędkością, może powodować różnego rodzaju dyskomfort aerodynamiczny i fizyczny. Zamiast tego wykonuj delikatne ruchy sterem kierunku.

Polecam poćwiczyć skręcanie sterem kierunku w locie. Lataj z małą prędkością, około 70 węzłów. Spróbuj utrzymać stabilną wysokość, zwiększając i zmniejszając moc silnika. Użyj steru kierunku, aby skręcić w kierunku ziemi i utrzymać kurs, a następnie skręć w kierunku nowego kursu. Zobacz, jak samolot się odchyła. Naucz się przewidywać oddziaływania steru kierunku na samolot. Nie próbuj wykonywać stromych zakrętów. Użyj wolantu / lotek, aby utrzymać skrzydła na stałym poziomie.

8.7 Trochę o „wihajsterologii”

„Wihajsterologia” pochodzi od niemieckiego wyrażenia *Wie heißt Er* – „Jak to się nazywa”. Ta sekcja dotyczy wskaźników, przełączników i elementów sterujących samolotu, więc dowiemy się co czym jest. W symulatorze możesz wystartować i wylądować, podstawowym samolotem, tylko za pomocą przepustnicy i wolanta, ale będziesz potrzebować wszystkich elementów sterujących jak i znajomości kokpitu, aby działać bezpiecznie i wydajnie.

8.7.1 Sterowanie silnikiem

Silnik samolotu zaprojektowano z myślą o prostocie, niezawodności i wydajności. Zamiast korzystać z zaawansowanych elektronicznych układów zapłonowych i wtrysku paliwa, które można znaleźć w nowoczesnych samochodach, samoloty używają starszej technologii, która nie opiera się na energii elektrycznej. W ten sposób samolot może nadal latać, nawet jeśli elektryka całkowicie wysiadzie.

Iskrowniki

W lewym dolnym rogu, pod tablicą przyrządów, znajduje się przełącznik iskrowników i rozrusznik silnika (patrz rys. 8.22).

Aby zobaczyć przełącznik iskrowników, kliknij w miejsce, gdzie kolumna wolantu, wchodzi w kokpit, aby ukryć wolant. Możesz też kilka razy, nacisnąć klawisz **x**, aby przybliżyć widok (**x** lub **Ctr1-x**, aby oddalić).

Możesz przekreślać kluczyk za pomocą klawiszy **{ i }**.

Zapewne wiesz, że paliwo w cylindrach silnika samochodowego jest zapalane przez iskry elektryczne. Nowoczesne silniki samochodowe wykorzystują zapłon elektroniczny. Natomiast silnik samolotu, wykorzystuje staroświeckie (ale bardziej sprawdzone) iskrowniki elektromagnetyczne. Dla redundancji, samolot zawiera dwa takie iskrowniki: lewy i prawy. Po przesta-



Rysunek 8.22: Iskrowniki

wieniu przełącznika iskrownika na *OFF*, obydwa iskrowniki są wyłączone i silnik nie będzie pracował. Przy przełączeniu kluczyka na pozycję *L*, tylko lewy iskrownik jest używany. Na *R*, tylko prawy. Na *BOTH*, oba iskrowniki będą używane jednocześnie. Podczas lotu będziesz używał *BOTH*.

Skoro podczas lotu używa się obu iskrowników, po co przełącznik na lewy i prawy? Powodem jest to, że podczas kontroli przed lotem zweryfikujesz, czy każdy z iskrowników działa poprawnie. Aby to zrobić, zwiększ obroty do około 1500 RPM, a następnie przestaw przełącznik iskrowników na *L* i obserwuj obrotomierz. Powinieneś zauważyć niewielki spadek obrotów. Jeśli silnik się wyłączy, oznacza to, że lewy iskrownik jest zepsuty. Jeśli nie widzisz spadku obrotów, może to oznaczać, że przełącznik jest uszkodzony, ponieważ oba iskrowniki są nadal włączone. Następnie możesz wykonać ten sam test na prawym iskrowniku. Oczywiście w symulatorze iskrowniki raczej nie zawiadą!

Jeśli podczas lotu, jeden z dwóch iskrowników zawiedzie, drugi będzie utrzymywać silnik w ruchu. Awaria jednego iskrownika jest rzadka, awaria obu jednocześnie jest prawie niespotykana.

Być może wcisnąłeś już klawisz `{`, aby wyłączyć silnik. Aby po wykonaniu tej czynności ponownie go uruchomić, naciśnij klawisz `}` trzy razy, aby przełączyć się na pozycję *BOTH*. Następnie użyj rozrusznika, przytrzymując klawisz `s` przez kilka sekund, aż silnik zostanie uruchomiony.

Możesz także przekręcać kluczyk przełącznika iskrowników, za pomocą myszy, po prostu klikając lewym i środkowym przyciskiem myszy. Aby uruchomić silnik, kliknij i przytrzymaj w pobliżu napisu *START*.

Jeśli ustawisz przełącznik w pozycję *OFF*, hałas silnika ustanie. Jeśli szybko przestawisz przełącznik z powrotem na *L*, silnik uruchomi się ponownie – o ile śmigło nie przestało się obracać. Jeśli zaczekasz, aż śmigło się zatrzyma, ustawienie przełącznika z powrotem na *L*, *P* lub *BOTH* nie uruchomi już silnika (po zatrzymaniu się silnika, zawsze ustaw przełącznik w pozycję *OFF*).



Rysunek 8.23: Przepustnica i mieszanka

Przepustnica

Już wiesz, że aby zwiększyć moc silnika, należy wcisnąć drążek przepustnicy (klawisz **PageUp**). Aby zmniejszyć moc, należy wyciągnąć drążek (klawisz **PageDown**). Możesz także użyć rolki myszy, gdy jej kursor jest na przepustnicy, lub możesz przytrzymać lewy przycisk myszy i przeciągać myszką.

Co właściwie oznacza „zwiększenie mocy”? Czy to oznacza, że zwiększasz ilość paliwa dostarczanego do silnika? Tak, ale to nie wystarczy, aby w pełni zrozumieć, co robisz. Trzeba mieć świadomość, że do silnika również napływa ogromna ilość powietrza. Cylindry silnika spalają mieszankę paliwa i powietrza. Jak wiadomo, bez powietrza nie ma ognia, więc tylko mieszanka paliwa i powietrza może zdetonować i poruszyć tłoki silnika. Więc kiedy wciskasz przepustnicę, zwiększasz zarówno paliwo, jak i powietrze podawane do silnika.

Mieszanka

Proporcja ilości powietrza do ilości paliwa jest krytyczna i musi być ściśle dostrojona. Taki jest cel manetki mieszanki. Rys. 8.23 przedstawia manetkę mieszanki (w kolorze czerwonym), wyciągniętą zbyt mocno.

Kiedy manetka mieszanki jest całkowicie wciśnięta, to do silnika dostaje się dużo paliwa i mało powietrza. Stan ten jest zwany jako „bogata” mieszanka (z ang. *rich*). Gdy manetka jest całkowicie wyciągnięta, pojawia się nadmiar powietrza – jest to „uboga” mieszanka (z ang. *lean*). Prawidłowa pozycja do wytworzenia maksymalnej mocy silnika, znajduje się gdzieś pomiędzy tymi dwiema skrajnościami, zwykle jest to wartość bliska całkowitemu wciśnięciu manetki.

Podczas uruchamiania silnika i startu, potrzebujesz mieszanki w pełni bogatej w paliwo. Oznacza to, że należy wcisnąć manetkę mieszanki (klawisz **m**). Mieszanka bogata w paliwo umożliwia łatwe uruchomienie silnika. Sprawia również, że silnik jest trochę bardziej niezawodny. Wadą jest to, że część paliwa nie jest spalana wewnątrz silnika. Jest po prostu marnowana i wydalana przez układ wydechowy. To sprawia, że silnik jest bardziej zanieczyszczony, dostarcza mniej energii i powoli się degeneruje, poprzez osadzanie się pozostałości w cylindrach.

Podczas normalnego lotu, musisz lekko zubożyć mieszankę (pociągnąć manetkę), aby uzyskać bardziej optymalną mieszankę. Sprawdź to, wykonując następujące czynności. Uruchom symulator. Włącz hamulce postojowe kombinacją klawiszy **B**. Wciśnij przepustnicę maksymal-

nie. Obroty silnika powinny być teraz zbliżone do maksymalnych. Powoli pociągnij za manetkę mieszanki (kombinacja klawiszy **M**). Zobaczysz, że obroty nieco wzrosną. Otrzymujesz większą moc bez zwiększania poboru paliwa. Nie marnujesz paliwa, a to generuje mniej zanieczyszczeń. Jeśli nadal będziesz pociągać za manetkę mieszanki, obroty spadną z powrotem, ponieważ teraz jest za dużo powietrza. Nadmiar powietrza spowalnia wybuchy wewnątrz cylindrów i obniża temperaturę wybuchu, stąd spada wydajność termodynamiczna. Musisz dostroić optymalną mieszankę. Ze względów termodynamicznych, najlepsza mieszanka nie jest dokładnie przy maksymalnej mocy – lepiej, aby silnik pracował z mieszanką nieznacznie bogatszą lub uboższą od maksymalnej mocy. Zapobiega to również przed możliwością detonacji paliwa i wybuchowego uszkodzenia silnika. Możesz znaleźć maksymalny punkt mocy silnika, poprzez uzyskanie najwyższych obrotów. Inną metodą jest sprawdzenie temperatury spalin (wskaźnik *EGT*). Z grubsza jest to punkt, w którym uzyskuje się najwyższą temperaturę.

Kontrola mieszanki, pozwala spalać mniej paliwa, przy tej samej prędkości i dystansie, a tym samym latać dalej i generować mniej zanieczyszczeń. Jeśli jednak źle nią zarządzasz, może to spowodować poważne problemy. Załóżmy, że lecisz na dużej wysokości i odpowiednio wyciągasz manetkę mieszanki. Na dużych wysokościach jest mniej tlenu, więc właściwa mieszanka będzie dość uboga – tj. z niewielkim zużyciem paliwa. Następnie zniżasz lot, aby wylądować. Jeśli zapomnisz wzbogacić mieszankę podczas schodzenia, mieszanka paliwowo-powietrzna stanie się zbyt uboga, a silnik po prostu zgaśnie.

Podczas zniżania musisz dostroić mieszankę z powrotem, bo wraz z utratą wysokości będzie coraz uboższa w paliwo. Oznacza to wciśnięcie manetki mieszanki. W ten sposób silnik stanie się bardziej niezawodny i będzie lepiej przystosowany do spadku wysokości.

Napisałem powyżej, że ustawienie iskrownika na *OFF* to nie jest właściwy sposób na zatrzymanie silnika. Właściwą metodą jest pociągnięcie manetki mieszanki. Najpierw całkowicie wyciągnij przepustnicę, aby uzyskać minimalną moc silnika i zużycia paliwa. Następnie pociągnij manetkę mieszanki, aż silnik się zatrzyma, ponieważ odetniemy mu paliwo. Gwarantuje to, że silnik nie zostanie zatkany przez resztki zużytego paliwa. Na koniec przestaw przełącznik iskrownika w położenie *OFF*, aby silnik przypadkiem nie uruchomił się ponownie.

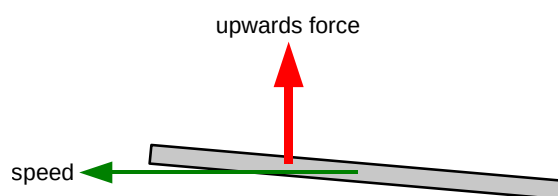
Ważne ostrzeżenie: możesz pomyśleć, że wskaźnik RPM odzwierciedla moc silnika. To błąd. Dwie rzeczy powodują wzrost obrotów: moc silnika i prędkość samolotu. Aby to sprawdzić, wznieś się na określoną wysokość, a następnie zmniejsz moc silnika do minimum. Spróbuj mocno zanurkować, a następnie wznieść się ponownie. Zobaczysz, że obroty różnią się znacznie, podobnie jak prędkość. Wzrastają podczas nurkowania i zmniejszają się podczas wznoszenia.

Jedną z pułapek jest sytuacja, gdy zamierzasz dostroić moc silnika podczas lądowania. Załóżmy, że lecisz szybko w kierunku lotniska. Wiesz, że idealne obroty silnika do lądowania to około 1900 RPM. Więc zmniejszasz ciąg, aż osiągniesz 1900 obr./min. Myślisz, że dostroiłeś odpowiednie obroty, i że nie powinieneś więcej się tym przejmować. Ale kiedy wyrównasz, prędkość samolotu zacznie spadać, wraz z prędkością obrotową silnika. Kilka minut później uzyskasz pożądaną niską prędkość lotu. Nie widzisz aby RPM było teraz zbyt wolne. Jednak albo zanurkujesz, albo przeciągniesz (lub obie te rzeczy na raz). Uważaj na przepustnicę i wskaźnik obrotów. Albo podczas schodzenia zmniejszaj ciąg barciej łagodnie, albo później przygotuj się mentalnie na szybkie zwiększenie ciągu.

8.7.2 Skrzydła i prędkość

Załóżmy, że lecisz z pełną mocą silnika. Lekkie opuszczenie nosa spowoduje, że utracisz wysokość, a lekkie podniesienie nosa sprawi, że zyskasz wysokość. Możesz pomyśleć, że jest to całkiem proste. Samolot leci w kierunku, w którym zmierza; kierunek, w którym zmierza śmigło. Ale to nie jest najlepszy sposób, na wyobrażenie sobie tego. Ten model byłby dobry dla rakiety, ale nie dla samolotu. Rakieta unosi się dzięki silnikom, a samolot – skrzydłom. To ogromna różnica.

Weź duży, sztywny kwadrat tektury, trzymaj go poziomo w dłoni z wyciągniętą ręką i wykonuj szybkie ruchy poziome obracając tułowiem. Kiedy karton porusza się płasko w powietrzu, nie ma siły nośnej. Ale jeśli lekko obrócisz rękę, aby ustawić karton pod niewielkim kątem do góry, to poczujesz, że ma on tendencję do unoszenia się w powietrzu. Na karton działa siła skierowana do góry. W ten sposób skrzydło utrzymuje samolot w powietrzu. Skrzydła są skierowane pod niewielkim kątem do góry i unoszą samolot. Im większy kąt nadasz dla kartonu, tym większa siła nośna – dopóki nie ustawisz zbyt stromego kąta. Wtedy raczej poczujesz siłę hamowania. Karton „przeciągnie” (patrz poniżej).



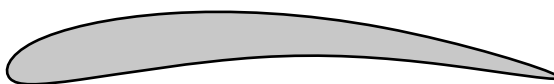
Rysunek 8.24: Siła nośna

- Kiedy pociągniesz za wolant do siebie, nos samolotu uniesie się. W związku z tym skrzydła ustawią się pod większym kątem względem strug powietrza. W związku z tym siła nośna na skrzydłach będzie większa. W związku z tym samolot będzie się wzbijał.
- Kiedy odepchniesz wolant od siebie, nos samolotu zanurkuje. W związku z tym skrzydła ustawią się pod mniejszym kątem względem strug powietrza. W związku z tym siła nośna na skrzydłach będzie mniejsza. W związku z tym samolot będzie opadał.

Ważny jest kąt, pod jakim skrzydła poruszają się w powietrzu. To jest kąt natarcia.

Napisałem powyżej, że kiedy skrzydła przecinają powietrze bez kąta natarcia, to nie wytwarzają siły nośnej. To nie do końca prawda. Byłoby to prawdą, gdyby skrzydła były płaską płytą, jak karton. Ale tak nie jest. Skrzydła mają lekko zakrzywiony profil. To sprawia, że wytwarzają siłę nośną nawet podczas lotu w powietrzu bez kąta natarcia. W rzeczywistości, nawet przy niewielkim ujemnym kącie natarcia, nadal wytwarzają siłę nośną. Przy dużej prędkości samolot leci ze skrzydłami lekko nachylonymi do ziemi!

Kąt, pod jakim skrzydła poruszają się w powietrzu, ma znaczenie, ale liczy się także coś innego: prędkość. Ponownie weź karton do ręki. Trzymaj go cały czas pod pewnym kątem. Poruszaj nim z różnymi prędkościami w powietrzu. Im szybciej będziesz przesuwasz karton, tym większa będzie siła skierowana do góry.



Rysunek 8.25: Profil skrzydła

- Kiedy zwiększasz moc silnika, samolot zwiększa prędkość, siła nośna na skrzydłach rośnie, a samolot nabiera wysokości.
- Kiedy zmniejszasz moc silnika, samolot zmniejsza prędkość, siła nośna na skrzydłach maleje, a samolot traci wysokość.

Aby trochę skomplikować sprawę: wznosząc się, samolot ma tendencję do utraty prędkości. Podczas opadania ma tendencję do przyspieszania.

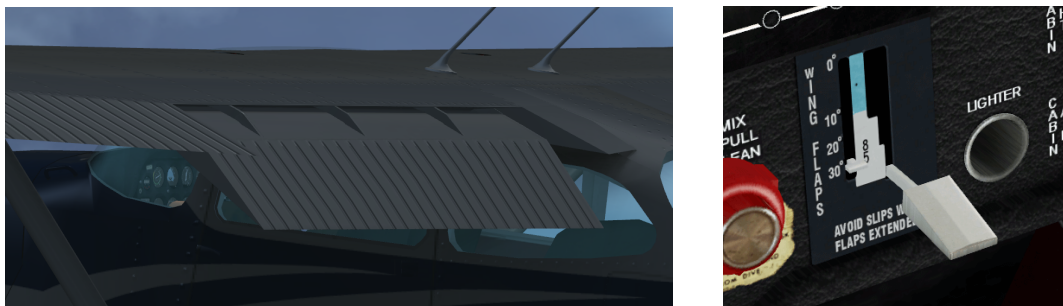
To wszystko kwestia kompromisów. Jeśli chcesz latać na stałej wysokości i z określoną prędkością, będziesz musiał dostroić zarówno moc silnika, jak i ster wysokości wolantem (a najlepiej trymerem – patrz Sekcja 8.7.5), aż uzyskasz to, czego chcesz. Jeśli chcesz zniżyć i zachować tę samą prędkość, musisz trochę pchnąć wolant i zmniejszyć moc silnika, itd. Musisz stale dostrajać zarówno moc silnika, jak i ster wysokości. Jednak podczas normalnego lotu można to uprościć, wybierając po prostu komfortowy poziom mocy silnika, a następnie dostroić wysokość polegając na wolancie i trymerze.

Jest bardzo ciekawe ćwiczenie, jakie można wykonać na symulatorze. Najpierw leć prosto z pełną mocą silnika i uzyskaj maksymalną prędkość, utrzymując lot poziomy. Następnie zmniejsz moc silnika do minimum. Pociągnij delikatnie wolant, aby utrzymać samolot na stałej wysokości. Samolot stopniowo zacznie zwalniać, tymczasem musisz coraz mocniej ciągnąć wolant, aby utrzymać poziom. Ponieważ prędkość zmniejsza się, to także siła nośna na skrzydłach się zmniejsza, dlatego utratę prędkości musisz kompensować zwiększeniem kąta natarcia skrzydeł. Dowodzi to, że samolot niekoniecznie leci w kierunku, w którym zmierza jego nos. W tym eksperymencie sprawiamy, że nos samolotu unosi się, aby pozostać na stałej wysokości. Gdy samolot leci bardzo wolno, a nos jest bardzo wysoko, możesz usłyszeć syrenę. To jest ostrzeżenie o przeciągnięciu (patrz poniżej). Oznacza to, że kąt natarcia jest zbyt duży, aby skrzydła mogły wytworzyć siłę nośną. Gdy skrzydła nie wytwarzają siły nośnej, samolot przepada – spada jak kamień. Jedynym sposobem, aby to naprawić, jest przesunięcie wolantu do przodu, aby zmniejszyć kąt natarcia, powodując opadnięcie nosa samolotu, a następnie zastosowanie pełnej mocy, aby uzyskać prędkość, a na koniec ostrożnie ustawić wolant z powrotem w pozycji poziomej.

Pytanie: czy lepiej kontrolować prędkość i wysokość samolotu za pomocą wolantu czy przepustnicy? Odpowiedź: to zależy od tego, co dokładnie zamierzasz zrobić i od sytuacji, w której się znajdujesz. Jak wspomniano powyżej, w normalnym locie zazwyczaj ustawiasz komfortowy poziom mocy silnika, zapominasz o tym i polegasz na wolancie i trymerze. Podczas startu i lądowania procedury są dość rygorystyczne, jeśli chodzi o użycie wolantu i przepustnicy. Robisz odwrotnie: prędkość kontrolujesz za pomocą wolantu i trymera, wysokość i prędkość opadania kontrolujesz za pomocą przepustnicy silnika. Zostanie to omówione poniżej.

8.7.3 Klapy

Klapy znajdują się z tyłu skrzydeł, po obu stronach kadłuba samolotu. Klapy wysuwasz i chowasz za pomocą dźwigni sterującej klapami (patrz rys. 8.26).



Rysunek 8.26: Klapy oraz dźwignia klap

Możesz kliknąć ją myszą lub użyć klawiszy [i]. Klawisz [, chowa klapy o jeden krok, a klawisz], wysuwa je krok po kroku. Wciśnij klawisz **v**, aby obejrzeć samolot z zewnątrz i wypróbuj klawisze [i] (dźwignia klap znajduje się w prawym, dolnym rogu panelu w kokpicie).

W Cessnie 172P są cztery ustawienia klap:

- 0° – do normalnego startu oraz lotu.
- 10° – do startu z krótkiego pasa, gdy chcesz nabrać wysokości podczas powolnego lotu. Albo na pierwszym etapie podejścia do lądowania.
- 20° – aby zredukować prędkość, na przykład podczas zniżania w kierunku pasa do lądowania.
- 30° – aby jeszcze bardziej wytracić prędkość i wciąż móc utrzymać się w powietrzu, podczas końcowej fazy lądowania i przyziemieniu.

Klapy są nieco delikatne. Nie wysuwaj klap na pierwszy stopień, gdy lecisz z prędkością powyżej 110 węzłów. Nie wysuwaj drugiego ani trzeciego stopnia klap, powyżej 85 węzłów.

Klapy powodują duży opór i hamują samolot z dużą prędkością. To jeszcze jeden powód, aby nie zapomnieć o schowaniu klap z powrotem, podczas lotu z prędkością zbliżającą się do 85 lub 110 węzłów.

Aby wizualnie sprawdzić położenie klap, rozejrzyj się za pomocą myszy, aby spojrzeć na skrzydła, lub naciśnij klawisze **Shift**→, aby przesunąć widok w prawo, a następnie **Shift**↑, aby wrócić do patrzenia na wprost.

Klapy zwiększają siłę nośną skrzydeł, zmieniając ich kształt profilu. Z klapami ustawionymi na pierwszy stopień, skrzydła wytwarzają więcej siły nośnej przy odpowiedniej prędkości. Dzięki temu podczas startu wzbijasz się w powietrze trochę wcześniej. Ma to również wpływ na to, że samolot może lecieć z nosem mniej zadartym do góry. Jest to przydatne, ponieważ zapewnia lepszy widok na pas startowy podczas startu lub lądowania.

Kłapy również zwiększają opór aerodynamiczny. Drugi i trzeci stopień kłap wytwarza znacznie większy opór niż siłę nośną, więc służą do wytracania prędkości. Jest to szczególnie przydatne podczas lądowania, ponieważ samolot wtedy bardzo dobrze szybuje. Jeśli ustawisz ciąg na jałowy, ale bez kłap, to samolot zacznie się zniżać, ale zbyt wolno. Musisz wysunąć kłapy na drugi lub trzeci stopień, aby wytracić prędkość i naprawdę zejść w kierunku ziemi.

Fakt, że kłapy wyhamowują prędkość, sprawia że podczas lądowania potrzebujesz większej mocy silnika. To może wydawać się dziwne. Dlaczego po prostu nie zdławić silnika do minimum i nie używać mniejszego wychylenia kłap? Odpowiedź jest taka, że lepiej mieć samolot mocno hamujący z większą mocą silnika, bo samolot szybciej reaguje na Twoje polecenia. W przypadku awarii silnika wystarczy w razie potrzeby schować kłapy i poszybować na pas startowy.

Co możesz zrobić, jeśli masz wysunięte pełne kłapy i potrzebujesz dalej zwiększyć prędkość opadania? Powoli wciśnij pedał steru kierunku po jednej stronie. To sprawi, że samolot skieruje się bardziej boczną powierzchnią w stronę strug powietrza, dzięki czemu jeszcze bardziej wytraci prędkość. Utrzymując wduszony pedał, skompensuj skręt za pomocą lotek (wolant w lewo/prawo). Nazywa się to ślizgiem bocznym i jest bardzo skutecznym sposobem stopniowej utraty wysokości, ponieważ łatwo jest wyjść ze ślizgu w dowolnym momencie.

8.7.4 Przeciągnięcie

Aby wytworzyć siłę nośną, po powierzchniach skrzydeł musi płynnie przepływać powietrze. Jeśli jednak skrzydło znajduje się pod zbyt dużym kątem natarcia, przepływ ten jest przerywany i skrzydło nie wytworzy już siły nośnej. Bez siły nośnej samolot nie może latać i szybko spadnie na ziemię. Nazywa się to przeciągnięciem.

Przeciągnięcie jest sytuacją awaryjną i może się zdarzyć przy dowolnej prędkości, ale najczęściej występuje podczas lotu z małą prędkością. Każdy samolot ma określoną prędkość przeciągnięcia, przy której żaden kąt natarcia nie może wytworzyć wystarczającej siły nośnej. Powinieneś zawsze utrzymywać swój samolot znacznie powyżej prędkości przeciągnięcia. Samoloty są wyposażone w syreny alarmowe, które zawyją, gdy zbliżysz się do niebezpiecznego kąta natarcia, który spowoduje przeciągnięcie.

Jeśli napotkasz przeciągnięcie, działaniem zaradczym jest natychmiastowe opuszczenie nosa i zastosowanie pełnej mocy, tak aby poziom nosa samolotu wyrównał się po ponownym osiągnięciu prędkości lotu. Jednak spowoduje to, że samolot straci wysokość, której możesz nie mieć podczas lądowania lub startu!

Korkociąg występuje, gdy jedno skrzydło przeciągnie szybciej niż drugie, co może nastąpić podczas stromego zakrętu przy małej prędkości. Ponieważ jedno skrzydło wciąż wytwarza siłę nośną, samolot obraca się wokół przeciągniętego skrzydła, obracając się coraz mocniej i ciśnień. Aby wydostać się z korkociągu, należy użyć steru kierunku, aby zniwelować korkociąg do normalnego przeciągnięcia, a następnie odzyskać siłę nośną jak opisano powyżej.

Samoloty takie jak Cessna 172 i Piper Cub mają łagodne przeciągnięcia i jest mało prawdopodobne, aby wpadły w korkociągi. Wysokowydajne odrzutowce, takie jak F16, mają znacznie bardziej agresywne przeciągnięcia i mogą łatwo wejść w korkociąg.

Aby przećwiczyć to w symulatorze, wykonaj następujące czynności:

- Leć prosto na stałej wysokości.
- Zmniejsz moc silnika, unosząc nos samolotu, aby uniknąć zniżania.
- Kontynuuj zmniejszanie mocy do momentu rozpoczęcia przeciągnięcia.
- Spróbuj kontrolować samolot, gdy przeciągnie i zacznie spadać.
- Utrzymuj wolant maksymalnie na sobie, a samolot w stabilnej pozycji, ze skrzydłami równoległe do horyzontu. Spróbuj zmienić kierunek.
- Odzyskaj samolot, obniżając nos, używając pełnej mocy i korygując położenie po odzyskaniu prędkości lotu.

Możesz także eksperymentować przeciągnięcia z różnymi ustawieniami klap i z dużymi prędkościami, dokonując gwałtownych zmian położenia samolotu.

Eksperymentuj z różnymi samolotami. W porównaniu z Cessną 172, odrzutowiec Cessna Citation przeciąga znacznie bardziej agresywnie i bez ostrzeżenia.

8.7.5 Trymer



Rysunek 8.27: Trymer

Trymer to ciemne, duże, pionowe koło z szarymi kropkami umieszczone pośrodku pod panelem z instrumentami (patrz rys. 8.27).

We *FlightGear* klawisze **Home** i **End** sterują trymerem. Klawisz **Home** obraca kołem w górę, podczas gdy klawisz **End** obraca je w dół. Możesz także kliknąć koło trymera lewym przyciskiem myszy, aby obrócić je w górę lub środkowym przyciskiem, aby obrócić je w dół.

Ogólnie mówiąc, trymer robi to samo co wolant: oddziałuje na ster wysokości. Obracanie koła trymera w dół jest równoznaczne z pociągnięciem wolantu na siebie (nos do góry), a obracanie w górę z popchnięciem wolantu od siebie (nos w dół). Istnieje jednak zasadnicza różnica między trymerem a wolantem. Mianowicie, po dokonaniu nastawy, trymer pozostaje w wybranej pozycji, podczas gdy wolant wpływa na ster wysokości tylko wtedy, gdy użyjesz

na nim siły. A gdy pozostawisz wolant w pozycji neutralnej, to ster wysokości także wróci do pozycji neutralnej.

Aby utrzymać samolot na zadanym pułapie lotu, położenie steru wysokości nie zawsze będzie równoznaczne z pozycją neutralną – będzie się różnić w zależności od warunków pogodowych, aktualnego poziomu paliwa i ładunku. Oczywiście ciągłe trzymanie wolantu w celu zachowania stałej pozycji samolotu, szybko stałoby się męczące. Zatem używając trymera do „wyważenia” siły steru wysokości, wolant może pozostać w pozycji neutralnej.

Podczas startu trymer powinien być w pozycji neutralnej. W przeciwnym razie może się okazać, że samolot albo odmówi startu przy próbie podniesienia nosa, albo sam uniesie nos zbyt szybko.

Podczas lądowania spróbuj ustawić stery wysokości w pozycji neutralnej, dostrajając trymer. To sprawia, że dokonywanie drobnych zmian w położeniu samolotu jest łatwiejsze. W Cessnie 172P oznacza to trym w pozycji neutralnej. W Cherokee Warrior II oznacza to, że trym jest trochę „pociągnięty” (koło trymera obrócone w dół).

Ruch koła trymera jest znacznie wolniejszy niż wolantu, co pozwala na delikatne zmiany steru wysokości. Zatem bądź cierpliwy.

8.7.6 W jakim kierunku lecę?

Znajomość kierunku, w którym zmierzasz, jest oczywiście niezbędne. Istnieją trzy podstawowe sposoby określenia kierunku lotu:

- Rozglądanie się przez okna. Jeśli regularnie latasz z tego samego lotniska, nauczysz się rozpoznawać cechy terenu, takie jak drogi, wzgórze, mosty, miasta, lasy. Na monitorze masz tylko wąski widok na wirtualny świat zewnętrzny. Dlatego istnieje kilka sposobów, dzięki którym możesz rozglądać się w samolocie:
 - Naciśnij klawisz **Shift** i cztery klawisze strzałek aby spojrzeć do przodu, do tyłu, na lewo i prawo.
 - Naciśnij klawisz **Shift** i klawisze klawiatury numerycznej, aby spojrzeć w czterech kierunkach wspomnianych powyżej oraz w czterech kierunkach po przekątnej pomiędzy nimi.
 - Przytrzymaj prawy przycisk myszy (w trybie normalnym lub w trybie sterowania samolotem) i przesunij mysz, aby zmienić kierunek patrzenia.
 - Użyj myszy w trybie rozglądania się (**Tab**, \leftrightarrow). Pozwala on patrzeć w każdym kierunku, w tym w górę i w dół. Kliknij lewym przyciskiem myszy, aby przywrócić patrzenie na wprost.
- Użycie kompasu magnetycznego. Znajduje się on pośrodku kokpitu, nad panelem z przyrządami. Kompas jest prosty w działaniu, ale wpływa na niego przyspieszenie samolotu i anomalie magnetyczne na ziemi. Warto wiedzieć, że kompas wskazuje północ magnetyczną, a nie rzeczywistą (geograficzną). To odchylenie (deklinacja magnetyczna) różni się w zależności od Twojej lokalizacji.

- Użycie żyroskopowego wskaźnika kursu (rys. 8.28). Żyroskopowy wskaźnik kursu, jak i inne przyrządy żyroskopowe, jest zasilany pompą próżniową. Żyroskopowy wskaźnik kursu jest ustawiany wg kompasu magnetycznego, ale nie wpływają na niego błędy magnetyczne, ani ruch samolotu. Jednak ze względu na precesję żyroskopową i tarcie w instrumencie, z czasem przesuwa się on i musi być ponownie dostrojony do wskazań kompasu magnetycznego. Aby skorygować żyroskopowy wskaźnik kursu, należy użyć czarnego pokrętła w lewym dolnym rogu przyrządu (w normalnym trybie wskaźnika myszy, użyj rolki myszy, dodatkowo możesz przytrzymać **Shift** aby kręcić pokrętłem szybciej, **Ctrl-c** – aby podświetlić obszary klikalne). Pamiętaj aby korygować żyroskopowy wskaźnik kursu tylko podczas lotu poziomego, ze stałą prędkością. Wówczas będziesz pewny, że busola magnetyczna nie będzie miała przekłamań. Na marginesie, pomarańczowe pokrętło w prawym dolnym rogu, służy do wskazania autopilotowi kierunku jakim chcesz lecieć (**HDG** od ang. *heading*).



Rysunek 8.28: Kompas i żyroskopowy wskaźnik kursu

8.7.7 Rozejrzenie się po panelu

Na koniec spójrzmy na panel w kokpicie, łącząc opisane powyżej instrumenty z kilkoma nowymi.

Wielka szóstka

Zacznijmy od najważniejszych instrumentów, które każdy pilot symulatora musi znać, znane jako „wielka szóstka” lub „sześciopak”. Pośrodku tablicy przyrządów (rys. 5.1), w górnym rzędzie, znajduje się sztuczny horyzont (wskaźnik położenia), wyświetlający pochylenie i przechylenie twojego samolotu. Zawiera oznaczenia kąta pochylenia (co 5 stopni), a także znaki przechylenia pod kątem 10, 20, 30, 60 i 90 stopni.



Rysunek 8.29: Sztuczny horyzont

Na lewo od sztucznego horyzontu zobaczysz prędkościomierz pokazany na rys. 8.18. Nie tylko zapewnia wskazanie prędkości w węzłach, ale także kilka łuków pokazujących charakterystyczne ograniczenia prędkości, które musisz wziąć pod uwagę. Na początku pojawia się zielony łuk wskazujący normalny zakres prędkości roboczej przy całkowicie cofniętych klapach. Biały łuk wskazuje zakres prędkości z maksymalnie wychylonymi klapami. Żółty łuk pokazuje zakres, który powinien być używany tylko przy nieturbulentnym powietrzu. Górny koniec ma czerwoną kreskę wskazującą prędkość, której nigdy nie wolno przekraczać, chyba że chcesz uszkodzić samolot w trakcie lotu. . .

Pod wskaźnikiem prędkości znajduje się koordynator zakrętu (rys. 8.16). Samolot pośrodku wskazuje przechylenie Twojego samolotu na skrzydło. Gdy lewe lub prawe skrzydło samolotu zrówna się z jednym z dolnych znaczników, oznacza to zakręt standardowy, tj. obrót o 360° w dokładnie dwie minuty.

Poniżej samolotu, znajduje się chyłomierz. Wskazuje, czy ster kierunku i lotki są skoordynowane. Podczas zakrętów musisz zawsze operować lotkami i sterem kierunku w taki sposób, aby kulka chyłomierza pozostawała w środku; w przeciwnym razie samolot wpadnie w poślizg. Prosta zasada mówi: „wdepnij za kulka”, czyli np. gdy kulka ucieka w lewo, wdepnij lewy pedał steru kierunku.

Jeśli nie masz pedałów lub nie masz doświadczenia w kontrolowaniu steru kierunku, możesz uruchomić *FlightGear* z opcją:

```
--enable-auto-coordination
```

Po prawej stronie sztucznego horyzontu znajduje się wysokościomierz, pokazujący wysokość nad poziomem morza (nie ziemi!) w setkach stóp (rys. 8.15). Poniżej wysokościomierza znajduje się wskaźnik prędkości pionowej (rys. 8.30) wskazujący prędkość wznoszenia się lub opadania samolotu w setkach stóp na minutę. Choć w niektórych przypadkach może być wygodniejszy w użyciu niż wysokościomierz, należy pamiętać, że jego wskazówka zwykle ma pewne opóźnienie w czasie.

Dalej, poniżej wskaźnika prędkości pionowej znajduje się obrotomierz, który wyświetla obroty silnika w setkach na minutę (rys. 8.17). Zielony łuk oznacza optymalne obroty podczas przelotu.



Rysunek 8.30: Wskaźnik prędkości pionowej (wariometr)

Do grupy głównych przyrządów należy ponadto żyroskopowy wskaźnik kursu znajdujący się poniżej sztucznego horyzontu. Oprócz tego na górze panelu znajduje się kompas magnetyczny. Oba pokazane na rysunku 8.28.

Cztery z tych wskaźników, rozmieszczonych wg litery „T”, mają szczególne znaczenie: wskaźnik prędkości powietrza, sztuczny horyzont, wysokościomierz i żyroskopowy wskaźnik kursu powinny być regularnie skanowane podczas lotu.

Instrumenty dodatkowe

Oprócz „wielkiej szóstki” istnieje kilka dodatkowych instrumentów. Po lewej stronie znajduje się zegar, będący oczywiście ważnym narzędziem, na przykład do określania prędkości skrętu. Pod zegarem znajduje się kilka mniejszych wskaźników, wyświetlających stan techniczny silnika. Z pewnością najważniejszym z nich jest wskaźnik paliwa – o czym każdy pilot powinien wiedzieć.

Wyłącznik zapłonu znajduje się w lewym dolnym rogu panelu (rys. 8.22). Ma pięć pozycji: *OFF*, *L*, *R*, *BOTH* i *START*. Pierwsza jest oczywista. Litery *L* i *R* nie odnoszą się do dwóch silników (ponieważ Cessna 172 ma tylko jeden), ale do dwóch iskrowników (lewego i prawego), zapewniających redundancję w przypadku awarii. Te dwa położenia przełącznika, mogą być używane do testowania iskrowników przed lotem. Podczas normalnego lotu przełącznik powinien być ustawiony w pozycję *BOTH* (silnik używa obu iskrowników). Skrajne prawe położenie służy do uruchamiania silnika przy użyciu rozrusznika zasilanego z akumulatora (obsługiwanego za pomocą klawisza **S**).

Uchwyt pod wolantem to hamulec postojowy. W pozycji pionowej hamulec postojowy jest zaciągnięty. Hamulec postojowy jest obsługiwany kombinacją klawiszy **B**.

Radio

Po prawej stronie kokpitu znajdują się panele radiowe. Tutaj znajdziesz dwa radia komunikacyjne (COMM1 i COMM2), dwa odbiorniki NAV1 i NAV2 (do nawigacji VOR), odbiornik ADF (do nawigacji NDB), a także autopilot.

Radio komunikacyjne służy do komunikacji z ruchem lotniczym; jest to zwykle radio nadawczo-odbiorcze, pracujące w specjalnym zakresie częstotliwości. Częstotliwość jest wyświetlana na panelach LED. Zwykle są dwa radio COMM; w ten sposób możesz wybrać częstotliwość następnego kontrolera, z którym chcesz się skontaktować, będąc nadal w kontakcie z poprzednim.

Radio COM może także służyć do odsłuchania aktualnych warunków pogodowych na lotnisku, tzw. *ATIS (Automatic Terminal Information Service)*. Aby to zrobić, po prostu wybierz częstotliwość *ATIS* odpowiedniego lotniska. Aby znaleźć tę częstotliwość, idź do menu *AI* → *ATC w zasięgu* i wybierz czteroliterowy kod ICAO pobliskiego lotniska.

Każde radio COM ma skonfigurowane dwie częstotliwości – częstotliwość „aktywną” (*active*), na której pilot nadaje i odbiera, oraz częstotliwość „zapasową” (*standby*), którą można zmieniać w dowolnym momencie. W ten sposób, podczas wybierania innej częstotliwości na *standby’u*, wciąż możesz kontynuować komunikację na częstotliwości aktywnej.

Możesz zmienić częstotliwość radia za pomocą myszy. W tym celu użyj rolki myszy na dwóch zespolonych pokrętkach, gdzie duże pokrętło zmienia MHz a małe kHz, zawsze dla częstotliwości *standby*. Biały przycisk ze strzałkami, na lewo od pokręteł, służy do podmiany częstotliwości zapasowej na aktywną.

Korzystanie z autopilota i wyposażenia radionawigacyjnego zostało omówione w dalszych poradnikach. W tej chwili możesz zignorować te instrumenty, o ile lecisz wg zasad lotu z widocznością (*VFR – Visual Flight Rules*).

8.8 Lećmy

Do tej pory powinieneś być w stanie utrzymać się na pasie startowym podczas startu, latać prosto, zniżać lot, wzbijać się i wykonywać delikatne skręty. W tej sekcji opiszemy nieco bardziej realistyczne podejście do startu i lądowania oraz przedstawimy niektóre z bardziej wyszukanych pojęć, o których warto wiedzieć.

8.8.1 Realistyczny start

Podczas normalnego startu obowiązują następujące, ogólne zasady:

- Koło przednie powinno być podniesione przy prędkości około 40 węzłów.
- Zaraz po starcie, należy przyspieszyć do 70 węzłów, aby utrzymać się znacznie powyżej prędkości przeciągnięcia, co jest zalecane w przypadku podmuchów wiatru lub awarii silnika.
- Nie rozpędzaj się za bardzo powyżej 75 węzłów, aby jak najszybciej nabrać wysokości.
- Podążaj kursem wzdłuż pasa startowego, do wysokości 500 ft. W ten sposób, jeśli silnik ulegnie awarii, możesz łatwo wylądować z powrotem na pasie z którego wystartowałeś.
- Nie przelatuj nad budynkami dopóki nie wzbijesz się co najmniej na 1000 ft.
- Tuż przy ziemi, zakręty powinny być łagodne i dobrze skoordynowane za pomocą steru kierunku.

Musisz więc wystartować i wznieść się w powietrze ze stałą prędkością około 75 węzłów. Jednak gdy lekko uniesiesz nos przy 40 węzłach, samolot prawdopodobnie wystartuje z prędkością około 55 węzłów. Aby przyspieszyć szybko do 75 węzłów, lekko opuść nos samolotu natychmiast po starcie, a następnie podnieś go po osiągnięciu 75 węzłów. Oznacza to, że do kontrolowania prędkości używasz kąta pochylenia, zmieniając go za pomocą steru wysokości.

Podsumowując to wszystko razem z tym, czego nauczyłeś się wcześniej, normalny start za pomocą myszy będzie składał się z następujących elementów:

1. Dostosuj wysokościomierz do prawidłowej wysokości na podstawie elewacji lotniska. Dla porównania KSFO znajduje się 0 stóp nad poziomem morza.
2. Obserwując położenie wolantu, sprawdź, czy lotki i ster wysokości są w pozycji neutralnej.
3. Przełącz mysz w tryb sterowania samolotem, naciskając klawisz **Tab**.
4. Przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby sterować sterem kierunku.
5. Włącz pełną moc (przytrzymaj klawisz **PageUp**, aż przepustnica zostanie całkowicie wciśnięta).
6. Podczas rozpędzania się samolotu po pasie startowym, utrzymuj go pośrodku, wprowadzając drobne poprawki za pomocą myszy.
7. Po osiągnięciu 40 węzłów, zwolnij lewy przycisk myszy i lekko pociągnij ją do tyłu, aby podnieść przednie koło. Teraz sterujesz wolantem za pomocą myszy.
8. Samolot odleci z pasa startowego z prędkością około 55 węzłów.
9. Lekko opuść nos, aby przyspieszyć do 70 węzłów.
10. Leć wzdłuż pasa startowego.
11. Użyj wolantu, aby utrzymać prędkość na poziomie 70 węzłów podczas wzbijania. Jeśli prędkość spadnie, lekko opuść nos. Jeśli prędkość wzrośnie, lekko unieś nos.
12. Gdy osiągniesz 500 ft, skreć w wymaganym kierunku, trzymając się z dala od budynków, dopóki nie przekroczysz 1000 ft wysokości.

8.8.2 Lądowanie

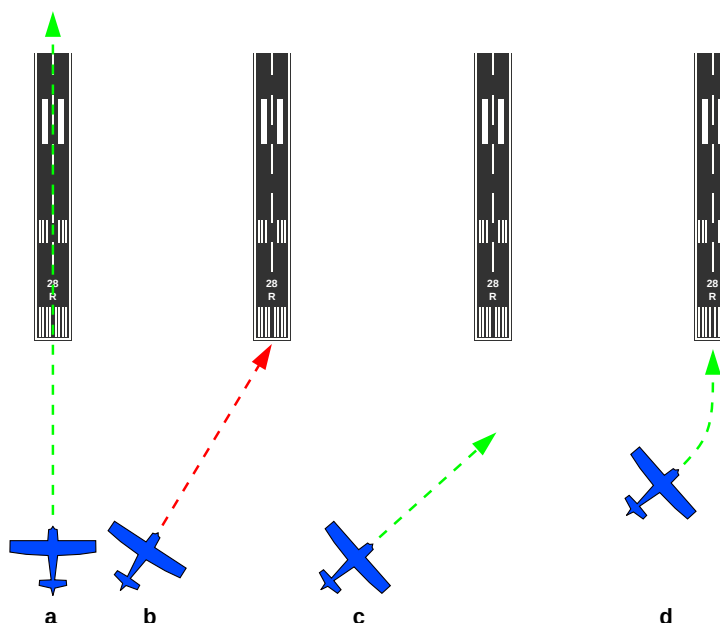
Zasady lądowania są prawie takie same jak przy starcie, ale w odwrotnej kolejności:

- Tuż przy ziemi, zakręty powinny być łagodne i dobrze skoordynowane za pomocą steru kierunku.
- Pozostań powyżej 500 ft aż do końcowego podejścia do pasa startowego.
- Zbliżaj się do pasa startowego z prędkością około 70 węzłów.

- Posadź samolot na dwóch tylnych kołach przy prędkości 55 węzłów.
- Pozwól, aby koło przednie dotknęło pasa przy prędkości 40 węzłów.

Lądowanie jest znacznie łatwiejsze, jeśli na pasie startowym masz wybrany punkt w który celujesz. Obserwując taki punkt, możesz łatwo stwierdzić, czy opadasz zbyt szybko, czy zbyt wolno. Jeśli widzisz, że punkt celowania przesuwa się w górę, to obniżasz się zbyt szybko.

Oczywiście musisz ustawić się w jednej linii z pasem startowym. Oznacza to, że kierunek lotu musi odpowiadać środkowej linii pasa startowego (rys. 8.31 (a)). Aby to osiągnąć, nie celuj w początek pasa startowego (b). Raczej celuj w fikcyjny punkt daleko przed pasem startowym (c). I zacznij delikatnie skręcać w kierunku pasa startowego na długo przed osiągnięciem tego fikcyjnego punktu (d). Zwróć uwagę, że zakręty i przechylenia, które robisz dla tych poprawek lotu, są często bardzo łagodne. Nawet nie powinieneś ich zauważyć na koordynatorze zakrętów. To jeden z przykładów, gdzie lepiej polegać na zewnętrznej linii horyzontu niż na wewnętrznych przyrządach pokładowych.



Rysunek 8.31: Wyrównanie do osi pasa

Lądowanie za pomocą myszy składa się z następujących elementów:

1. Zmniejsz moc do około 1500 obr/min, będąc 1500 ft nad terenem i kilka mil od pasa startowego. Spowoduje to zmniejszenie prędkości i rozpocznie stopniowe zniżanie.
2. Gdy prędkość spadnie poniżej 115 węzłów, wysuń klapy na pierwszy stopień (klawisz J). Zwiększy to siłę nośną i opór aerodynamiczny.
3. Wytrzymuj samolot, aby kontynuować zniżanie.

4. Na wysokości około 1000 ft, wysuń kłapy o kolejny stopień (klawisz **J**). Zwiększy to znacznie opór powietrza, ale także poprawi widok na pas.
5. Dostosuj prędkość za pomocą steru wysokości i trymera: jeśli lecisz poniżej 70 węzłów – pchnij wolant, jeśli lecisz powyżej 70 węzłów – pociągnij wolant. Jeśli używasz joysticka, użyj trymera, aby zmniejszyć nacisk na wolant.
6. Dostosuj wysokość za pomocą przepustnicy silnika. Jeśli opadasz zbyt szybko – dodaj moc, jeśli jesteś za wysoko – zmniejsz moc. O wiele łatwiej jest wyliczyć, czy jesteś za wysoko lub za nisko, obserwując liczby na pasie startowym. Jeśli poruszają się w górę ekranu, opadasz zbyt szybko – zwiększ moc. Jeśli poruszają się w dół, jesteś za wysoko, więc musisz zmniejszyć moc.
7. Dokonaj drobnych korekt kursu, aby zachować wyrównanie z pasem startowym.
8. Na wysokości około 500 ft, zastosuj ostatni stopień kłap (klawisz **J**). To znacznie zwiększy opór, więc przygotuj się na zwiększenie mocy, aby utrzymać stałe opadanie.
9. Kiedy jesteś tuż nad pasem startowym, zmniejsz moc do biegu jałowego i użyj wolantu, aby delikatnie wyrównać samolot do pozycji poziomej. Jest to „wypoziomowanie”, które powinno skutkować lotem samolotu kilka stóp nad poziomem pasa startowego. Wykonanie wypoziomowania na odpowiedniej wysokości jest trudnym zadaniem. Jako ułatwienie, obserwuj horyzont, zamiast skupiać się na punkcie celowania.
10. Utrzymuj poziom skrzydeł za pomocą małych korekt wolantem. Chcemy, aby oba, tylne koła dotknęły pasa w tym samym momencie.
11. Kontynuuj ściąganie wolanta na siebie. Główne koła powinny dotknąć pasa przy prędkości około 55 węzłów. To jest „załamanie” (*flare*).
12. Podczas lądowania bądź gotowy do użycia steru kierunku, aby utrzymać samolot prosto (klawisze **0** i **Enter** na klawiaturze numerycznej).
13. Gdy prędkość spadnie poniżej 40 węzłów, koło przednie opadnie na ziemię.
14. Przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby sterować kołem przednim/sterem kierunku za pomocą myszy.
15. Gdy prędkość spadnie poniżej 30 węzłów, użyj hamulców klawiszem **b**, aby jeszcze bardziej wytracić prędkość.

Gdy samolot będzie poruszał się bardzo wolno, możesz zwolnić klawisz **b** i dodać trochę mocy silnika, aby kołować na parking lub do hangaru.



Rysunek 8.32: Lądowanie

8.8.3 Wyłączenie silnika

Aby wyłączyć silnik:

- Zaciągnij hamulec postojowy (wciśnij kombinację klawiszy **B**).
- Pociągnij przepustnicę silnika do minimum (przytrzymaj klawisz **PageDown**).
- Pociągnij manetkę mieszanki, aby odciąć paliwo i zatrzymać silnik (przytrzymaj kombinację klawiszy **M**).
- Obróć przełącznik iskrowników do pozycji *OFF* (wciśnij kilka razy klawisz **{}**).

8.8.4 Przerwanie lądowania

Za każdym razem, gdy lądowanie nie wygląda dobrze lub gdy wystąpią niekorzystne czynniki zewnętrzne, musisz być przygotowany psychicznie na przerwanie lądowania. Powodów może być kilka:

- nakaz z wieży kontrolnej.
- nieprawidłowa prędkość lub kąt schodzenia, gdy nie ma czasu na poprawienie tego.
- silne podmuchy wiatru.
- ptaki przelatujące nad pasem startowym.

Aby przerwać lądowanie, ustaw pełną moc (przytrzymaj klawisz **PageUp**), podnieś nos, aby się wznosić, a gdy już się wznosisz, schowaj kłapy (klawisz **]**).

Lądowanie jest znacznie trudniejsze niż start. Poza tym, lądowanie na dużym pasie startowym, takim jak KSFO (San Francisco), jest znacznie łatwiejsze niż na mniejszych pasach startowych, takich jak KHAF (Half Moon Bay, około 10 mil na południowy zachód od KSFO).

Aby ćwiczyć lądowanie, użyj poniższego wiersza poleceń w oknie terminala, aby uruchomić samolot w powietrzu przy końcowym podejściu na pas startowy. Samolot będzie umieszczony 5 mil morskich przed pasem startowym, na wysokości **1500** stóp oraz będzie miał ustawioną prędkość około 120 węzłów.

```
fgfs --offset-distance=5 --altitude=1500 --vc=120
↳ --timeofday=noon
```

Podejście do lądowania z prędkością 65 węzłów (zamiast 70), pozwala na użycie znacznie krótszej długości pasa startowego. Wymaga to jednak lepszej kontroli, zwłaszcza że prędkość lotu jest znacznie bliższa prędkości przeciągnięcia. Jest to coś zupełnie innego niż lądowanie z prędkością 70 węzłów.

8.9 Radzenie sobie z wiatrem

Rozważmy balon na rozgrzane powietrze. Wyobraź sobie, że znajduje się on w gigantycznym sześcianie powietrza. Ten sześcian powietrza może poruszać się z dużą prędkością względem ziemi, ale sam balon jest całkowicie statyczny w środku sześcianu. Bez względu na prędkość wiatru, osoby na pokładzie balonu na ogrzewane powietrze, nie odczuwają powiewu wiatru.

W ten sam sposób samolot leci wewnątrz gigantycznego sześcianu powietrza i leci względem tej masy powietrza. Ruch sześcianu powietrza względem ziemi nie ma wpływu na samolot.

Wręcz przeciwnie, Ciebie jako pilota, interesuje prędkość otaczającego Cię powietrza względem ziemi. Prędkość ta może sprawić, że będziesz dryfować w lewo lub w prawo. Może też sprawić, że dotrzesz do celu znacznie później lub znacznie wcześniej, niż planowałeś.

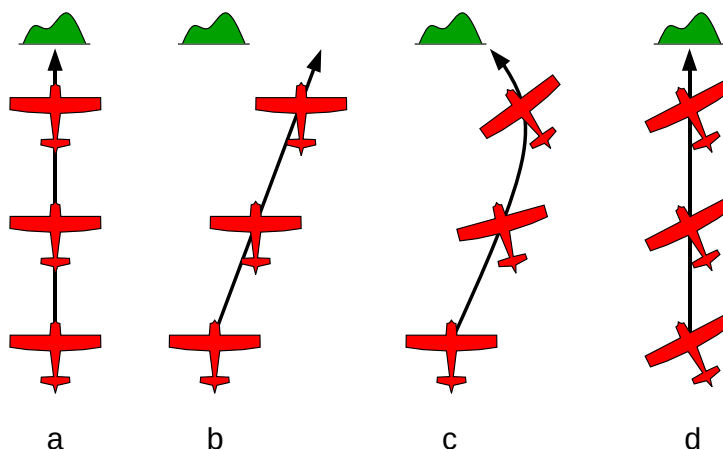
Kiedy wiatr wieje w tym samym kierunku, w którym lecisz, do prędkości samolotu dodaje się prędkość wiatru. Dlatego poruszasz się szybciej względem ziemi, niż wskazuje Twój prędkościomierz. Oznacza to, że przybędziesz wcześniej do miejsca docelowego.

Kiedy wiatr wieje w przeciwnym kierunku (lecisz pod wiatr), od prędkości samolotu odejmuje się prędkość wiatru. Dlatego poruszasz się wolniej względem ziemi, niż pokazuje Twój prędkościomierz. Oznacza to, że przybędziesz później do celu i będziesz mieć więcej czasu na podziwianie krajobrazów.

Powyższe dwa przypadki są dość proste. Sytuacja robi się bardziej skomplikowana, kiedy mamy wiatr boczny. Rozważmy rys. 8.33.

- Na zdjęciu (a) nie ma wiatru. Pilot chce polecieć w stronę zielonego wzgórza, położonego na północ. Zatem kieruje się bezpośrednio na północ w stronę wzgórza i po chwili tam dociera. Gdy nie ma wiatru, po prostu kierujesz się w stronę celu i wszystko jest w porządku.
- Na obrazku (b) pilot kieruje się dalej na północ. Ale z lewej strony (z zachodu) wieje wiatr. W ten sposób samolot będzie dryfował w prawo i ominie wzgórze.

- Na obrazku (c) pilot pilnuje aby kierować się w stronę wzgórza. Tym razem dotrze do wzgórza. Jednak samolot leci po zakrzywionej ścieżce. To sprawia, że pilot wydłuża sobie trasę, a tym samym traci czas i paliwo, aby dostać się do celu. Taka zakrzywiona ścieżka jest okropna, gdy trzeba precyzyjnie nawigować.
- Obrazek (d) pokazuje optymalny sposób dotarcia do wzgórza. Samolot skierowany jest na lewo od wzgórza, czyli na zachód, w stronę wiejącego wiatru. W ten sposób pilot kompensuje wiatr i pozostaje na prostej ścieżce w kierunku wzgórza.



Rysunek 8.33: Boczny wiatr

Jak bardzo w lewo lub w prawo od celu, należy się kierować? Pod jakim kątem? Poważni piloci używają geometrii do obliczenia prawidłowego kąta. Jednak nie potrzebujesz żadnych obliczeń, aby z grubsza latać prosto. Sztuczka polega na tym, aby wybrać punkt celowania w kierunku, w którym chcesz lecieć, a następnie obserwować, jak bardzo się ten punkt przesuwa. Zaobserwujesz wtedy jak duży jest dryf samolotu w lewo lub w prawo. Następnie pozwól swojemu instynktowi powoli skierować samolot w prawo lub w lewo, aby skompensować zaobserwowane dryfowanie. Na początek być może będziesz musiał pomyśleć o tym, co robisz. Wkrótce stanie się to intuicyjne, tak jak wtedy, gdy nauczyłeś się latać prosto. Nie będziesz już dłużej kierował nosa samolotu w stronę celu. Będziesz wołał, żeby leciał w stronę celu.

Im większa prędkość lotu w porównaniu z prędkością wiatru, tym mniej korekty będziesz potrzebować.

8.9.1 Start z bocznym wiatrem

Startowanie z bocznym wiatrem jest trudne. Dlatego projektanci lotnisk unikają tego, umieszczając pasy startowe tak, aby były skierowane w stronę dominującego wiatru. Często lotniska mają wiele pasów startowych, umieszczonych w taki sposób, aby przynajmniej jeden z nich był skierowany prosto pod wiatr, tak długo jak to możliwe.

Startowanie z wiatrem wiejącym prosto w nos samolotu ułatwia życie, ponieważ taki wiatr nadaje dodatkową prędkość skrzydłom w stosunku do powietrza, co powoduje większą siłę no-

śną. Gdy nie ma wiatru, Cessna musi przyspieszyć do 55 węzłów, aby wystartować. Jednakże, jeśli wieje wiatr czołowy z prędkością 10 węzłów, samolot otrzymuje prędkość 10 węzłów stojąc w miejscu, więc wystarczy, że przyspieszy tylko do 45 węzłów w stosunku do ziemi, aby wystartować. To skraca potrzebną długość pasa do startu.

Ponieważ czołowy wiatr skraca start, w takim razie tylny wiatr wydłuża start. Jakikolwiek wiatr tylny wiejący z prędkością większą niż jeden lub dwa węzły, ma ogromny wpływ na odległość startu. Ponieważ na większości pasów startowych można latać z obu stron, możesz łatwo wystartować z drugiego końca pasa i skorzystać z wiatru czołowego.

Głównym sposobem na poznanie kierunku i prędkości wiatru jest udanie się do wieży kontrolnej lub wezwanie wieży kontrolnej drogą radiową. Niezbędnym i uzupełniającym narzędziem są rękawy na obu końcach pasa startowego. Wskazują one kierunek i prędkość wiatru. Im dłuższy i sztywniejszy rękaw, tym silniejszy wiatr. Rękaw na rys. 8.34 wskazuje, że wiatr wieje z prędkością 5 węzłów:



Rysunek 8.34: Rękaw

Niestety, czasami nie ma pasa startowego skierowanego pod wiatr i trzeba startować z wiatrem bocznym.

Technika jest taka jak przy normalnym starcie z dwiema zmianami:

- Podczas rozbiegu samolot będzie usiłował ustawić się pod wiatr (jak chorągiewka na wietrze). Musisz zareagować, używając steru kierunku, aby samolot leciał prosto wzdłuż pasa. Ustaw ster kierunku pod dość dużym kątem, aby pozostać w jednej linii z pasem startowym. Utrzymuj ster kierunku wychylony przez cały czas startu.
- Podczas startu samolot zareaguje na ster kierunku i spróbuje skrócić. Będziesz musiał to skorygować za pomocą lotek. Gdy samolot jest w powietrzu, możesz zmniejszyć nacisk na ster kierunku i lotki, a następnie ustawić nos bardziej w kierunku wiatru, aby zachować wyrównanie z pasem startowym, jak opisano powyżej.

8.9.2 Lądowanie z bocznym wiatrem

Lądowanie przy bocznym wietrze jest bardzo podobne do startu:

- Podczas podejścia, pozostań w jednej linii z pasem startowym, kompensując boczny wiatr.
- Podczas wyrównania (musisz wyrównać oś samolotu z osią pasa) użyj wolantu (lotek), przekręcając wolant w stronę wiatru. Samolot będzie chciał wykonać zakręt, więc użyj steru kierunku w przeciwną stronę niż wolant.
- Samolot będzie przechylony na skrzydło w kierunku z którego wieje wiatr, ale powinien być ustawiony wzdłuż pasa. Oznacza to, że wylądujesz na jednym kole, co jest w tej sytuacji normalne. Gdy drugie koło dotknie ziemi, użyj steru kierunku, aby skierować samolot prosto w dół pasa startowego.

Opisana tutaj technika to [lądownie ślizgiem bocznym](#). Inną techniką lądowania przy bocznym wietrze jest [lądownie krabem](#).

8.9.3 Kołowanie na wietrze

Przy wietrze poniżej 10 węzłów Cessna 172P wydaje się nie wymagać szczególnych środków ostrożności podczas kołowania. Jednak każdy, nagły wzrost prędkości wiatru może ją przechylić i przewrócić. Dlatego najlepiej stosować się do poniższych zaleceń zawsze, podczas jakiegokolwiek wiatru.

Dla treningu kołowania podczas wiatru, skonfiguruj w ustawieniach pogody silny wiatr, np. 20 węzłów. Taki wiatr może w każdej chwili przechylić samolot i go przewrócić. Jeden błąd podczas kołowania może oznaczać utratę samolotu.

Główna zasada brzmi *kieruj wolant w stronę wiatru*. A o to wyjaśnienie o co w tym chodzi:

- Kiedy wiatr wieje od godziny 12, sytuacja wygląda prosto. Należy odepchnąć wolant (w kierunku godziny 12), wówczas ster wysokości podniesie nieco ogon. W takiej sytuacji, to najbardziej stabilna pozycja, aby uniknąć przechylenia samolotu przez wiatr.
- Gdy wiatr wieje od godziny 10, przesunięcie wolantu w kierunku godziny 10 oznacza, że ster wysokości jest prawie w pozycji neutralnej, podczas gdy lewa lotka jest skierowana w górę, a prawa lotka w dół (przekręcamy wolant w lewo). Spowoduje to dociśnięcie lewego skrzydła w dół i uniesienie prawego. Ponownie, jest to w tej sytuacji, najbardziej stabilna pozycja, aby uniknąć przechylenia samolotu przez wiatr.
- Gdy wiatr wieje od godziny 8, można by pomyśleć, że należy odwrócić pozycję lotek (aby nadal lewe skrzydło było dociskane do ziemi) i obrócić wolant na godzinę 4. To błąd! Skieruj wolant na godzinę 8. Powodem jest to, że lotka na prawym skrzydle skierowana w dół sprawia, że zachowuje się ona jak slot. Zwiększa siłę nośną na prawym skrzydle i to wszystko, czego chcemy. Symetrycznie, podniesienie lewej lotki do góry, zmniejsza siłę nośną lewego skrzydła.

- Gdy wiatr wieje z tyłu, od godziny 6, pociągnij wolant na siebie (w kierunku godziny 6). Uniesienie steru wysokości spowoduje, że ogon będzie dociskany w dół. Po raz kolejny to jest najlepsze, ponieważ silny wiatr może poderwać ogon. To imponujące, ale ogon samolotu jest zaprojektowany, aby to wytrzymać.

Jeśli potrzebujesz kołować pod wiatr, będziesz potrzebować więcej mocy silnika. Kiedy wiatr wieje z tyłu, możesz w ogóle nie potrzebować mocy silnika. Zawsze utrzymuj moc silnika na minimalnym poziomie.

Koń bardzo powoli, zwłaszcza podczas skręcania. Wprowadzaj małe zmiany na raz. Nie spiesz się i dokładnie przyjrzyj się pod jakim kątem ustawiasz wolant. Ciągłe pchaj go w kierunku wiatru. Ciągłe staraj się zmniejszać moc silnika. Pamiętaj, że zbyt mocne użycie hamulców może na chwilę przechylić samolot pod takim kątem, który pozwoli wiatrowi go przechylić i przewrócić.

8.10 Autopilot



Rysunek 8.35: Autopilot

Autopilot nie jest „inteligentnym” pilotem. Po prostu przejmuje proste zadania pilota. Nawet z włączonym autopilotem, to Ty nadal jesteś pilotem na pokładzie i musisz mieć wszystko na uwadze. Bądź gotowy na wyłączenie autopilota, gdy często zrobi coś nie tak, co zdarza się zarówno w prawdziwym życiu, jak i w symulatorze.

Autopilot jest zamontowany na panelu z radiami, na wysokości wolantu.

Włącz go, naciskając przycisk **AP** (*AP – AutoPilot*). Domyślnie autopilot włącza się w trybie *ROLL*, czyli kontroluje przechyleniem samolotu. Oznacza to, że utrzymuje skrzydła na poziomie horyzontu. Jest to pokazane na rys. 8.35, przez oznaczenie „**ROL**”. Aby wyłączyć autopilota, naciśnij ponownie przycisk **AP**.

Jeśli naciśniesz przycisk **HDG**, autopilot będzie próbował utrzymać samolot w kierunku ustawionym na żyroskopowym wskaźniku kursu (patrz sekcja 8.7.6.) przez pomarańczowe oznaczenie „**HDG**” od *heading*, czyli kierunek, w którym samolot ma lecieć. Naciśnij ponownie przycisk **HDG**, aby wrócić do trybu kontroli przechylenia (lub przycisk **AP**, aby wyłączyć autopilota).

Przyciski **ALT**, **UP** i **DN** służą do informowania autopilota, czy ma sterować wysokością **ALT** oraz prędkością pionową **VS**.

Aby zapoznać się z bardziej zaawansowanym wykorzystaniem autopilota, odsyłam do dokumentacji [Bendix King KAP 140](#) – autopilota zamodelowanego dla Cessny 172P.

8.11 Co dalej?

Ten poradnik wprowadził Cię w podstawy latania Cessną 172P. Z tego miejsca możesz poznać wiele funkcji, które *FlightGear* ma do zaoferowania.

Po opanowaniu treści tego poradnika, możesz przejrzeć inne poradniki zawarte w tym Podręczniku, obejmujące loty na inne lotniska, loty przy użyciu instrumentów (gdy chmury zasłaniają ziemię) oraz loty helikopterami.

W tym poradniku pominięto szereg tematów, które prawdziwy pilot musiałby rozważyć:

- Jak postępować zgodnie z prawdziwymi listami kontrolnymi.
- Jak wykonać awaryjne lądowanie na bardzo krótkich pasach, po awarii silnika.
- Jak nawigować z uwzględnieniem praw ruchu lotniczego, map, przepisów, radionawigacji i warunków pogodowych.
- Jak stworzyć plan lotu i dokładnie się go trzymać.
- Jak umieścić ludzi, paliwo i bagaż w samolocie, aby uzyskać właściwy środek ciężkości.
- Jak radzić sobie z wieżą kontroli lotów i innymi samolotami.
- Jak radzić sobie z kilkoma zbiornikami paliwa i ich systemami.
- Jak radzić sobie z awarią każdej możliwej części samolotu.

Ten poradnik nie obejmuje również funkcjonalności bardziej zaawansowanych samolotów, takich jak:

- chowanie podwozia
- śmigło o zmiennym skoku
- wiele silników
- silników odrzutowych.

8.12 Podziękowania

Pragnę podziękować, takim osobom jak:

- Benno Schulenberg, który w tym poradniku, poprawił wiele błędów w moim angielskim.

- Albert Frank, który przekazał mi kluczowe dane dotyczące pilotażu i poprawił błędy techniczne.
- Vassilii Khachaturov, który nauczył mnie nowych rzeczy o *FlightGear*.
- Roy Vegard Ovesen za wskazanie mi oficjalnego „Autopilot Pilots Guide”.
- Dene Maxwell za jego rozwiązanie problemów w systemie Windows Me.
- Mark Akermann i Paul Surgeon za ich uwagi.
- Michael “Sam van der Mac” Maciejewski, który wykonał tłumaczenie na język polski i przerobił poradnik do użytku w tym podręczniku (od tłumacza tego tekstu – w gwoli sprostowania, to nie jest tłumaczenie wspomnianego Michała, co się stało z tamtym tłumaczeniem i dlatego go tu nie ma, nie wiem).
- Użytkownicy listy mailingowej *FlightGear* za serdeczne powitanie.
- Frédéric Cloth, webmaster [4p8](#) i mój przyjaciel, który użyczył przestrzeni sieciowej wykorzystanej przez ten poradnik.

8.13 Latanie innymi samolotami

Sprawdziłem wszystkie dane dotyczące Cessny 172P, znajomy pilot potwierdził, że nie pisałem zbyt wiele bzdur i wykonałem wiele wirtualnych lotów testowych. Ta sekcja zawiera mniej wiarygodne dane o innych samolotach na podstawie mojego doświadczenia w symulatorze. Może Ci się to przydać jako wprowadzenie do tych samolotów, ale pamiętaj, że moim jedynym celem było zdobycie podstawowej wiedzy i wykonanie lotów, które wyglądają OK.

8.13.1 Jak lądować Cherokee Warrior II?

Cherokee Warrior II ma pewne zalety w stosunku do Cessny 172P. Dzięki niskim skrzydłom jest znacznie mniej wrażliwy na boczny wiatr. W pełni wysunięte klapy zapewniają lepsze hamowanie i pozwalają na lądowanie na znacznie krótszym dystansie.

Start jest taki sam jak dla Cessny 172P we *FlightGear*. Jednak w rzeczywistości, ich listy kontrolne nie są dokładnie takie same.

Musisz przyzwyczaić się do drobnych różnic Cherokee Warrior II podczas lądowania:

- Podczas stabilnego lotu poziomego, przed lądowaniem, trymer musi być ustawiony nieco poniżej położenia neutralnego, aby wolant znalazł się w pobliżu położenia neutralnego.
- Optymalne obroty silnika podczas lądowania są niższe niż w zielonej strefie obrotomierza. Z grubsza trzymaj wskazówkę pionowo.
- Podczas lądowania używaj tylko dwóch stopni klap i nie zmniejszaj zbyt przepustnicy silnika.

- Jeśli podczas lądowania, pozostaniesz przy wysuniętych klapach na pozycję drugą, wykonanie wyrównania i załamania będzie podobne jak w Cessnie 172P. Jednak użycie trzeciego zestawu klap dramatycznie spowolni samolot. Bardzo szybko dotknie on pasa startowego, a następnie prawie się zatrzyma. Przygotuj się na szybkie opuszczenie przedniego koła (zamiast dostrajania mocy silnika, można użyć trzeciego stopnia klap, podczas zniżania w kierunku pasa. Oscylacja między drugim a trzecim stopniem klap, pozwala wycelować w początek pasa lotniska. Jednak trzymanie klap na drugim stopniu i dostrajanie mocy silnika wydaje się łatwiejsze. Ciekawym wyczynem jest wykonanie stabilnego lotu do początku pasa, i po jego przekroczeniu, ustawienie przepustnicy na ciąg jałowy i wypuszczenie klap na trzeci stopień. Samolot niemal runie na pas startowy. To wstrząsające, ale działa).

W rzeczywistości zaletą Cessny 172P nad Cherokee Warrior II jest to, że zbiorniki paliwa Cessny znajdują się w skrzydłach blisko środka samolotu i powyżej silnika. Co więcej, automatyczny system przełącza się między zbiornikami. Oznacza to, że podczas lotu, prawie w ogóle nie musisz się przejmować w jaki sposób paliwo dociera do silnika. W Cherokee Warrior II, jest przeciwnie. Zbiorniki są umieszczone oddzielnie, na obu skrzydłach i poniżej silnika. Oznacza to, że podczas lotu, musisz stale przełączać się między dwoma zbiornikami. Gdyby jeden zbiornik stał się znacznie lżejszy od drugiego, zdestabilizowałoby to samolot. Fakt, że zbiorniki są poniżej silnika, oznacza, że musisz kontrolować pompy paliwa wraz z rezerwowymi pompami.

Niektóre linki:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Piper_Cherokee
- <http://freechecklists.net/Resources/Piper/PA-28-151+Warrior/>

8.13.2 Jak startować i lądować Piper J3 Cub

Piper J3 Cub to zupełnie inny samolot niż Cessna 172P, czy Cherokee Warrior II. Cessna 172P i Cherokee Warrior II to samoloty z przednim kołem, podczas gdy Piper J3 Cub to samolot z tylnym kołem. Ogólnie start i lądowanie samolotami z tylnym kołem jest trudniejszy. Podczas toczenia się po pasie startowym musisz mocno naciskać na pedały steru kierunku. Wolant często wymaga maksymalnego pociągnięcia na siebie. Piper J3 Cub to dobre wprowadzenie do samolotu z kołem ogonowym i dość łatwo jest nim startować i lądować, pod warunkiem przestrzegania odpowiednich procedur. Wydaje się, że prędkość pociągnięcia jest nieco poniżej 40 mil na godzinę (wskaźnik prędkości jest wyrażony w mph – milach lądowych na godzinę) (około 27 węzłów). Prędkość startowa wynosi poniżej 50 mil na godzinę.

Moja procedura startu dla Piper Cub polega na całkowitym pociągnięciu wolantu do tyłu, a następnie na maksymalnym dodaniu ciągu. Gdy przednie koła wyraźnie uniosą się nad ziemią, delikatnie przesuń wolant z powrotem do pozycji neutralnej, dla normalnego lotu tuż nad pasem startowym. Niech samolot przyspieszy do 50 mil na godzinę. Następnie pociągnij wolant, aby wzbijać się z prędkością nieco ponad 50 mil na godzinę.

Procedura lądowania jest zupełnie inna niż w Cessnie 172P, ponieważ Piper Cub jest bardzo lekki i nie ma klap.

1. Leć na stałej wysokości, powiedzmy 500 stóp i „dokładnie” z prędkością 52 mil na godzinę w kierunku pasa na którym wylądujesz. Pozwól, aby pokrywa silnika zakryła początek pasa. Osłona silnika całkowicie zasłoni pas startowy. Aby zobaczyć, gdzie jest pas startowy, pchnij wolant na bardzo krótko, a następnie ustabilizuj samolot ponownie do lotu poziomego.
2. Gdy próg pasa startowego pokrywa się z tablicą przyrządów (jeśli widzisz przez tablicę przyrządów), zmniejsz ciąg do prawie minimum i rozpocznij zniżanie w kierunku progu pasa startowego. Utrzymuj 52 mph za pomocą wolantu. Dodaj trochę ciągu, jeśli zamierzasz ominąć próg pasa startowego (pamiętaj, że wystarczy niewielki wiatr, aby podejście w Piper J3 Cub wyglądało zupełnie inaczej).
3. Wyrównaj i odetnij ciąg do minimum. Nie ciągnij równomiernie za wolant. Zamiast tego pozwól kołom natychmiast toczyć się po pasie startowym.
4. Gdy koła toczą się po pasie startowym, pchnij mocno wolant do oporu. To utrzyma ogon w powietrzu. Można by pomyśleć, że śmigło uderzy w pas startowy lub samolot przechyli się i zostanie uszkodzony. Ale wszystko powinno być w porządku. Skrzydła są ustawione pod silnym, ujemnym kątem, co wyhamuje samolot. (Nie popychaj wolantu w ten sposób w innych samolotach, nawet jeśli ich kształt wydaje się zbliżony do Piper J3 Cub. Większość z nich przewróci się do przodu).
5. Popychając wolant do maksimum, naciśnij i przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby przejść do trybu sterowania sterem kierunku. Utrzymuj samolot mniej więcej na środku pasa startowego. To jest dość trudne. Rada z mojej strony, to przestać wychylać ster kierunku w lewo, gdy samolot właśnie zacznie skręcać w lewo.
6. Gdy prędkość jest naprawdę niska (i sterowanie sterem kierunku ustabilizuje się), zobaczysz, że ogon zacznie opadać na ziemię. Zwolnij lewy przycisk myszy, aby wrócić do sterowania wolantem. Teraz pociągnij wolant w drugą stronę – całkowicie do tyłu. Ogon dotyka teraz ziemi, a nos jest wysoko. Teraz możesz użyć hamulców kół (klawisz **b**). (Jeśli użyjesz hamulców zbyt wcześnie, nos samolotu uderzy o ziemię).

Wspomniana powyżej procedura startu jest symetryczna do procedury pierwszego lądowania. Istnieje druga procedura startu, symetryczna do drugiej procedury lądowania. Jednak mi się to nie udaje, więc nie będę o tym pisać.

8.13.3 Jak startować i lądować odrzutowcem

Start odrzutowcem jest łatwy, ale musisz mieć dobry refleks. Moim ulubionym odrzutowcem we FlightGear jest A-4 Skyhawk. Jeśli masz go zainstalowanego, możesz uruchomić *FlightGear* z parametrem `--aircraft=a4-uiuc`.

Oto „spokojna” procedura startu:

- Włącz HUD wciskając klawisz **h**. Wskaźnik przepustnicy silnika, na HUD-zie, znajduje się najbardziej na lewo.

- Wskaźnik prędkości to ten z napisem *KIAS* w lewym górnym rogu kokpitu. Oczywiście możesz też użyć wskaźnika prędkości na HUD-zie.
- Ustaw ciąg na połowę mocy.
- Pociągnij wolant na siebie do połowy jego całkowitego wychylenia (patrz rys. 8.36: zielona strzałka po prawej stronie pionowej linii).



Rysunek 8.36: Wskaźnik drążek na HUD-zie

- Użycie steru kierunku nie jest obowiązkowe, aby utrzymać się na pasie startowym. Samolot wystartuje, zanim zdąży zjechać z pasa startowego. Na pewno lepiej i bezpieczniej jest trzymać się środka pasa startowego. Ale używanie steru kierunku może być uciążliwe jeśli jesteś początkujący.
- Kiedy samolot przekroczy około 160 węzłów, jego nos się uniesie. Natychmiast przesuń wolant z powrotem do pozycji neutralnej (lub w pobliżu) i ustabilizuj wzbijanie z prędkością 200 węzłów (co daje dobry kąt wznoszenia). (Nie mam pojęcia, czy 200 węzłów to odpowiednia prędkość wznoszenia dla prawdziwego A-4. Co więcej, przypuszczam, że należy raczej używać *AoA* (*Angle of Attack* – kąt natarcia, patrz poniżej)).
- Schowaj podwozie, używając klawisza **g**.
- Utrzymuj ciąg w połowie mocy przy prędkości 200 węzłów, aby wznieść się ponad chmury, albo zmniejsz ciąg silnika do mniej niż $\frac{1}{4}$ jego mocy i leć poziomo (oczywiście można latać z pełną mocą silnika, to świetna zabawa).

Procedura „nerwowego” startu jest taka sama, z tym że ustawiasz pełną moc silnika. Samolot startuje szybko i musisz ustawić bardzo stromy kąt wznoszenia, aby utrzymać 200 węzłów. Najlepiej też natychmiast schować podwozie.

Lądowanie odrzutowcem różni się od lądowania małym samolotem śmigłowym. Mój sposób na lądowanie A-4 (zainspirowany niektórymi tekstami znalezionymi w Internecie), jest następujący:

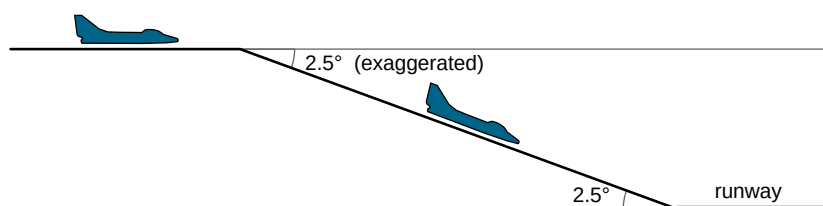
- Naprawdę daleko od pasa startowego, trzymaj się poniżej 2000 ft i utrzymuj prędkość poniżej 200 węzłów. Następnie opuść podwozie (kombinacja klawiszy **G**) i pełne klapy (wszystkie trzy kroki, naciskając klawisz **J** trzy razy).
- Utrzymuj stałą wysokość około 1000 ft i prędkość „dokładnie” 150 węzłów. Użyj wolantu, aby wyregulować wysokość, oraz przepustnicy do kontrolowania prędkości (odwrotnie niż w Cessnie).
- Ustaw się w osi pasa, na którym lądujesz.
- Skąd wiedzieć kiedy rozpocząć zniżanie w kierunku pasa? Do tego potrzebny jest HUD; pełny domyślny HUD z wieloma funkcjami. Spójrz na rys. 8.37. Kiedy zobaczysz że „odległość” między linią pochylenia 0° a progiem pasa, wynosi 25 % odległość między linią 0° i przerywaną linią -10° pochylenia, to czas zniżyć lot, celując w próg pasa (na rys. 8.37 ta „odległość” wynosi 64 %, o wiele za dużo, aby rozpocząć lądowanie).



Rysunek 8.37: Celowanie w próg pasa za pomocą HUD-a

Przyjmy się temu bliżej. Dwie poziome linie oznaczone jako „0” pokazują linię horyzontu (kąt pochylenia 0°). Raczej pokazują, gdzie byłby horyzont, gdyby Ziemia była płaska. Kiedy Twoje oczy celują w te linie 0° , patrzysz poziomo. Spójrz na przerywane linie z napisem „-10”. Jeśli jest tam jakiś obiekt na ziemi, to znajduje się 10° poniżej horyzontu. Innymi słowy: kiedy patrzysz na obiekty na poziomie linii oznaczonej jako „0”, musisz spojrzeć o 10° w dół, aby spojrzeć na obiekty na poziomie przerywanych linii, oznaczonych „-10”. Oznacza to, i jest to bardzo ważne, że osoba będąca na poziomie zakresowanych linii oznaczonych „-10”, musi podnieść oczy o 10° , aby spojrzeć na Twój samolot. Czyli widzi Cię pod kątem 10° nad horyzontem. Na rys. 8.37, próg pasa znajduje się na 64 % drogi w kierunku przerywanych linii „-10”. Oznacza to, że musisz opuścić oczy o 6.4° , aby spojrzeć na próg pasa. Oznacza to również, że jeśli zaczniesz teraz schodzić w kierunku pasa, ścieżka zniżania będzie miała 6.4° (zbyt stromo). Tak

więc HUD pozwala dokładnie zmierzyć kąt ścieżki schodzenia. W samolocie odrzutowym potrzebujesz kąta 2.5° (do 3°), czyli 25 % (30 %) od linii -10° .

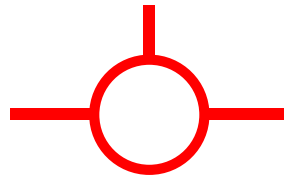


Rysunek 8.38: Ścieżka schodzenia

- Po zejściu w kierunku progu pasa, wyceluj w niego za pomocą wolantu. Utrzymuj prędkość 150 węzłów za pomocą przepustnicy.
- Kontynuuj mierzenie kąta między idealnym horyzontem a progiem pasa. Musisz zachować 2.5° (czyli 25 % od linii -10°):
 - Jeśli kąt wzrośnie powyżej 2.5° , jesteś powyżej pożądanej ścieżki i musisz szybciej wytracić wysokość. Zmniejsz moc silnika i pochyl lekko nos bardziej w dół.
 - Jeśli kąt spadnie poniżej 2.5° , jesteś poniżej żądanej ścieżki zniżania. Nie powiedzialbym, że w tej sytuacji powinieneś się wzbijać, ale raczej musisz zwolnić utratę wysokości. Dodaj trochę mocy silnika i lekko unieś nos samolotu.
- Po zbliżeniu się do progu pasa nie wyrównuj, czyli nie ciągnij równomiernie za wolant, tak jak w przypadku Cessny 172P. Po prostu pozwól samolotowi natychmiast dotknąć ziemi z dużą prędkością. Niech „uderzy” w pas startowy. Wszystkie trzy koła prawie równocześnie. Po prostu odetnij ciąg do minimum (jeśli spróbujesz stopniowo pociągnąć za wolant i zawisnąć nad pasem, nos samolotu będzie stopniowo się unosił, w ten sposób na F-16 uderzysz ogonem o pas i prawdopodobnie doprowadzisz do katastrofy).
- Przytrzymaj klawisz **b**, aby zahamować i użyj steru kierunku, aby utrzymać się na środku pasa. Wykonuj tylko bardzo małe ruchy sterem kierunku, w przeciwnym razie samolot przewróci się na jedną ze stron.

W prawdziwym odrzutowcu, HUD zawiera symbol pokazujący, w jakim kierunku porusza się samolot. Pokazuje to rys. 8.39. Kiedy lecisz na stałej wysokości, ten symbol znajduje się na idealnej linii horyzontu. Gdy zanurkujesz w kierunku progu pasa, wystarczy utrzymywać ten symbol na progu pasa. Jest to dość łatwy i precyzyjny sposób na celowanie w próg pasa (romb na środku HUD-a we *FlightGear* czasami może pomóc, ale nie został on stworzony do tego celu. Pokazuje kierunek, w który skierowany jest nos samolotu. Na przykład, jeśli schodzisz w kierunku ziemi z małą prędkością, symbol będzie znajdował się gdzieś na ziemi, podczas gdy romb we *FlightGear* będzie wysoko na niebie). Nawiasem mówiąc, HUD w B-52 we *FlightGear* ma ten symbol i jest świetny w użyciu podczas lądowania.

Ponadto, prawdziwy HUD pokazuje przerywaną linię na -2.5° , aby pomóc znaleźć poprawną ścieżkę schodzenia. Po prostu trzymaj tę przerywaną linię na progu pasa.



Rysunek 8.39: Symbol punktu celowania

Oprócz prędkości lotu, piloci szybkich odrzutowców wojskowych polegają na utrzymaniu prawidłowego kąta natarcia podczas podejścia. Kąt natarcia (AoA) to kąt, pod jakim skrzydła są nachylone względem przepływu powietrza. Zaletą utrzymania optymalnego AoA jest to, że optymalny AoA do lądowania nie zależy od obciążenia samolotu, podczas gdy optymalna prędkość lotu tak. Utrzymując prawidłowy AoA podczas lądowania, zawsze wylądujesz z właściwą prędkością, niezależnie od obciążenia samolotu.

Informacje o kącie natarcia można znaleźć na HUD-zie oraz zaprezentowany jest jako zestaw trzech świateł w kokpicie, pokazanych na na rys. 8.40. Kiedy świeci się górny symbol ∇ , twój kąt natarcia (AoA) jest zbyt duży i musisz obniżyć nos samolotu. Kiedy świeci się dolny symbol \wedge , Twój AoA jest zbyt niski i musisz podnieść nos samolotu. Symbol \circ na środku, wskazuje, że AoA jest w porządku. Oczywiście, gdy zmienisz kąt pochylenia samolotu, Twoja prędkość oraz tempo opadania także się zmieniają, więc będziesz musiał odpowiednio manewrować przepustnicą.



Rysunek 8.40: HUD w F-14B

Cessna 172P i A-4 Skyhawk to dwie skrajności. Większość innych samolotów znajduje się pomiędzy tymi skrajnościami. Jeśli przyswoiłeś oba te samoloty (i jeden lub dwa samoloty z kołem ogonowym), powinieneś być w stanie nauczyć się startować i lądować większością innych samolotów.

160 węzłów wydaje się odpowiednią prędkością lądowania dla F-16 Falcon. Musisz także zmniejszyć moc silnika do minimum tuż przed tym, jak samolot dotknie pasa startowego. W przeciwnym razie zawiśnie nad pasem startowym. Nie przejmuj się klapami. Wygląda na to, że są uruchamiane automatycznie wraz z podwoziem (przeczytaj Sekcję 8.7.4 o przeciągnięciu).

Dla Boeinga 737, prędkość 140 do 150 węzłów i wychylenie pełnych klap, wydaje się odpowiednie do lądowania. Ale nie ufaj mi zbyt bardzo w tej kwestii. Ja tylko przeprowadziłem kilka eksperymentów i nie szukałem dokładnych danych. Prędkość lądowania jest bardzo różna w zależności od obciążenia samolotu, przypuszczam, że 140 węzłów to samolot bez obciążenia. Boeing 737 wydaje się lubić delikatne wyrównanie, zanim koła dotkną pasa startowego. Rozpocznij wyrównanie dosyć wcześnie.

W procedurze startu dla Cessny 172P i A-4 Skyhawk polecam, od samego początku, pociągnąć wolant o $\frac{1}{2}$ na siebie. Ale dla Pilatus PC-7 wygląda na to, że to zła praktyka. Tutaj utrzymuj ster wysokości w pozycji neutralnej. Niech samolot przyspieszy i poczekaj, aż prędkość przekroczy 100 węzłów. Następnie spokojnie pociągnij za wolant. Podczas lądowania wypuść pełne kłapy po rozpoczęciu zniżania na pas, ale nie zmniejszaj przepustnicy silnika. Zmniejsz ją tylko wtedy, gdy zawisniesz nad pasem startowym. 100 węzłów wydaje się dobrą prędkością do lądowania.

Również w przypadku Cessny 310, lepiej pozostawić ster wysokości w pozycji neutralnej podczas przyspieszania na pasie startowym. Samolot sam podniesie nos, pod warunkiem, że wysuniesz kłapy o jeden stopień. Jeśli będziesz trzymać wolant na siebie od samego początku, nos podniesie się szybciej i uzyskasz problemy w utrzymaniu odchylenia.

Niektóre wirtualne samoloty, zwłaszcza duże lub szybkie, wymagają szybszych obliczeń fizycznych dla modelu lotu. Aby ustwić większą częstotliwość obliczeń dodaj parametr `--model-hz=480` do wiersza poleceń. Spróbuj tego jeśli masz trudności z kontrolowaniem samolotu podczas lądowania.

Kąt, pod którym schodzisz do lądowania Cessną 172P, jest znacznie bardziej ostry, niż 2.5° dla odrzutowca. Niemniej jednak możesz wylądować Cessną również pod mniejszym kątem (oczywiście pod warunkiem, że teren wokół pasa na to pozwala), jeśli masz pasażerów, którzy mają problemy z uszami podczas szybszej zmiany ciśnienia. . .

8.13.4 Jak startować i lądować P-51D Mustang

Jeśli kiedykolwiek będziesz miał okazję pilotować [P-51 Mustang](#), po prostu powiedz nie. Start i lądowanie jest dość niebezpieczne. Takim samolotem lataasz tylko wtedy, gdy Twój kraj jest w niebezpieczeństwie. Potrzebujesz dużo treningu aby opanować start i lądowanie. Jednak będąc w powietrzu, P-51 Mustang nie wydaje się bardziej niebezpieczny niż inne, zwykłe samoloty wojskowe. Samo pilotowanie jest dość łatwe.

Na małej i średniej wysokości P-51 nie był lepszy niż Spitfire czy Messerschmitt. Jednak znaczna różnica była na dużych wysokościach. P-51 zachowywał sprawność i manewrowość, podczas gdy wrogie myśliwce mogły jedynie wisieć w powietrzu. To była zaleta również na średnich wysokościach, ponieważ P-51 był w stanie uderzać na samoloty wroga z dużej wysokości. Kolejną kluczową różnicą było to, że P-51 jest bardzo opływowy. Dzięki temu był w stanie latać znacznie dalej niż Spitfire. Te dwie różnice pozwoliły P-51 Mustang spełnić swój cel: eskortować bombowce alianckie aż do ich celów w Niemczech. Pozwoliło to na znacznie skuteczniejsze bombardowania i przyczyniło się do klęski nazistów.

Aby wybrać samolot P-51D Mustang w systemie Linux, użyj opcji `--aircraft=p51d` w wierszu poleceń.

Aby wystartować P-51D Mustang we *FlightGear*, wysuń krapy o jeden stopień, pociągnij i trzymaj wolant całkowicie do tyłu, pchnij przepustnicę silnika do maksimum i przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby sterować sterem kierunku i utrzymywać się na pasie startowym. Gdy osiągniesz dokładnie 100 mil na godzinę, nagle przesuń ster kierunku o 1/3 jego całkowitego wychylenia w prawo. Natychmiast zwolnij lewy przycisk myszy i popchnij wolant, aby unieść ogon (delikatnie z wolantem, ponieważ im szybciej koła oderwą się od podłoża, tym lepiej). Od tej pory trzymaj zwolniony lewy przycisk myszy. Dokonuj tylko bardzo krótkich regulacji steru kierunku. Niech samolot wzniesie się z pasa startowego i wzbija się z prędkością, powiedzmy 150 mil na godzinę. Nie zapomnij schować podwozia i klap.

Nie wykonuj zbyt stromych zakrętów. Straciłbyś kontrolę nad samolotem co doprowadziło by do katastrofy.

Aby wylądować, wysuń w pełni klapę i opuść podwozie od samego początku podejścia. Prędkość podejścia od 130 do 140 mil na godzinę wydaje się dobra. Podejdź z wysokości 1000 ft i zniżaj pod małym kątem, jak w przypadku odrzutowca. Po przejściu przez próg pasa, całkowicie wyłącz silnik (klawisz **f**). Nie unosz się nad pasem startowym, tylko jak najszybciej sprowadź koła na pas (jak w odrzutowcu). Przytrzymaj lewy przycisk myszy, aby sterować sterem kierunku. Gdy ogon opadnie, energicznie pociągnij wolant (na krótko zwolnij lewy przycisk myszy), aby docisnąć ogon do ziemi. Kontynuuj sterowanie samolotem za pomocą steru kierunku. Teraz gdy ogon pewnie spoczął na ziemi, użyj hamulców kół, jeśli potrzebujesz.

8.13.5 Jak startować i lądować B-52 Stratofortress

Bombowiec B-52F zaimplementowany we *FlightGear* jest wspaniały. To jeden z moich ulubionych samolotów. Przykro mi, że taki samolot został stworzony do przerażających rzeczy. Jeden bombowiec B-52 może zniszczyć każde główne miasto w moim kraju i wywołać koszmar chorób i wad rozwojowych dzieci na wieki. Wszystkie bombowce B-52 mogą zniszczyć ludzkość i prawie każdy rodzaj roślin i zwierząt na Ziemi.

Różnice między wirtualnym bombowcem B-52F a Cessną 172P są następujące:

- B-52F startuje z wysuniętymi klapami i zaciągniętym hamulcem postojowym.
- Są tylko dwa stany klap: schowane i wysunięte. Po rozłożeniu mają one sprawić, że skrzydła będą wytwarzać większą siłę nośną, ale nie hamować. Jeśli chcesz wytracić prędkość, potrzebujesz użyć spoilerów, które wysuwają się na górnej stronie skrzydeł. Użyj klawisza **k**, aby wysunąć spoilery i klawisza **j**, aby je schować. B-52 ma siedem stopni spoilerów.
- Główne podwozie Cessny 172P składa się z dwóch kół, po jednym z każdej strony samolotu. Aby te koła całkowicie opuściły i dotknęły ziemi równocześnie, musisz trzymać skrzydła równoległe do podłoża. Podwozie główne B-52F składa się z zestawu kół z przodu i zestawu kół z tyłu. Oznacza to, że aby te koła całkowicie oderwały się i dotknęły ziemi równocześnie, należy trzymać korpus samolotu równoległe do podłoża.

Oto moja procedura startowania wirtualnym B-52F:

- Pchnij wolant o $\frac{1}{3}$ do przodu.

- Ustaw przepustnicę silników na maksimum.
- Zwolnij hamulce postojowe (kombinacja klawiszy **B**).
- Naciśnij lewy przycisk myszy, aby sterować sterem kierunku i utrzymywać samolot na pasie startowym.
- Cała długość pasa startowego jest potrzebna do podniesienia się B-52F z ziemi (KSFO).
- Gdy B-52F oderwie się od ziemi, utrzymywanie prędkości około 190 węzłów wydaje się odpowiednie do wzbijania.
- Schowaj klapy i podwozie.

HUD w B-52F oferuje ten wspólny symbol w kształcie samolotu, o którym mówiłem w sekcji o odrzutowcach, który pomaga wylądować. Musisz więc po prostu umieścić ten symbol na progu samolotu (kilka pikseli dalej wydaje się optymalne) i utrzymywać próg pasa pod kątem 2.5° poniżej idealnej linii horyzontu. 130 do 140 węzłów wydaje się dobrą prędkością lądowania. Zamiast prędkości, można skorzystać ze wskaźnika *AoA* wyświetlanego na schematycznym panelu przyrządów (kombinacja klawiszy **P**). Po prostu utrzymuj *AoA* w okolicach 3° . Muszę przyznać, że wolę dostroić prędkość niż *AoA*. Jeśli samolot dotrze na pas z prędkością od 130 do 140 węzłów, po prostu pozwól mu uderzyć w pas startowy. W przeciwnym razie, jeśli prędkość jest wyższa, wyrównaj i przez chwilę wytrzymaj. Hamulce kół wydają się być bardzo skuteczne (klawisz **b**). Pozwalają zatrzymać B-52F na mniej więcej tej samej długości pasa, co Cessna 172P.

Powtórki lotów to prawdziwa rozkosz. Pozwalają one sprawdzić, czy kadłub samolotu opuścił pas startowy i wylądował równoległe do niego. Jeden z widoków znajduje się wewnątrz tylnej wieży B-52F, co pozwala być pasażerem we własnym samolocie i porównać to, co widziałeś jako pilot, z tym, czego doświadczyłeś jako pasażer samolotu. Kombinacja klawiszy **K** pozwala na wizualizację trajektorii samolotu.

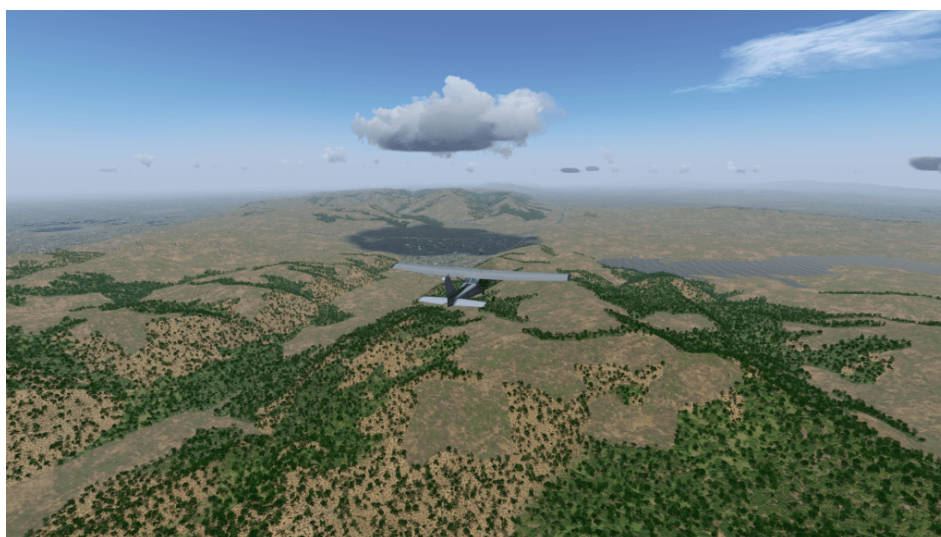
Aby spowodować wypadek z B-52, wykonaj następujące czynności:

- Wykonaj ostry zakręt z bardzo silnym skretem; skrzydła prawie prostopadle do ziemi.
- Spróbuj przywrócić lot poziomy. Samolot będzie posłuszny, ale wyrówna bardzo powoli. Uświadomisz sobie, że skręt będzie trwał przez dłuższą chwilę i wykrecisz dalej, niż na kierunek w którym zamierzałeś lecieć.
- Zróbmy teraz coś, co przyspiesza stabilizację w niektórych samolotach: wychyl ster kierunku do maksimum, przeciwnie do obecnego kierunku skrętu. To sprawi, że samolot nagle zacznie spadać.

Rozdział 9

Poradnik lotów przełajowych

9.1 Wprowadzenie



Rysunek 9.1: Przelot nad San Antonio Dam do Livermore

Ten poradnik prezentuje lot przełajowy z Reid-Hillview (KRHV) do Livermore (KLVK) zgodnie z zasadami lotu z widocznością (VFR – *Visual Flight Rules*). Oba lotniska nie są zawarte w standardowym pakiecie *FlightGear*, dlatego upewnij się, że w *Launcherze* masz włączoną opcję *Pobieraj automatycznie scenerię*, która znajduje się w zakładce *Ustawienia*.

Zakładam, że potrafisz już startować, wzbijać się, wykonywać zakręty, podchodzić do lądowania i lądować we *FlightGear*. Jeśli nie, wróć do poradników z rozdziałów 7 ([Samouczki](#)) oraz 8 ([Podstawowy poradnik symulatora lotu](#)). Ten tekst jest kontynuacją i dostarcza informacji na temat niektórych, nieco bardziej skomplikowanych systemów i procedur lotu.

9.1.1 Zastrzeżenia i podziękowania

Szybkie zastrzeżenie odpowiedzialności. W prawdziwym życiu latam raczej „ultralajtami” niż Cessnami. Większość zawartych tu informacji została zebrana z różnych nieautoryzowanych źródeł. Jeśli znajdziesz błąd lub nieporozumienie, daj mi znać na e-mail: stuart_d_buchanan-małpa-yahoo.co.uk.

Chciałbym podziękować następującym osobom, za pomoc w uczynieniu tego poradnika bardziej dokładnym i czytelnym: Benno Schulenberg, Sid Boyce, Vassilii Khachaturov, James Briggs.

9.2 Planowanie lotu

Zanim zaczniemy, musimy zaplanować lot. W przeciwnym razie wystartujemy nie wiedząc, czy skręcić w lewo, czy w prawo.

Najpierw spójrz na mapę (*sectional chart*) dla tego obszaru. Mapa lotnicza pokazuje lotniska, pomoce nawigacyjne i przeszkody. Istnieją dwie skale map dla lotów VFR – standardowa 1:500 000 oraz szereg map VFR obszaru terminali (*Terminal Area Charts*) w skali 1:250 000, które obejmują szczególnie ruchliwe obszary.

Są one dostępne w sklepach lotniczych lub w Internecie z różnych źródeł. Możesz uzyskać dostęp do interfejsu w stylu mapy Google, tutaj:

<https://skyvector.com>

Po prostu kliknij *Flight Plan* i wpisz KRHV w pole *Departure*. Fragment mapy pokazano na rys. 9.2.

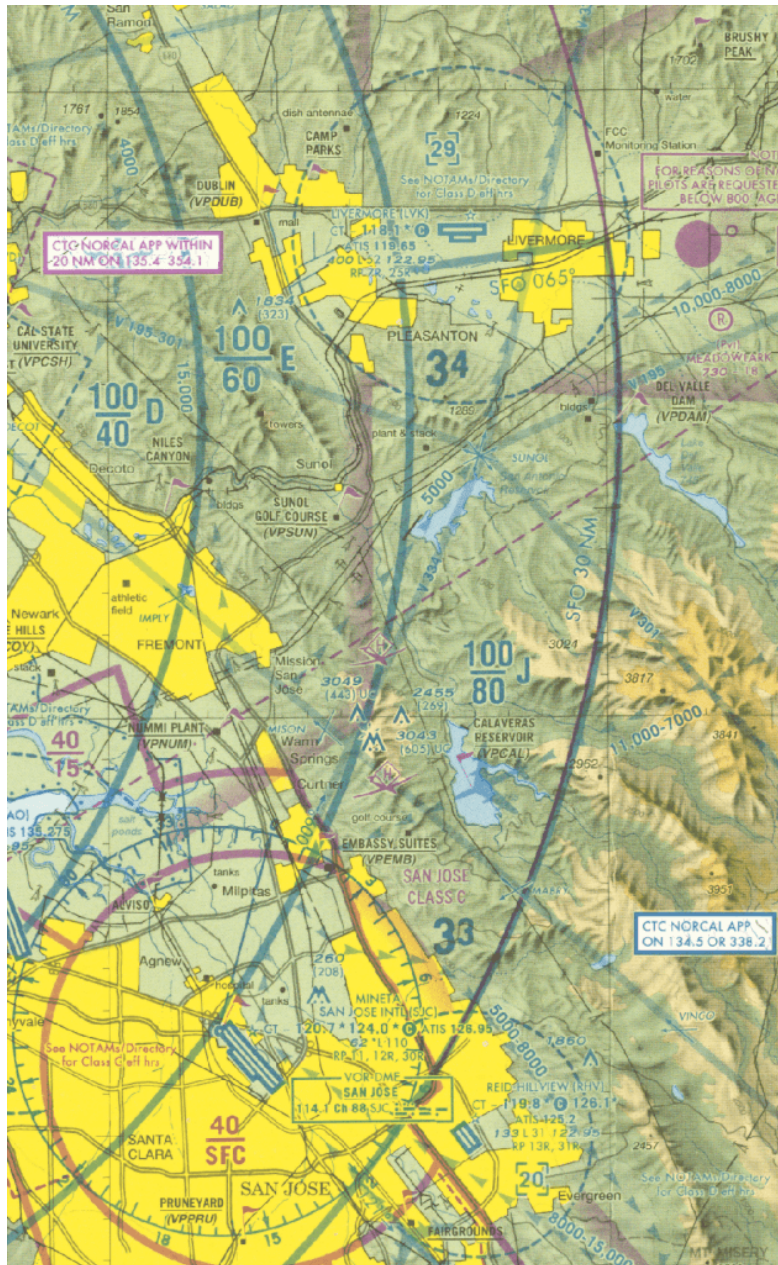
Jeśli chcesz mieć mapę całego obszaru pokazującą dokładnie, gdzie znajduje się samolot, możesz użyć programu *Atlas*. Jest to program z ruchomą mapą, który łączy się z *FlightGear*. Więcej informacji można znaleźć w sekcji 6.3.

Jeszcze prostszą opcją jest użycie *Phi*, czyli mapy w przeglądarce. Wystarczy uruchomić *FlightGear* z opcją linii komend `--httpd=8080` a następnie w symulatorze wybrać z menu *Wyposażenie* → *Mapa (otwiera przeglądarkę)*.

Więc w jaki sposób polecimy z Reid-Hillview do Livermore?

Wystartujemy z pasa 31R w KRHV. KRHV to kod ICAO lotniska w Reid-Hillview i można je znaleźć w *Launcherze* w zakładce *Lokalizacja* (na mapie lotnisko to jest oznaczone jako RHV z powodów historycznych, aby uzyskać kod ICAO, po prostu dodaj literę 'K' na początek – tylko dla lotnisk w USA).

Numer 31 wskazuje, że kurs magnetyczny pasa startowego wynosi około 310 stopni, a R oznacza, że jest to pas po prawej stronie. Jak widać na mapie, KRHV ma dwa równoległe pasy startowe. Ma to na celu obsłużenie dużego ruchu, na tym lotnisku. Każdy z pasów startowych może być używany w dowolnym kierunku. Pas startowy 31 może być używany z drugiego końca jako pas startowy 13. Zatem dostępne pasy startowe to 13R, 13L, 31R, 31L. Start i lądowanie są łatwiejsze pod wiatr, więc gdy wiatr wieje z północnego zachodu, będą używane pasy startowe 31L i 31R. Oznaczenie pasa startowego jest namalowana na końcach każdego pasa, dużymi literami, dzięki czemu jest łatwo widoczne z powietrza.



Rysunek 9.2: Fragment mapy pokazujący lotniska Reid-Hillview oraz Livermore

Kiedy wystartujemy, skierujemy się na kurs magnetyczny 350° bezpośrednio do Livermore (KLVK). Będziemy lecieli na wysokości około 3500 ft nad średnim poziomem morza. Spowoduje to, że będziemy przynajmniej 500 ft nad terenem lub przeszkodami, jak maszty radiowe po drodze.

Przelecimy nad Zalewem Calaveras, potem Zalewem San Antonio. Są to duże zbiorniki wodne i możemy je wykorzystać jako pomoc w nawigacji, aby upewnić się, że jesteśmy na właściwej drodze.

Gdy będziemy około 10 mil przed Livermore (nad zbiornikiem San Antonio), skontaktujemy się z wieżą kontroli ruchu (ATC – *Air Traffic Control*) w Livermore, aby dowiedzieć się, gdzie powinniśmy wylądować. Następnie dołączymy do kręgu nadlotniskowego i wylądujemy.

9.3 Zaczynamy

OK, wiemy dokąd lecimy i jak się tam dostaniemy. Czas zacząć.

Uruchom *FlightGear* za pomocą *Launchera* (lub wiersza poleceń, jeśli wolisz). Chcemy użyć C172P i wystartować z pasa 31R w Reid-Hillview w hrabstwie Santa Clara (KRHV). Świt to dobry czas na latanie w Kalifornii.

Jeśli chcesz, możesz latać przy rzeczywistej pogodzie (co jest zalecane aby móc odsłuchać ATIS). W tym celu, w *Launcherze*, idź do zakładki *Środowisko* i zaznacz opcję *Rzeczywista pogoda*.



Rysunek 9.3: Na pasie startowym w KRHV

9.4 Przed lotem

Zanim wystartujemy, musimy sprawdzić samolot. W prawdziwym świecie wykonuje się obchód wokół samolotu, aby sprawdzić, czy wszystko jest na swoim miejscu, i czy mamy wystarczającą ilość paliwa. Jeśli chcesz możesz wykonać taki obchód wybierając z menu głównego *Walker* → *Toggle Walker outside*.

Jednak w naszym przypadku skorzystamy z okazji, aby sprawdzić pogodę, ustawić wysokościomierz i wstępnie ustawić rzeczy, które są łatwiejsze do zrobienia przed lotem, niż w jego trakcie.

Pogoda jest oczywiście ważna podczas lotu. Musimy wiedzieć, czy jest jakiś wiatr boczny, który może mieć wpływ na start, na jakiej wysokości są chmury (jest to lot VFR – więc musimy cały czas trzymać się z dala od chmur) oraz wszelki wiatr to może nas zepchnąć z kursu.

Musimy też skalibrować nasz wysokościomierz. Wysokościomierze obliczają aktualną wysokość, mierząc ciśnienie powietrza, które maleje podczas wznoszenia. Jednak systemy pogodowe mogą wpływać na ciśnienie powietrza i prowadzić do nieprawidłowych odczytów wysokościomierza, co może być śmiertelne podczas lotu w górach.

9.4.1 ATIS

Dogodnie dla nas, lotniska transmitują bieżące ciśnienie na poziomie morza wraz z przydatnymi informacjami o pogodzie i lotnisku za pośrednictwem ATIS. Jest to nagrana wiadomość, która jest transmitowana przez radio. Jednak żeby móc ją odsłuchać, musimy dostroić radio na odpowiednią częstotliwość.

Częstotliwość ATIS jest wyświetlana na mapie (poszukaj „ATIS” w pobliżu lotniska), ale jest również dostępna z poziomu *FlightGear*. Aby znaleźć częstotliwości dla lotniska (łącznie z wieżą, ground i podejściem, jeśli to konieczne), użyj menu *AI* → *ATC w zasięgu*. Następnie, w oknie dialogowym, kliknij przycisk z kodem ICAO naszego lotniska, czyli KRHV. Zostaną wyświetlone różne częstotliwości związane z lotniskiem. Zdublowane pozycje wskazują, że lotnisko używa wielu częstotliwości do danego zadania i możesz wybrać dowolną z nich.

Tak czy inaczej, częstotliwość ATIS dla Reid-Hillview wynosi 125.2 MHz.

9.4.2 Radio

Musimy teraz dostroić radio. Radio znajduje się po prawej stronie głównych instrumentów. Istnieją dwa rodzaje radia, w zależności od przeznaczenia: radio komunikacyjne (COMM), po lewej stronie i radio nawigacyjne (NAV), po prawej stronie. Dodatkowo, każde z tych typów radia jest zdublowane, więc mamy COMM1 i COMM2, jak i NAV1 i NAV2. My dostroimy COMM1 do częstotliwości ATIS.

Radio ma dwie częstotliwości, aktywną, która jest aktualnie używana, oraz częstotliwość rezerwową, którą dostrajamy do częstotliwości, z której chcemy korzystać w następnej kolejności. Aktywna częstotliwość jest to ta znajdująca się po lewej stronie, a częstotliwość rezerwowa znajduje się po prawej stronie. Najpierw pokrętelem zmieniamy częstotliwość rezerwową, a następnie zamieniamy rezerwową z aktywną, tak aby rezerwowa stała się aktywną, a aktywna rezerwową. W ten sposób nie tracimy kontaktu radiowego podczas dostrajania radia.



Rysunek 9.4: Radiostacje w C172 z zaznaczonym COM1



Rysunek 9.5: Pokrętło regulacji COM1

Aby zmienić częstotliwość, użyj rolki myszy na czarnym pokrętle poniżej częstotliwości rezerwowej (podświetlone na rys. 9.5), tuż po prawej stronie napisu „STBY”. Kręcenie rolką myszy nad małym (wewnętrznym) pokrętłem, zmienia liczbę po przecinku (kHz), a kręcenie rolką nad dużym (zewnętrznym) pokrętłem, zmienia liczbę przed miejscem dziesiętnym (MHz). Kręć rolką w obie strony – zobaczysz, że wartości się zwiększają i zmniejszają. Alternatywnie, możesz klikać każde pokrętło. Kliknięcie lewym przyciskiem myszy oznacza zwiększenie częstotliwości, a kliknięcie środkowym przyciskiem myszy, zmniejszenie.

Jeśli chodzi o radio COMM, zauważ, że częstotliwość przed przecinkiem (MHz) możemy nastawić w zakresie od 118 do 136, ze skokiem co 1 MHz. Natomiast częstotliwość po przecinku, może pracować w dwóch standardach, starszym z odstępem co 25 kHz, lub nowym z odstępem co 8.33 kHz. Domyślnie ustawiony jest odstęp co 8.33 kHz, co daje większą liczbę częstotliwości do wyboru. Jeśli chcesz możesz przełączyć radio między odstępem 25 kHz a 8.33 kHz, po prostu przytrzyma klawisz **Shift** i kliknij małe pokrętło. Gdy się dobrze przyjrzyz to zauważysz, że małe, wewnętrzne pokrętło zostanie wciśnięte.

Jeśli masz trudności z kliknięciem we właściwym miejscu, naciśnij **Ctrl-c**, aby podświetlić punkty aktywne do kliknięcia.



Rysunek 9.6: Klawisz transferu do zamiany częstotliwości COMM1

Po dostrojeniu częstotliwości na 125.2 MHz naciśnij biały przycisk ze strzałkami, znajdujący się pomiędzy słowami „COMM” i „STBY”, aby zamienić częstotliwość rezerwową na aktywną (patrz rys. 9.6). Po około sekundzie powinieneś usłyszeć informacje ATIS. Jeśli nie słyszysz ATIS-a, upewnij się, że przełącznik COMM1, znajdujący się nad częstotliwościami, jest w pozycji *Speaker* lub *Phone* (patrz rys. 9.7).



Rysunek 9.7: Przełącznik głośników dla COMM1



Rysunek 9.8: Pokrętło kalibracji wysokościomierza

9.4.3 Wysokościomierz i wskaźnik kursu

Odsłuchując ATIS, zwróć uwagę na informację „Altimeter”, w której podawane jest lokalne ciśnienie atmosferyczne. Jeśli nie używasz rzeczywistej pogody, ciśnienie będzie zależne od ustawionych warunków pogodowych, wg wybranego scenariusza. Wtedy odsłuchanie ATIS-u będzie niemożliwe. Wówczas, aby sprawdzić jakie jest ciśnienie, idź do menu *Środowisko* → *Pogoda*. W nowym oknie, na dole, znajduje się depesza METAR z podanym ciśnieniem atmosferycznym. Jeśli nie potrafisz odczytać METAR-u skorzystaj z przycisku *METAR Description*.

Jak widzisz, ciśnienie atmosferyczne za każdym razem może być inne. Dlatego musimy ustawić wysokościomierz na prawidłową wartość. Aby to zrobić, użyj pokrętła w lewym dolnym rogu wysokościomierza (patrz rys. 9.8), w taki sam sposób, w jaki zmieniłeś częstotliwość radia. Kręcenie pokrętłem zmienia wartość w małym okienku po prawej stronie wysokościomierza. Musisz ustawić tą samą wartość co podaje ATIS (lub METAR). Zauważ, że poruszają się także wskazówki wysokościomierza.

Innym sposobem ustawienia wysokościomierza jest dopasowanie go do elewacji lotniska nad poziomem morza. Wysokość jest podawana na mapach lotniczych. Dla KRHV elewacja wynosi 133 stopy. Oznacza to, że możesz dwukrotnie sprawdzić wartość ciśnienia zgłoszoną przez ATIS.



Jak może zauważyłeś, ciśnienie na wysokościomierzu w Cessnie, można ustawić tylko w jednostkach inHg. Na szczęście latamy w USA, gdzie ATIS także podaje nam ciśnienie w inHg. Ale latając np. w Europie, ciśnienie będzie podawane w hPa. Wtedy musimy przeliczyć hPa na inHg, albo użyć wspomnianego okienka *METAR Description*. Innym sposobem jest użycie menu *Wyposażenie* → *Ustawienia przyrządów*, w którym możemy ustawić ciśnienie dla wysokościomierza, zarówno w hPa jak i w inHg.

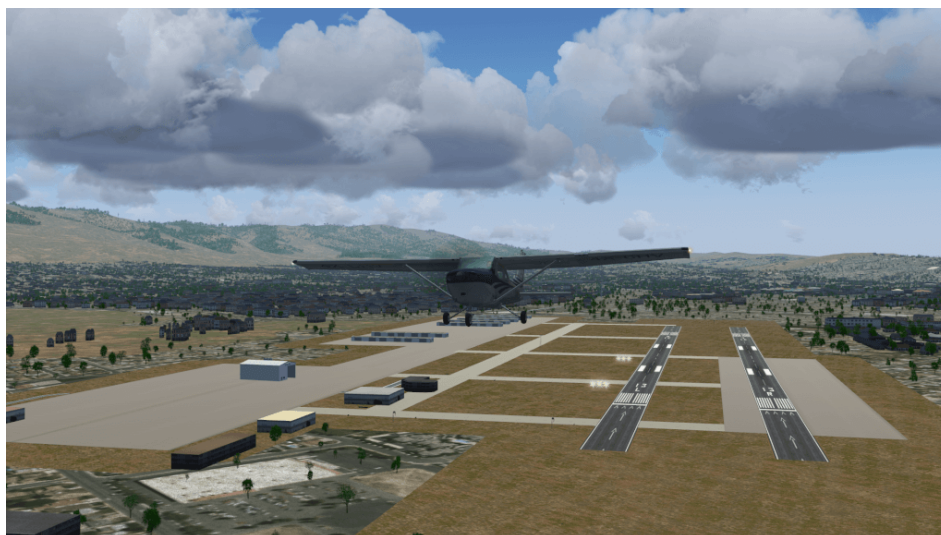


Rysunek 9.9: Pokrętło regulacji *headingu*

Skorzystajmy również z okazji, aby ustawić wskaźnik *heading*, na żyroskopowym wskaźniku kursu, na 350° – to nasz kierunek z KRHV na KLVK. Aby to zrobić, użyj bursztynowego pokrętkła przy żyroskopowym wskaźniku kursu (rys. 9.9), tak jak robiłeś to wcześniej. Dla szybszego obracania, przytrzymaj klawisz **Shift** aby zwiększyć skok wartości co 5° . Wartość 350° jest przeciwna do ruchu wskazówek zegara od oznaczonej wartości N (północ – 0°).

9.4.4 Start

OK, teraz jesteście gotowi do startu! W moim przypadku zwykle wiąże się to z lawirowaniem po całym pasie startowym, zbaczaniem w lewo, aż w końcu wzbiję się w powietrze, ale prawdopodobnie będziesz miał lepszą kontrolę niż ja. Po przekroczeniu 1000 stóp, łagodnie skrzyć w prawo na kursu 350° . Ponieważ ustawiliśmy wskaźnik *heading*, łatwo możesz go śledzić. Celujemy w dość widoczną dolinę.



Rysunek 9.10: Start z KRHV

Kontynuuj wzbijanie do 3500 ft z prędkością pionową około 500-700 stóp na minutę. Po osiągnięciu tej wysokości zmniejsz moc, wyrównaj do lotu poziomego i wytrzymaj samolot tak aby utrzymywał wysokość. Sprawdź ponownie moc i wyreguluj ją tak, aby wskazówka obrotomierza znalazła się w obrębie zielonego łuku. Nie powinniśmy eksploatować silnika na maksymalnych obrotach z wyjątkiem startu.

9.5 Przelot

Wystartowaliśmy i lecimy do Livermore. Teraz możemy nieco ułatwić sobie życie, korzystając z autopilota, oraz powinniśmy dostroić silnik tak, aby nasz lot był bardziej ekonomiczny. Będziemy też potrzebowali sprawdzić, czy lecimy prawidłowo na naszym kursie.

9.5.1 Autopilot



Rysunek 9.11: Autopilot w C172

Możemy nieco ułatwić sobie życie, przekazując część kontroli nad samolotem autopilotowi.

Panel autopilota znajduje się w dolnej części stosu radiowego (podświetlony na rys. 9.11). Jest łatwo rozpoznawalny, ponieważ ma znacznie więcej przycisków niż inne radia. Autopilot może pracować w wielu różnych trybach, ale na ten lot interesuje nas tylko jeden z nich – HDG. Jak nazwa sugeruje, HDG spowoduje, że autopilot będzie podążał za wskaźnikiem *headingu* na żyroskopowym wskaźniku kursu, który ustawiliśmy wcześniej.

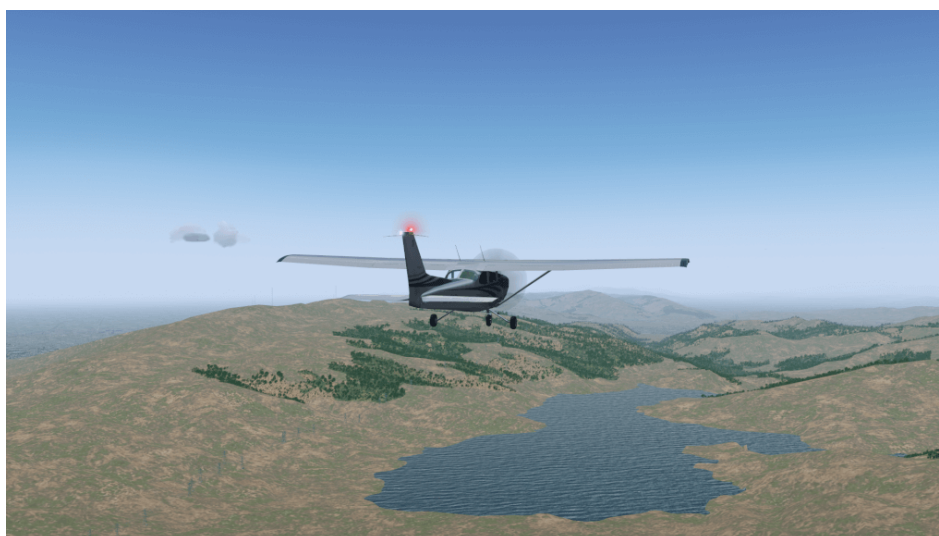
Aby ustawić autopilota, najpierw naciśnij przycisk AP, aby go w ogóle włączyć, a następnie naciśnij przycisk HDG, aby aktywować tryb kursu. Gdy autopilot jest włączony, będzie on używał lotek, aby utrzymać samolot na kursie. Możesz zmienić nastaw wskaźnika *heading*, a autopilot będzie podążał za nim, zawsze starając się utrzymać kurs jaki mu podajesz. Autopilot nie uwzględnia jednak prędkości ani kierunku wiatru, a jedynie utrzymuje kurs samolotu. Jeśli lecimy z bocznym wiatrem, to mimo że samolot utrzymuje ten sam kierunek, zostaniemy zepchnięci na inną ścieżkę, przez co możemy nie trafić tam dokąd zmierzamy.

Powinniśmy używać trymera, aby utrzymywać lot poziomy. Możesz do tego użyć autopilota, ale jest to nieco bardziej skomplikowane.

Gdy samolot usadowi się pod kontrolą autopilota, możemy zwrócić większą uwagę na świat zewnętrzny i zadania wyższego poziomu.

9.5.2 Nawigacja

Jak wspomniałem powyżej, będziemy podróżować nad kilkoma zbiornikami. Kiedy wyrównamy lot, pierwszy z nich (Calaveras) będzie prawdopodobnie tuż przed nami. Możemy użyć tych zbiorników do sprawdzenia naszej pozycji na mapie. Jeśli wyglądało by na to, że zbaczamy z kursu, wówczas przekręć wskaźnik *heading*, tak aby to zrekompensować.



Rysunek 9.12: Zbiornik Calaveras

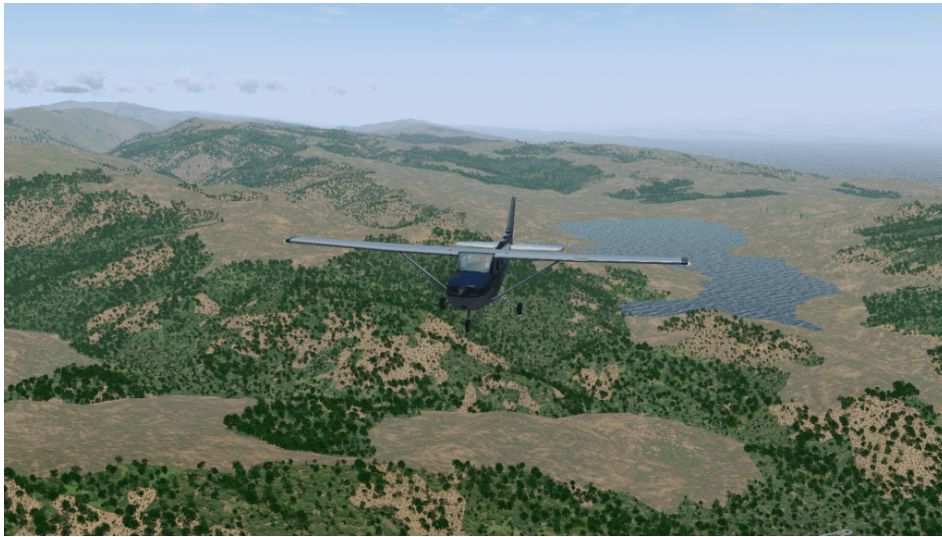
9.5.3 Mieszanka

Wraz ze wzrostem wysokości, powietrze staje się coraz rzadsze i zawiera mniej tlenu. Oznacza to, że w każdym cyklu pracy silnika, można spalić mniej paliwa. Silnik w C172 jest prosty i nie dostosowuje automatycznie ilości paliwa, aby zrekompensować brak tlenu. Powoduje to nieefektywne spalanie paliwa i zmniejszenie mocy, ponieważ mieszanka paliwowo-powietrzna jest zbyt „bogata”. Możemy kontrolować ilość paliwa wtryskiwanego do silnika w każdym cyklu, za pomocą mieszanki. To jest czerwona manetki obok przepustnicy (rys. 9.14). Wyciągając ją, „zubażamy” mieszankę. Nie chcemy, aby mieszanka była ani zbyt bogata, ani zbyt uboga. Oba te stany nie wytwarzają optymalnej mocy, z jaką może pracować silnik. Nie chcemy też, aby proporcje paliwa do powietrza były idealne, ponieważ powoduje to detonacje i przedwczesny zapłon, a nie spalanie w kontrolowany sposób, co jest szybką drogą do zniszczenia silnika.

Mieszanką steruje czerwona manetka na prawo od wolanta. Aby ją zobaczyć, konieczne może być obrócenie widoku.

Aby poruszać widokiem (rozejrzeć się), przytrzymaj prawy przycisk myszy i poruszaj nią. Gdy zobaczysz wyraźnie manetkę mieszanki, zwolnij prawy przycisk myszy.

Powoli wyciągnij manetkę mieszanki zubażając ją (użyj **Ctrl-c**, aby zobaczyć klikalne elementy). Gdy to zrobisz, zobaczysz zmianę różnych instrumentów silnika (po lewej stronie panelu). Przepływ paliwa spadnie (spalamy mniej paliwa), EGT (temperatura spalin) wzrośnie (zbliżamy się do „doskonałej mieszanki”), a obroty wzrosną (produkujemy więcej mocy). Teraz pociągnij manetkę mieszanki jeszcze trochę, aż zobaczysz, że EGT osiągnie szczyt, a następnie wciśnij ją trochę tak aby EGT spadło o jedną podziałkę (patrz rys. 9.15). Teraz mieszanka jest ustawiona na wzbogaconą od szczytu. Podczas przelotu na 3500 ft nie musimy zbytnio zubażać mieszanki, ale na wyższych wysokościach większe zubażanie mieszanki ma kluczowe znaczenie dla wydajności silnika.



Rysunek 9.13: Zbiornik Calaveras



Rysunek 9.14: Manetka mieszanki



Rysunek 9.15: Wskaźnik EGT (*Exhaust Gas Temperature* – temperatura spalin)

9.6 Zniżamy

Po dotarciu do drugiego zbiornika wodnego (San Antonio) musimy zacząć planować zniżanie i lądowanie w Livermore. Lądowanie jest o wiele bardziej skomplikowane niż startowanie, zakładając, że chcesz wylądować w jednym kawałku, więc możesz pauzować symulator (klawiszem **p**) podczas czytania.

9.6.1 Kontrola ruchu lotniczego

W prawdziwym świecie powinniśmy być w ciągłym kontakcie z Kontrolą Ruchu Lotniczego (*ATC – Air Traffic Control*), ponieważ obszar zatoki jest dość zatłoczony zarówno w powietrzu, jak i na ziemi. *ATC* prawdopodobnie zapewniłaby nam usługę „śledzenia lotu” (*VFR Flight Following*) i nieustannie ostrzegałaby nas o otaczających nas samolotach, pomagając uniknąć ewentualnych kolizji. We *FlightGear* na ogół nie ma ruchu, więc nie potrzebujemy takich usług. Jeśli chcesz zmienić natężenie ruchu na niebie, możesz to zrobić z menu *AI* → *Ruch AI* oraz *ustawienia scenariuszy*.

Lotnisko w Livermore ma zapewnioną kontrolę ruchu lotniczego (lotniska z wieżami są narysowane na mapie na niebiesko), więc będziemy musieli komunikować się z wieżą, aby otrzymać instrukcje, jak i gdzie wylądować.

Wcześniej powinniśmy odsłuchać *ATIS* i ponownie wyregulować wysokościomierz, na wypadek gdyby coś się zmieniło. Jest to mało prawdopodobne przy tak krótkim locie, ale jeśli lecisz setki mil, może to mieć znaczenie. Aby zaoszczędzić czas podczas strojenia radia, możesz przejść do okna dialogowego *Radio Frequencies* wybierając z menu *Wyposażenie* → *Radio*. Częstotliwość *ATIS* dla Livermore wynosi 119.65 MHz.

Wiadomość *ATIS* zawiera również literę fonetyczną (*Alpha, Bravo, ... Zulu*), która identyfikuje tę wiadomość. Ta fonetyka jest zmieniana za każdym razem, gdy *ATIS* jest aktualizowany.

Podczas pierwszego kontaktu z wieżą, pilot podaje ten identyfikator, dzięki czemu wieża może sprawdzić, czy pilot ma aktualne informacje.

Oprócz informacji o wysokości i pogodzie, ATIS poinformuje również, który pas startowy jest w użyciu. Przyda się to do zaplanowania naszego lądowania. Zwykle, ze względu na przeważający wiatr zachodni, Livermore ma w użyciu pasy startowe 25R i 25L.

Po odsłuchaniu ATIS, ustaw radio na wieżę Livermore. Częstotliwość to 118.1 MHz. W zależności od poziomu ruchu AI skonfigurowanego w systemie, możesz usłyszeć Livermore Tower rozmawiającą z innymi samolotami, które lądują lub odlatują.

Gdy częstotliwość się wyciszy, naciśnij klawisz **'**. Spowoduje to wyświetlenie menu ATC. Kliknij przycisk, aby wybrać, co chcesz powiedzieć (masz tylko jedną opcję), a następnie kliknij **OK**.

Twoja transmisja zostanie wyświetlona u góry ekranu. Wskaże to, kim jesteś (typ samolotu i znak wywoławczy), gdzie się znajdujesz (np. 6 mil na południe), że zamierzasz lądować oraz identyfikator ATIS, który odsłuchałeś.

Po kilku sekundach Livermore Tower odpowie, zwracając się do ciebie po znaku wywoławczym i informując, jakiego pasa startowego użyć, który krąg nadlotniskowy jest używany i kiedy się z nimi skontaktować, na przykład:

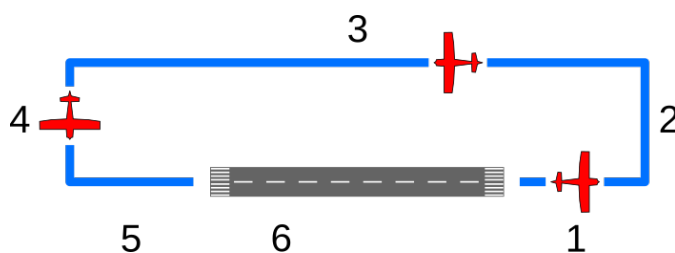
“Golf Foxtrot Sierra, Livermore Tower, Report left downwind runway two five left.”

Aby zrozumieć, co to oznacza, musimy wyjaśnić czym jest krąg nadlotniskowy.

9.6.2 Krąg nadlotniskowy

Biorąc pod uwagę dużą liczbę latających samolotów, muszą istnieć standardowe procedury startu i lądowania, w przeciwnym razie ktoś mógłby próbować wylądować na tym samym pasie, z którego ktoś właśnie startuje.

Krąg nadlotniskowy to standardowa trasa, którą muszą pokonać wszystkie samoloty w pobliżu lotniska, zarówno podczas startu, jak i lądowania. Krąg ten ma cztery etapy (lub „odnogi”), pokazane na rysunku 9.16. Wspomniane powyżej „z wiatrem” (*downwind*) odnosi się do jednego z nich, tego o numerze 3.



Rysunek 9.16: Krąg nadlotniskowy i jego etapy

1. Samolot startuje z pasa i wznosi się. Jeśli opuszcza lotnisko, po prostu kontynuuje wzbiwanie przed siebie, aż opuści krąg, a potem kieruje się tam dokąd zmierza. Natomiast jeśli

pilot zamierza wrócić na pas, z którego wystartował (na przykład, aby ćwiczyć lądowanie), kontynuuje wzbijanie, aż osiągnie kilkaset stóp poniżej wysokości kręgu. Wysokość ta różni się w zależności od kraju, ale zwykle wynosi od 500 ft do 1000 ft nad poziomem terenu (AGL). Etap ten nazywa się „pod wiatr” (*upwind*).

2. Pilot wykonuje 90-cio stopniowy skręt w lewo na odnogę „z bocznym wiatrem” (*crosswind*). Kontynuuje wzbijanie do wysokości kręgu i wyrównuje.
3. Po locie na etapie z bocznym wiatrem, przez około 45 sekundach do minuty, pilot ponownie wykonuje skręt o 90 stopni w lewo na odnogę „z wiatrem” (*downwind*). Samoloty przylatujące z innych lotnisk dołączają w tym momencie do kręgu, zbliżając się do pasa startowego pod kątem 45 stopni.
4. Kiedy samolot będzie około mili za krawędzią pasa startowego (dobrym wskaźnikiem jest sytuacja, gdy pas startowy znajduje się 45 stopni za samolotem), pilot ponownie skręca o 90 stopni na odnogę „po trzecim zakręcie” (*base*) i rozpoczyna zniżanie, wysuwając klapy w razie potrzeby. Szybkość opadania to około 500 fpm.
5. Po około 45 sekundach pilot ponownie skręca na odnogę „na prostej” (*final*). Oszacowanie, kiedy dokładnie wykonać zakręt na prostą, może być trudne. Dlatego można dokonywać ostatecznych korekt dla lądowania. Ja zazwyczaj muszę wykonywać małe skręty, aby ostatecznie ustawić się w osi pasa startowego.
6. Samolot ląduje. Jeśli pilot ćwiczy starty i lądowania, można zastosować pełną moc, schować klapy i ponownie wystartować. Jest to zwane jako konwojer (*touch and go*).

Większość kręgów jest lewostronnych, tj. wszystkie zakręty wykonuje się w lewo, jak opisano powyżej. Okręgi prawostronne również istnieją i są oznaczone jako „RP” na mapach. ATC doradzi również, jaki krąg jest używany.

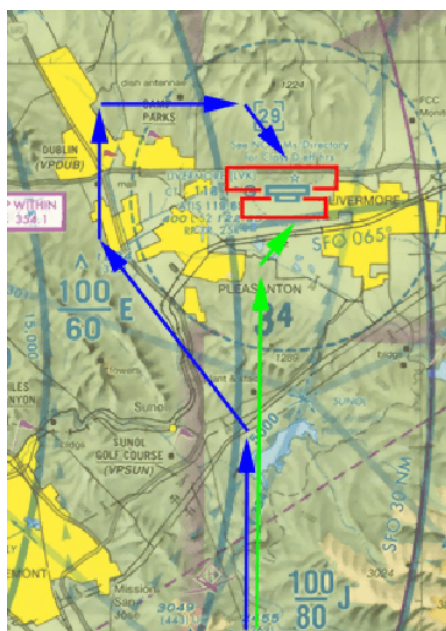
9.6.3 Podejście do lądowania

Do lotniska Livermore zbliżamy się od południa, podczas gdy pasy startowe biegną ze wschodu na zachód. Ze względu na przeważający zachodni wiatr, zwykle kierujemy się na pas startowy 25R lub 25L. 25R używa kręgu prawostronnego, podczas gdy 25L używa kręgu lewostronnego. Oba kręgi są zilustrowane na rysunku 9.17. W zależności od przydzielonego nam pasa do lądowania, podejźmy na dwa sposoby. Jeśli poproszono nas o lądowanie na pasie 25R, będziemy podążać za niebieską linią na rysunku. Jeśli poproszono nas o lądowanie na pasie 25L, podążymy zieloną linią.

Musimy też zmniejszyć naszą wysokość. Chcemy dołączyć do kręgu na wysokości tego kręgu, czyli około 1000 ft nad poziomem terenu (AGL). Lotnisko Livermore znajduje się na 400 ft n.p.m. (ASL), więc musimy zejść na wysokość 1400 ft ASL.

Musimy rozpocząć zniżanie na długo przed dotarciem do lotniska. W przeciwnym razie prawdopodobnie dolecimy zbyt wysoko, zbyt szybko i prawdopodobnie nadlecimy z niewłaściwego kierunku. Nie byłby to najlepszy początek na idealne lądowanie.

Więc zacznijmy schodzić od razu.



Rysunek 9.17: Fragment mapy pokazujący dwa podejścia do Livermore

1. Najpierw wyłącz autopilota, naciskając przycisk AP.
2. Przywróć mieszankę do w pełni wzbogaconej (wciśnij manetkę). Gdybyśmy lądowali na lotnisku położonym wysoko w górach, po prostu lekko wzbogacilibyśmy mieszankę i ponownie dostosowali ją, po osiągnięciu kręgu.
3. Zastosuj podgrzewanie gaźnika. Zapobiega to tworzeniu się lodu, gdy paliwo i powietrze mieszają się przed wejściem do cylindra, co często może się zdarzyć podczas schodzenia w wilgotnym powietrzu. Dźwignia podgrzewania gaźnika znajduje się pomiędzy przepustnicą a mieszanką. Wyciągnij ją, aby włączyć podgrzewanie.
4. Zmniejsz trochę moc. W przeciwnym razie możemy obciążyć konstrukcję płatowca z powodu nadmiernej prędkości.
5. Lekko opuść nos, aby rozpocząć schodzenie.
6. Wytrzymuj samolot.

Użyj swojej lokalizacji względem lotniska i dwóch miast Pleasanton i Livermore, aby nawigować do odpowiedniego kręgu nadlotniskowego zgodnie z rysunkiem 9.17.

Po zajęciu pozycji z wiatrem (*downwind*), będziemy musieli ponownie zgłosić się do ATC. Zrób to w taki sam sposób, jak poprzednio. Następnie ATC powie nam, gdzie jesteśmy w kolejce do lądowania. „*Number 1*” oznacza, że nie ma przed nami samolotów, a „*Number 9*” oznacza, że możemy chcieć polecieć na mniej ruchliwe lotnisko! Poinformują nas również, kto i gdzie jest przed nami. Na przykład „*Number 2 for landing, follow the Cessna on short final*” oznacza,

że przed nami znajduje się jeden samolot, który jest obecnie na ostatnim odcinku kręgu. Kiedy wyląduje i zwolni pas startowy, ATC może wtedy powiedzieć do nas „*Number 1 for landing*”.

9.6.4 VASI



Rysunek 9.18: Na ostatniej prostej w Livermore z VASI po lewej stronie

Po dotarciu do odcinka na ostatniej prostej (*final*) zauważysz dwa zestawy świateł po lewej stronie pasa startowego (patrz rys. 9.18). To jest VASI (*Visual Approach Slope Indicator*) i zapewnia miłą wskazówkę wizualną, czy jesteśmy za nisko czy za wysoko. Każdy zestaw świateł może być biały lub czerwony. Biały oznacza, że jesteśmy za wysoko, czerwony za nisko. Biel i czerwień razem oznaczają, że jesteśmy idealnie na prawidłowej ścieżce schodzenia. Dla Cessny podchodzącej do lądowania z prędkością 60 kt, zniżanie z prędkością 500 fpm powinno być wystarczające. Jeśli jesteś za wysoko, po prostu zmniejsz moc, aby zwiększyć prędkość opadania do 700 fpm. Jeśli jesteś zbyt nisko, zwiększ moc, aby zmniejszyć prędkość opadania do 200 fpm.

9.6.5 Odejście na drugi krąg

Jeśli z jakiegoś powodu wygląda na to, że zepsujesz lądowanie, możesz je przerwać i spróbować ponownie. Nazywa się to odejściem na drugi krąg (*Go Around*). Aby to zrobić:

1. Zastosuj pełną moc.
2. Poczekaj, aż uzyskasz dodatnią prędkość wznoszenia – tj. Twoja wysokość wzrasta zgodnie z wysokościomierzem.
3. Podnieś kłapy na 10 stopni (pierwszy ząbek).



Rysunek 9.19: Nieudane podejście na Livermore

4. Powiedz ATC, że odchodzisz na drugi krąg.
5. Wzbij się na wysokość kręgu nadlotniskowego.
6. Jeśli przerwałeś lądowanie na ostatniej prostej, kontynuuj nad pasem startowym, aby ponownie połączyć się z kręgiem na etapie „z bocznym wiatrem” (*crosswind*). Jeśli jesteś „po trzecim zakręcie” (*base*), opóźnij zakręt na ostatnią prostą, tak aby zakręcić w lewo za pasem i leć równoległe do pasa po przeciwnej stronie od strony z wiatrem, aby dołączyć do odcinka „z bocznym wiatrem” (*crosswind*).
7. Przeleć cały krąg, informując ATC gdy będziesz „z wiatrem” (*downwind*) i spróbuj wylądować ponownie.

9.6.6 Zwolnienie pasa startowego

Gdy znajdziesz się na ziemi, powinieneś jak najszybciej zjechać z pasa używając najbliższej drogi kołowania, a następnie powiedzieć ATC, że pas jest zwolniony. Na lotniskach na dużych wysokościach, należy zubożyć mieszankę, aby uniknąć zanieczyszczenia świec zapłonowych zbyt bogatą mieszanką. Znajdź miejsce do zaparkowania, wyłącz silnik odcinając całkowicie mieszankę, a następnie odetnij przepustnicę i wyłącz iskrowniki (pokrętko z kluczykiem w lewym dolnym rogu panelu). Wyłącz główny przełącznik awioniki, zabezpiecz samolot, i idź po hamburgera!

Mam nadzieję, że ten poradnik się przydał. Jeśli masz jakieś uwagi, daj mi znać na e-mail [stuart_d_buchanan {at} yahoo.co.uk](mailto:stuart_d_buchanan@yahoo.co.uk).

Rozdział 10

Poradnik lotów przełajowych IFR

10.1 Introduction



Rysunek 10.1: Flying over the San Antonio Dam to Livermore. I think.

In the cross country flight tutorial, you learned about VFR flight, and in the course of the flight you were introduced to most of the flight instruments in the C172p. Now we're going to do an Instrument Flight Rules (IFR) flight. In this flight you'll be introduced to the remaining instruments, learn a bit about IFR flight, and learn many, many TLAs (Three-Letter Acronyms).

We'll fly the same flight, from Reid-Hillview (KRHV), runway 31R, to Livermore (KLVK), runway 25R, only this time we'll do it in IFR conditions: a ceiling 200 ft above ground level, and 800 metre visibility. This tutorial assumes you've completed the cross country flight tutorial.

10.1.1 Disclaimers

This is not intended to teach you how to fly IFR. Rather, it is meant to give a flavour of what IFR flying is like, and remove the mystery of the panel instruments not covered by the cross country flight tutorial.

I'm not a pilot. Like the previous tutorial, this information has been gleaned from various non-authoritative sources. If you find an error or misunderstanding, please let me know. Mail me at bschack-flightgear -at- usa -dot- net.



Rysunek 10.2: On runway 31R at KRHV

This flight was flown using FlightGear 3.0. Newer or older versions of FlightGear might be slightly different.

10.2 Before Takeoff

We need to tell FlightGear about our flight conditions. There are different ways to set our “desired” weather, but we’ll use the global weather menu. After launching FlightGear, click **Environment** ⇒ **Weather** to bring up the weather dialog. In the **Weather Conditions** list, select **CAT I minimum**.

This will give us a low ceiling and reduced visibility. Unfortunately, it will also give us rather stiff winds. If you don’t want to deal with them, then you can easily turn off the winds:

- Click on **Weather Conditions** again, and select **Manual input**.
- In the METAR string at the bottom, change “15015KT” (15 knot winds coming from 150°) to “15000KT” (0 knot winds coming from 150°).

Hit **OK** to make FlightGear accept the changes and close the dialog.

Finally, I find that the reduced visibility situations are rendered best when atmospheric light scattering is turned off: click **View** ⇒ **Rendering Options** and make sure the **Atmospheric light scattering** box is unchecked.

10.2.1 Flight Planning

When you look out the window, you'll see something like Figure 10.2. Those clouds don't look very friendly, and it's hard to even see past the end of the runway. Maybe we should just *drive* there in the Cessna. We had been planning to practice ground steering anyway ...

So how do you get from A to B when you can't see? There are a variety of ways that have evolved over the years, with various advantages and disadvantages. Our flight will use all of the navigation instruments the standard Cessna C172p has, just to give a taste of what's possible.

Our entire route, and the aids we'll be using, are shown in Figure 10.3. Our route is in green, the navigational aids blue and red. The route looks a bit crazy – in fact, you might wonder if we're *more* lost using our fancy equipment than just flying by the seat of our pants – but there is a method to the madness. Rather than overwhelming you with details by explaining it all now, I'll explain it bit by bit as we go along.

10.2.2 VHF Omnidirectional Range

The first bit will involve VOR¹ (VHF (Very High Frequency) Omnidirectional Range) navigation, and will get us to a point about 5 nm (nautical miles) south of Livermore.

VOR stations are indicated on the sectional by a big bluish-green circle with compass markings around the outside. I've helped you by marking their centers with a big blue dot as well. Reid-Hillview is very close to one, San Jose, which you can see in Figure 10.3. Near the centre of the circle, in a bluish-green rectangle, is the station information. According to the station information, it's a VOR-DME station (I'll explain DME later), its name is San Jose, its frequency is 114.1 MHz (or Channel 88, which is an alternative way to say the same thing), and its identifier, or "ident", is SJC (which in Morse code is ... ·---- ·---).

To tune into a VOR station, we use one of the NAV receivers, which are paired with the COMM receivers (see Figure 10.4). And we navigate using the corresponding VOR gauge. We'll choose the NAV1 receiver (and VOR1 gauge) in this case (NAV2 would have worked just as well). Before setting the frequency, check out the VOR1 gauge. It should look like VOR1 on the left in Figure 10.5. The important thing is the red "NAV" flag. That means there's no VOR signal, so we can't trust the gauge.

The NAV receiver has an active frequency, a standby frequency, and a tuning knob, just like the COMM receiver.² Tune it to 114.1, and press the swap button. If you look at VOR1, you should notice that the red "NAV" flag has disappeared, to be replaced with a "TO" flag, as shown on the right of Figure 10.5. That means we're receiving a signal. But is it the correct one? What if we accidentally set the wrong frequency?

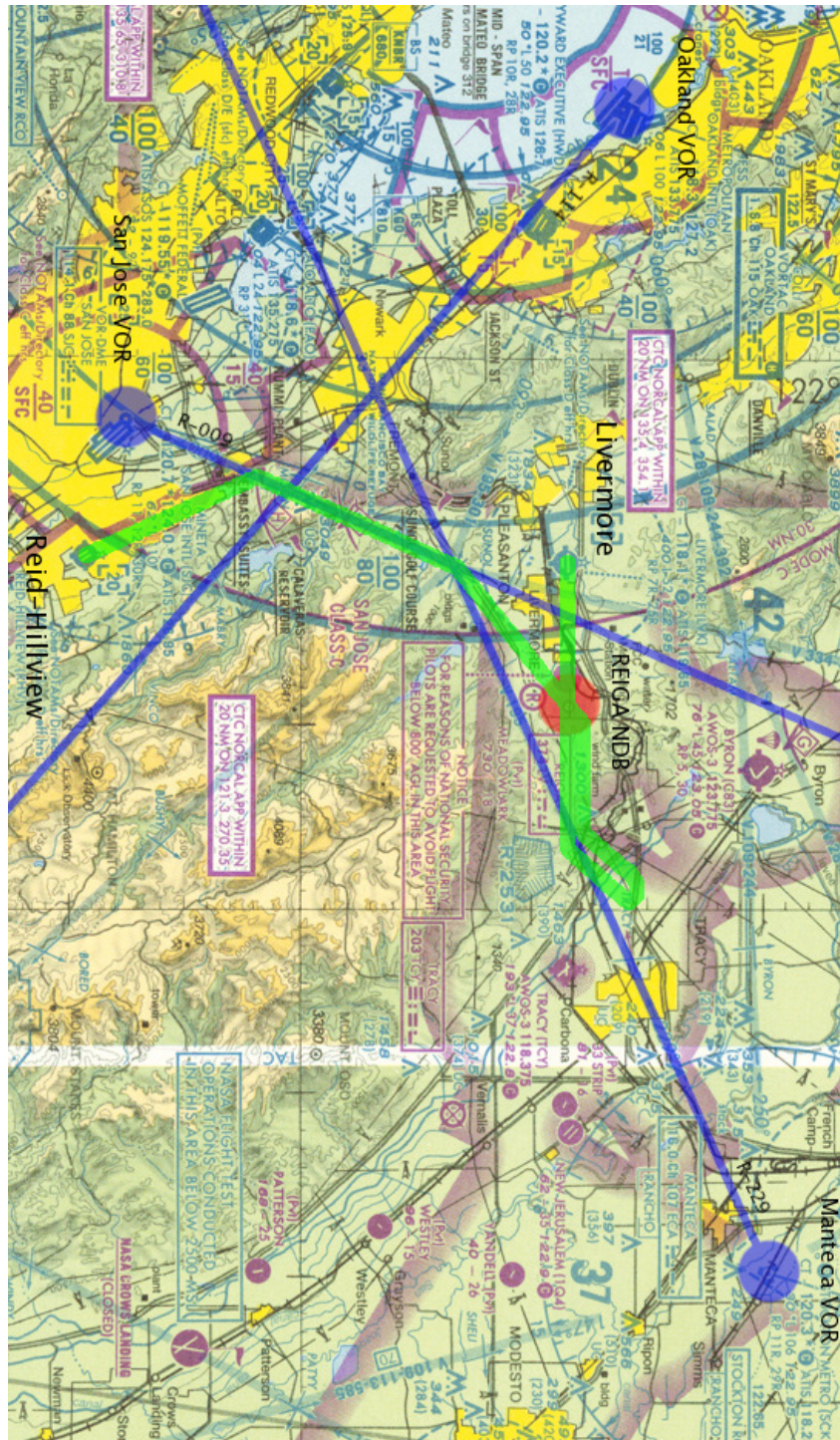
NAV1 ⇒ 114.1³

To confirm that we're tuned into the correct VOR, we listen for its ident. If you can't hear the ident, or if it doesn't match the chart, don't trust the needle. So far, you probably haven't heard a thing. Why? Check the audio panel (see Figure 10.4). You'll note there's a switch for all the instruments that produce useful sounds, and NAV1 is one of them. Flip the switch up (or

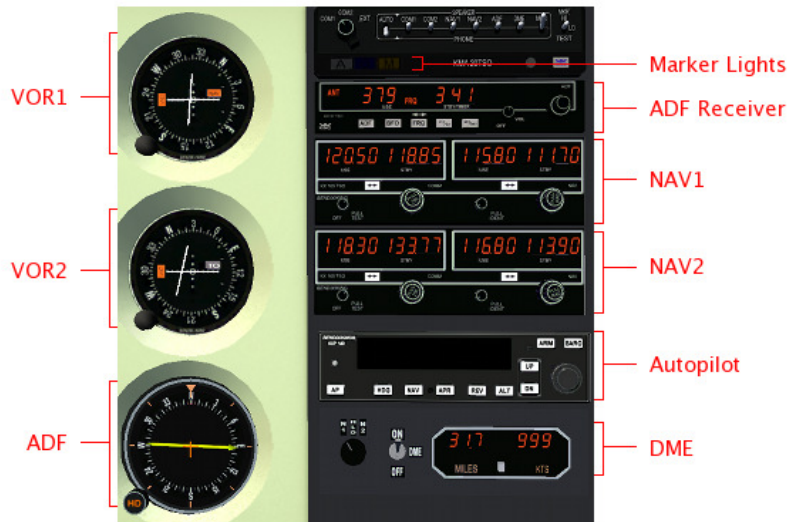
¹See https://en.wikipedia.org/wiki/VHF_omnidirectional_range for more information.

²Operation of the COMM receivers was covered in the cross country flight tutorial.

³All important actions and events will be given in the margin. This should provide a nice summary of the flight, uncluttered by the verbiage of the text.



Rysunek 10.3: Green: our route, Blue: VORs and radials, Red: NDBs



Rysunek 10.4: IFR navigation instruments



Rysunek 10.5: VOR1, before and after tuning

down – it doesn't matter), and you should hear this: $\cdots \text{-----} \text{---}\cdots$.⁴ Nice. Flip the switch back to the centre when you get tired of listening to dots and dashes.

Back to VOR1. There's a knob on the lower left, called the OBS (Omni Bearing Selector). As the name vaguely suggests, it is used to select a bearing. If you turn it, you should see the vertical needle, called the CDI (Course Deviation Indicator) move.⁵ Try to center the needle. It should center when the little arrow at the top points to somewhere around 277. That number, and the TO flag means: "Flying at a heading of 277° will lead you directly *to* the station".

That's great, except, according to our route, we don't want to go *to* the station. We actually want to intercept the light blue line labelled "9°" (the "9 degree radial") coming *from* the station. How do we do that? Simple. Set the OBS to 9. When we fly across the radial, the needle will center, and the flag will say FROM. This tells us: "flying at a heading of 9° will lead you directly away *from* the station", which is what we want. At that point we'll turn right to a heading of 9°.

One final thing – set the heading bug on the directional gyro to our current heading (about 310°).

R1 OBS ⇒ 009

heading bug ⇒ 310

10.2.3 How High Are We Really?

One effect of our changing the weather conditions is that the barometric pressure is no longer the standard value of 29.92. Our altimeter needs to know the correct value, otherwise it will report the wrong altitude. This isn't critical at takeoff, but it can make a *huge* difference when descending through the clouds (can you say "controlled flight into terrain"?).

As described in the cross-country flight tutorial, we get the current barometric pressure via ATIS. To recap, click **AI** ⇒ **ATC Services in Range**, select our airport, and look up the ATIS frequency (it should be 125.2 MHz). Dial this frequency into COMM1 or COMM2 (remembering to flip the appropriate switch on the audio panel), listen to the ATIS report, and set the altimeter to the given barometric pressure.

We are going to be using the autopilot (see Figures 10.4 and 10.6) to hold an altitude (more on that later), so it also needs to know the barometric pressure. To do so, click the BARO button on the autopilot. You should see "29.92" displayed – this is what the autopilot thinks the barometric pressure is. Before the "29.92" disappears (within about 3 seconds), rotate the big dial to change it to the correct value.

10.3 Takeoff

We're ready to take off. There are other preparations that we should have made, but again, in the interests of not overwhelming your brains, I'm only feeding you a bare minimum of information, and feeding it in trickles. This brings us to the most important control you have – the **p** key. Use this often, especially when a new concept is introduced.

Take off; climb on runway heading

Okay. Take off, keeping a heading of 310° for now. Establish a steady rate of climb. We plan

⁴Still can't hear it? Check the volume control on the NAV1 receiver. If that has no effect, click **File** ⇒ **Sound Configuration** and adjust the settings. If that doesn't work, check the volume on your computer. If that doesn't work, and you have external speakers, adjust the volume on the speakers. And if that doesn't work, check your ears.

⁵The horizontal needle is used in ILS landings, which will be explained later.



Rysunek 10.6: Autopilot after engaging

to climb to 4000 ft. There’s just one problem though – those ugly-looking clouds are standing in our way.

10.4 In the Air

If this is your first attempt at IFR flight, you will find it impossible to fly once you enter the clouds. When you enter the clouds, you will be momentarily disconcerted by the lack of visual cues. “No matter,” you then think. “I’ll just keep things steady.” In a few moments, though, you’ll probably notice dials and needles spinning crazily, and without knowing it, you’ll be flying upside down, or diving towards the ground, or stalling, or all three.

It takes practice to get used to flying without external visual clues, although it’s a skill that you definitely *must* master if you want to fly IFR. For now though, we’ll use “George”, the autopilot, to make this part of flying easier.

10.4.1 George I

Once you’ve established a steady rate of climb and heading, engage the autopilot by pressing the AP button. You should see “ROL” displayed on the left to show that it’s in “roll mode” – it is keeping the wings level. In the middle it will display “VS”, to show it is in “vertical speed” mode – it is maintaining a constant vertical speed. On the right it will *momentarily* display that vertical speed (in feet per minute). Initially, the value is your vertical speed at the moment the autopilot is turned on. In the case of Figure 10.6, the autopilot has set the vertical speed to 300 feet per minute.

When you engage the autopilot, **CHECK THIS CAREFULLY**. Sometimes the autopilot gets a very funny idea about what your current rate of climb is, like 1800 feet per minute. Our little Cessna cannot sustain this, and if the autopilot tries to maintain this (and it will), you will stall before you can say “Icarus”. This is a bug, to be sure, and a bit annoying, but it is also a useful cautionary lesson – don’t put blind faith in your equipment. Things fail. You have to monitor and cross-check your equipment, and be prepared to deal with problems.

We want a vertical speed of around 500 to 700 feet per minute. Hit the up and down (UP and DN) buttons to adjust the vertical speed to a nice value. Take into account the airspeed as well. We want a sustainable rate of climb.

Finally, once you’re climbing nicely, hit the heading (HDG) button. On the display, “ROL” will change to “HDG”, and the autopilot will turn the airplane to track the heading bug. Since you set the heading bug to the runway heading, and you took off straight ahead (didn’t you?), it shouldn’t turn much.

Engage autopilot;
set vertical speed;
engage heading
mode



Rysunek 10.7: Typical IFR scenery

10.4.2 MISON Impossible

It's around 8 nm to the 009 radial intercept, so we've got a bit of time. Since there's no scenery to admire (eg, see Figure 10.7), we might as well prepare for the next phase of the flight.

If you look along our route, just after we intercept the 009 radial and turn north, we pass by a point labelled MISON (see Figure 10.8 for a closeup of that section of the chart without my fat blue and green lines drawn on top. MISON is in the lower right). Just above and to the left of MISON are two crossed arrows. MISON is an intersection. We're actually going to pass east of MISON, but the radial passing roughly from northwest to southeast through MISON (and our route) is of interest to us. We're going to use it to monitor our progress.

Noting our passage of that radial isn't strictly necessary – we can just keep flying along the 009 radial from San Jose until we need to turn. But it's useful for two reasons: First, it's nice to know exactly where we are. Second, it confirms we are where we think we are. If we fly and fly and never cross the radial, alarm bells should start going off.

Looking at the sectional, we see that the radial is the 114 radial from the Oakland VORTAC (VOR TACAN, where TACAN stands for Tactical Air Navigation). Oakland's frequency is 116.8, and its ident is OAK (--- ·- ·-). NAV2 should already be tuned to Oakland, but if it isn't, do it now. Turn on NAV2 in the audio panel and make sure you're getting the correct ident.

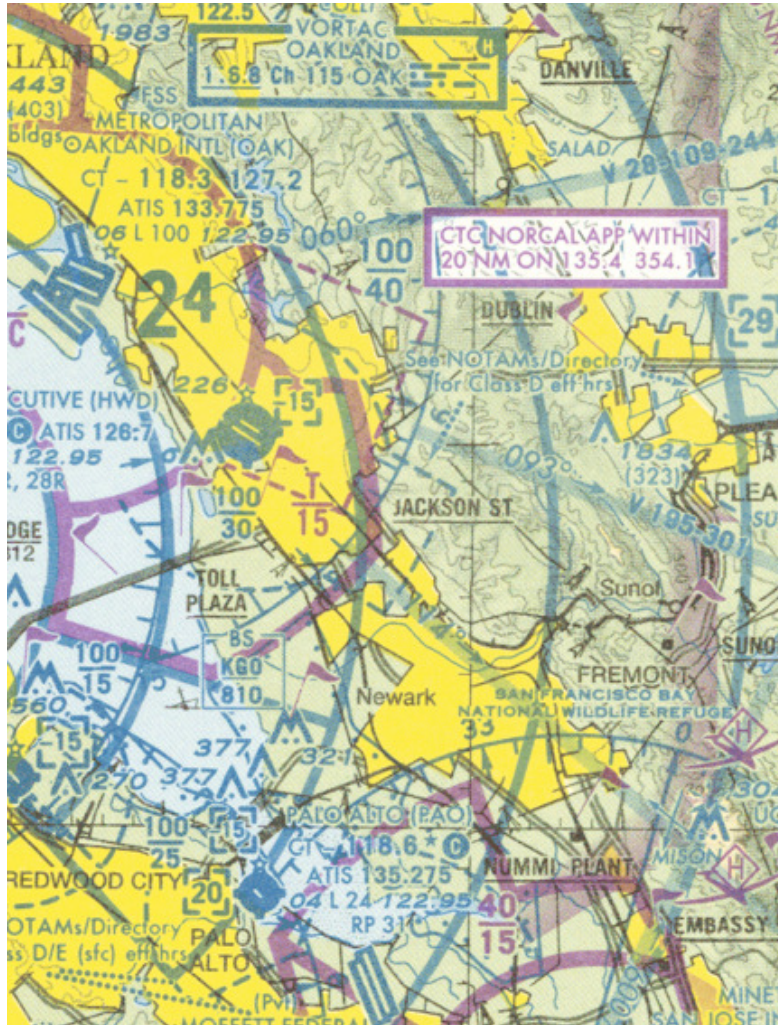
V2 ⇒ 116.8

R2 OBS ⇒ 114

We need to adjust the OBS, to tell VOR2 which radial we're interested in. Set the OBS to 114.⁶ See if you can guess whether the flag should read TO or FROM when we cross the 114 radial. And see if you can guess whether the needle will move from left to right or right to left as we cross the radial.

A final note: For our purposes, there's nothing magical about the 114 radial – we could have used 113, or 115, or 100, or 090. The reason I chose 114 is because there was a line on the map already drawn along the 114 radial, which saved me the trouble of drawing a line myself.

⁶If you get tired of clicking on the knobs, much of this can be done more easily using the **Equipment** ⇒ **Radio Settings** dialog.



Rysunek 10.8: Oakland VOR and 114 radial to MISON intersection



Rysunek 10.9: Autopilot with altitude armed

10.4.3 George II

As we continue towards the 009 radial intercept, let's look a bit more closely at the autopilot. First of all, if you aren't in the habit of trimming the airplane, you'll probably notice a flashing "PT" with an arrow on the autopilot. The autopilot is telling you to adjust the pitch trim. I tend to ignore it because, flying with a mouse, trimming is more trouble than it's worth. Those of you lucky people with yokes and joysticks and who find flashing lights annoying might want to trim to get rid of it.

Also, on the right there's a big knob, the altitude select knob, which we can use to dial in a target altitude. We're going to use it. Turn it until you see our desired cruising altitude, 4000 ft, displayed on the right. When you started turning it, "ALT ARM" should have appeared in the autopilot display (as in Figure 10.9). This indicates that you've selected a target altitude. The autopilot will maintain the current rate of climb until reaching that altitude, at which point it will level off and change from vertical speed (VS) mode to altitude hold (ALT) mode. In altitude hold mode it maintains an altitude (in this case our target altitude of 4000 ft).⁷ It will also politely beep 5 times when you cross 3000 ft to remind you that you're within 1000 ft the armed altitude.

Don't forget that the autopilot won't adjust the throttle, so when it levels out, the airplane (and engine) will speed up. You'll need to adjust the throttle to get a proper cruise.

10.4.4 Staying the Course

At some point you'll intercept the 009 radial (the VOR1 needle will centre). Turn to a heading of 009. You can do this using the heading bug on the directional gyro if you're using the autopilot.

Unless you're good or lucky, the needle probably won't be centered. We need to adjust our course. The CDI needle (the vertical needle on the VOR) tells us where to go. If it's to the left, that means the radial is to the left, so we need to go left. Ditto for right.

It's quite easy in theory, although in practice you may find that it's hard to keep the needle centered, and that you are slaloming down the radial. The key is to realize this: the *position* of the needle tells us where we *are*, the *motion* of the needle tells us what to *do*.

I'll explain. If the needle is to our left, then, yes, the radial is definitely to our left.⁸ But if the needle is *moving* towards us, that means we're going to cross the radial, sooner or later, so our situation is improving, and we probably just need to wait for the needle to center. On the other hand, if the needle is *moving* away, we need to turn towards it to stop, and reverse, its motion.

⁷Of course, you don't really have to do this – you could just watch the altimeter, and when it gets to 4000 ft, reduce the vertical speed to 0, or press the ALT button to enter altitude hold mode. But by using the altitude select knob, we've demystified one more mystery button.

⁸Unless you're heading in the opposite direction, but that's another story.

Note that the amount we need to turn is difficult to guess correctly at first, so experiment. Try 10°. If the needle moves too fast, cut it down to 5° (ie, turn back 5°). If, on the other hand, the needle moves too slowly, double it to 20° (ie, add another 10°), and see what happens.

10.4.5 Yet More Cross-Checks

Cross-checking your position is always a good thing. The intersection with the Oakland 114 radial is one way. Ahead of that lies the SUNOL intersection. If you look closely, 5 separate radials join at the point, so we have an embarrassment of choices with regards to the intersecting radial. Because it will come in useful later, we're going to use the one coming in from the upper right. Another check of the sectional reveals that this is the 229 radial of the Manteca VORTAC, 116.0 MHz, ident ECA (· -·-· -·-).

Cross OAK 114 radial

You should know the drill by now: Tune NAV2 to 116.0, set the OBS to 229, and check the ident to confirm the station.

NAV2 ⇒ 116.0

VOR2 OBS ⇒ 229

Meanwhile, let's introduce another piece of gear on the panel that will cross-check the SUNOL passage. Some VOR stations have a distance capability, called DME⁹ (Distance Measuring Equipment). For example, San Jose does (remember it's a VOR-DME station), as do Oakland and Manteca (VORTACs have DME capabilities).

Using DME, you can find out how far you are, in straight-line distance, from the VOR station. In our scenario, the DME isn't necessary, but we'll use it anyway, just to see how it works, and to reconfirm our position.

The DME is the instrument below the autopilot (refer to Figure 10.4). Make sure it's turned on. The selector to the left of the on/off switch is probably set to N1, where "N1" means "listen to NAV1". Since NAV1 is tuned to San Jose, it's telling us the distance to the San Jose VOR-DME. Switch the DME to N2. It now shows us the distance to the Manteca VOR.

DME ⇒ N2

The DME shows you 3 things: the distance in nautical miles to the station, your speed towards or away from the station, and estimated time to the station at the current speed. Note that the distance is the direct distance from your plane to the station (called the "slant distance"), not the ground distance. Note as well that the speed is relative to the station, so unless you're flying directly to or from the station, it will probably be lower than your true groundspeed. For example, the speed from San Jose, which is directly behind us, should be greater than the speed towards Manteca, which is off to the right.

If we look up information about the SUNOL intersection,¹⁰ it tells us that it is 33.35 nm (as measured by a DME receiver) from ECA on the 229.00 radial (that's what "ECAr229.00/33.35" means).

Now we have two ways to confirm the SUNOL intersection: The VOR2 needle will center, and the DME will read 33.4 or so. Note that the DME doesn't provide us with a very precise fix here because Manteca is at such an oblique angle. But it does give us a good warning of SUNOL's impending arrival. Moreover, if it has an unexpected value (like 30), it should raise a few alarm bells.

⁹See https://en.wikipedia.org/wiki/Distance_Measuring_Equipment for more information.

¹⁰For example, from <http://www.aimav.com/airspace/fix/SUNOL>.

You may be wondering what “HLD” means (the setting between N1 and N2 on the DME). It stands for “hold”, and means “retain the current frequency, regardless of whether NAV1 or NAV2 are retuned”. For example, if we switch from N2 to HLD, the DME will continue to display (and update) information to Manteca. Even if we retune NAV2, the DME will remain tuned to Manteca. This is handy, because it basically represents a third independent receiver, and in IFR flight two receivers just never seem like enough.

10.5 Getting Down

We’re getting close to SUNOL, flying along the 009 radial from San Jose, monitoring our position with the DME. At SUNOL we’ll be less than 5 nm from Livermore, somewhere down there in the clouds. Perhaps if we just descended to 700 ft or so (Livermore is at 400, the ceiling is at 750) and headed more or less directly north after SUNOL, we’d get there? A recipe for disaster my friend, and you know it.

10.5.1 Instrument Approach Procedures

As you recall from the previous tutorial, when flying VFR, you don’t just point your airplane to the nearest runway to land. You need to fly a pattern. This helps you line up, and helps prevent planes from crashing into one another, which is a Good Thing.

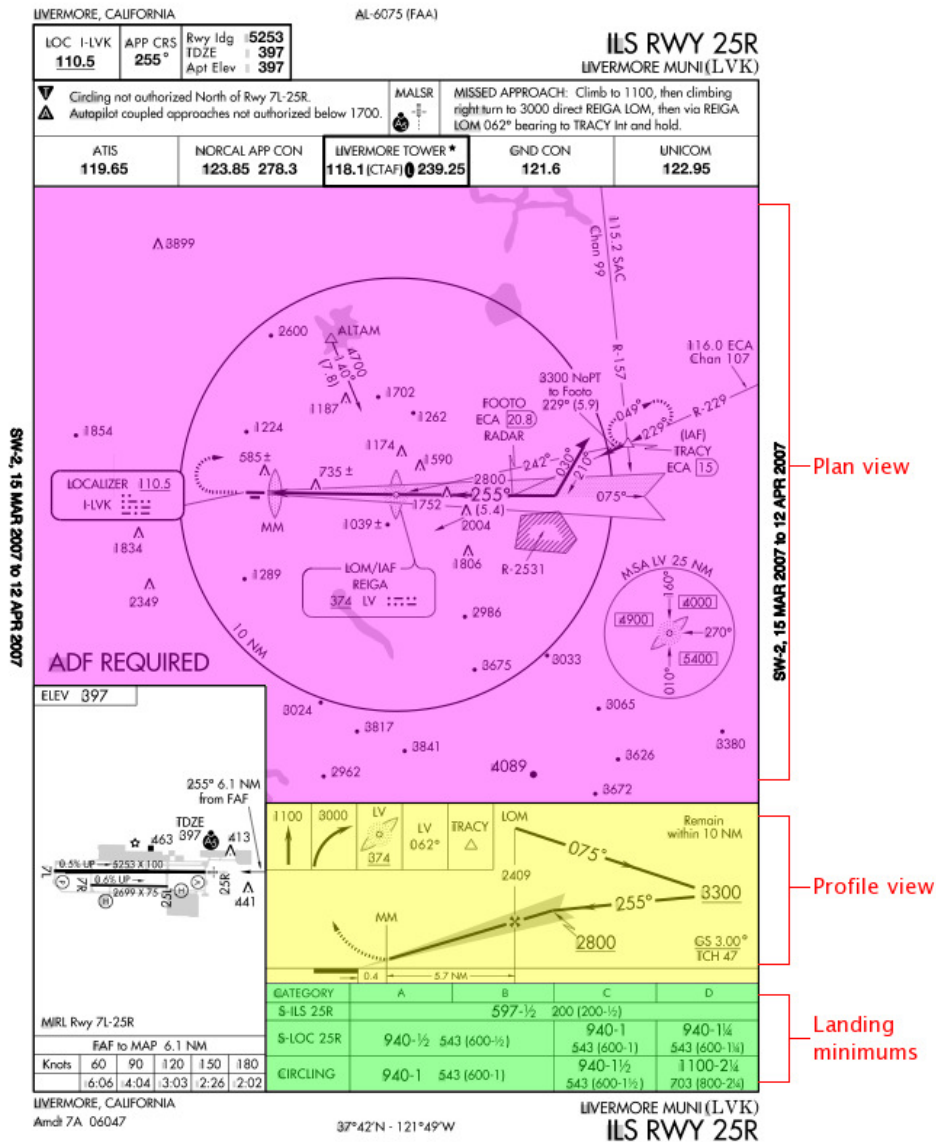
Similarly with IFR landings. There’s a procedure to follow. In fact, there are *procedures* to follow. Because of the complexity of landing in IFR conditions, there’s no single procedure for all airports. You need to check for your particular airport. In fact, you usually need to check for your particular airport, runway, and navigation equipment.

Our airport is Livermore (KLVK). Let’s check the information for that airport. Go to <http://www.airnav.com/airport/KLVK> to see what they’ve got. Down near the bottom, we have IAPs (Instrument Approach Procedures). There are two listed for runway 25R. One is an ILS (Instrument Landing System) approach, the other a GPS (Global Positioning System) approach. Our plane has no GPS, but it does have ILS capabilities (I’ll explain ILS later), so we’ll choose that.

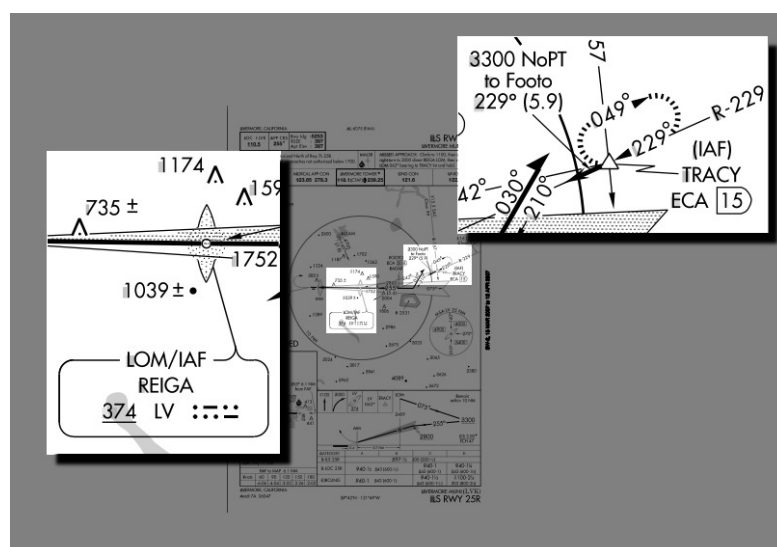
Although Livermore only has two different instrument approach procedures, big airports have many many more. If you look at nearby San Francisco, you’ll see they have a *slew* of procedures. There are ILS procedures, GPS procedures, LDA procedures, VOR procedures, . . . I wouldn’t be surprised if they had a procedure for someone with a sextant and an hourglass in there. To learn IFR flight, you’ll need to master all of them.

Back to Livermore. If you download the procedure, you’ll see something like Figure 10.10 (except for the colour). It’s pretty overwhelming at first – it compresses a lot of information in a small space. We’ll ignore as much as we can, restricting ourselves to the three parts that have been coloured in. And we’ll do those parts on a “need to know” basis – we’ll only look at them when we really have to.

Where to start? At the beginning of course. An IAP will have one or more Initial Approach Fixes (IAFs). These are your entry points to the approach procedure and can be found in the



Rysunek 10.10: ILS approach plate for Livermore runway 25R



Rysunek 10.11: Initial approach fixes

“plan view”, which I’ve coloured purple in Figure 10.10. Our IAP lists two, one in the middle and one on the right (see Figure 10.11 for a close-up).

An IAF is a *fix*, and a fix is an identifiable point in space. In fact, we’ve already encountered another kind of fix, namely a VOR intersection. Fixes are also usually named (eg, MISON, SUNOL). The IAF on the right is named TRACY, and consists of a radial, a distance, and an altitude. Specifically, it’s 15 DME (15 nm as measured by a DME receiver) along the 229 radial from the ECA (ie, Manteca) VOR.

10.5.2 Non-directional Beacons

However, we’re not going to use TRACY as our IAF. We’re going to use the IAF in the middle, which is a marker (LOM stands for “Locator Outer Marker”). We’ll worry about what an outer marker is later. For now let’s concentrate on the locator part. The locator in an LOM is an NDB¹¹ (non-directional beacon). It’s a bit like a VOR, in that it can be used to determine your heading and navigate from place to place. Like a VOR, it has a name (REIGA, in this case), a frequency (374 kHz), and an ident (LV, or ·-·- ·-·- in Morse). NDBs also appear on sectionals, as fuzzy red circles with a small circle in the middle, with their identification information placed in a red box nearby. (see Figure 10.12 for a closeup. Don’t confuse the NDB, which is fuzzy, with the solid red circle on the left, nor the circle below with the “R” inside).

An NDB station basically broadcasts a signal that says “I’m over here”, and the receiver on the plane can receive that signal and tell you, the pilot, “the station is over there”. You just need to tune the receiver and monitor the correct instruments. The receiver, labelled ADF (Automatic Direction Finder) Receiver, and the corresponding instrument, also labelled ADF, are shown in Figure 10.4.

¹¹See https://en.wikipedia.org/wiki/Non-directional_beacon for more information.



Rysunek 10.12: REIGA non-directional beacon

To tune into REIGA, turn the tuning knob on the receiver until 374 is displayed as the standby (STDBY) frequency. As usual, use the middle mouse button for big changes (100 kHz in this case), and the left mouse button for small changes (1 kHz). Then hit the swap button (labelled “FRQ”). The 374 is now displayed as the selected (SEL) frequency. The needle on the ADF should swing around, eventually pointing ahead to the right, to REIGA. But it might not. Why? Because the receiver might be in antenna mode (as show by the “ANT” in the upper-left portion of the display).¹² If it is in antenna mode, hit the ADF button so that “ADF” shows. Now the needle should swing to point to REIGA. Like VORs, to be sure we’re really tuned into the right station, we need to hear the ident as well, so hit the ADF switch on the audio panel and check.

ADF ⇒ 374

Notice there’s no OBS to set for an ADF – the needle just points to the station, which is nice. This leads us to our first rule for ADFs:

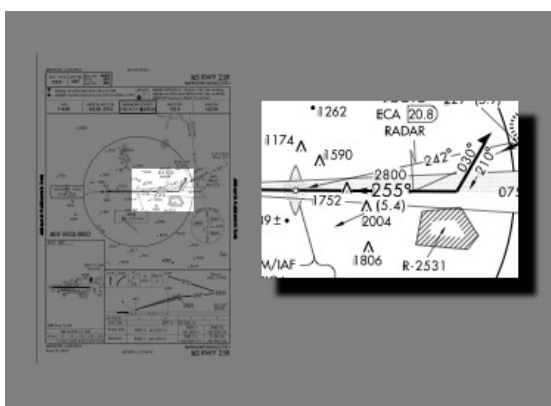
ADF Rule 1: The needle points to the station.

Pretty simple. In fact, you may not think it merits a “rule”, but it’s important to emphasize the difference between ADFs and VORs. A VOR, remember, tracks a single radial, which you specify by turning the OBS. An ADF has a knob, and a identical-looking compass card, so it’s tempting to believe it acts the same way. It doesn’t. Turn the ADF heading knob (labelled “HD”) and see what happens. The compass card moves, but the arrow doesn’t. It just *points to the station*.

In our current situation, where we just want to fly to REIGA, that’s all we need to know to use the ADF. If the needle points “over there”, then we’ll fly “over there”, and eventually we’ll pass over REIGA. However, for the sake of practice, and because it will be necessary later, I’m going to give the second rule for ADFs, which explains what the compass card is there for:

ADF Rule 2: *If the compass card reflects our current heading, then the needle gives the bearing to the station.*

¹²Antenna mode, by the way, is usually used to ident an NDB, because it gives better audio reception. While in antenna mode, however, the ADF will *not* point to the station – the needle will be parked pointing directly right.



Rysunek 10.13: Livermore ILS procedure turn

In other words, the compass card gives “over there” a number.

Now we’re ready to head to REIGA. Rotate the ADF heading knob until our current heading is at the top (basically, the ADF should match the directional gyro). When we pass the SUNOL intersection, look at the ADF needle, and set the DG bug to that heading (I assume you’re using the autopilot. If not, just turn to that heading). At the end of the turn, the ADF needle should point straight ahead. And if it doesn’t, adjust your heading so that it does.¹³

pass SUNOL; turn to
REIGA

By the way, the closer you get to REIGA, the more sensitive the needle becomes to changes in your heading. Don’t go crazy trying to keep the needle centered as you get close. Maintain a steady heading, and get ready for the . . .

10.5.3 Procedure Turn

So, once we hit REIGA, do we just turn left and head down to the runway? Ah, if only life were so simple. No, we turn right, *away* from the airport, and do a *procedure turn*. We know there’s a procedure turn because of the barbed arrow in the plan view (see Figure 10.13). As you can see if you follow the arrow, we need to fly away, on a heading of 75°, then turn left 45° to a heading of 30°. We do a U-turn (to the right, *away* from the airport – that’s one of the rules about procedure turns) to come back at 210°, then a 45° right turn to 255°, heading straight towards the runway. All of this turning gives us time to set ourselves correctly on course, at the right altitude, to land on 25R.

Hmmm. I mentioned “right altitude”, but how do we know that is? That’s down below, in the profile view (the yellow part of Figure 10.10). You can see that at the top is the LOM, our IAF. Now follow the arrows. After the IAF, we head out at 75°. During the procedure turn we can descend to 3300 ft, but *no lower* (that’s what the line *under* the 3300 means). After we finish our procedure turn and are heading back at 255°, we can descend to 2800 ft, but *no lower*, until we intercept the glide slope.

One thing the instrument approach procedure does *not* tell you is the length of the procedure turn. The only constraint is that you must not fly more than 10 nm away from the NDB. You’ll

¹³Which is actually bad technique in the presence of a crosswind, but I’m ignoring the wind to simplify the tutorial.



Rysunek 10.14: ADF with timer running

notice there's a 10 nm circle drawn around it in the plan view, and a note in the profile view saying "Remain within 10 NM". They're not kidding. So, since we fly at around 110 knots, two minutes on each leg is reasonable – two minutes at 75°, and two minutes at 30°. On the way back we don't care about times – we just want to intercept 255°.

So, after we pass REIGA, turn right to 75°. Our ADF receiver has a built-in timer, so we'll use that to time our two-minute leg. Hit the "FLT/ET" (flight time/elapsed time) button. The "FRQ" in the middle of the display will disappear, "FLT" will appear on the right, and the standby frequency will be replaced by a time. This is the total flight time, and cannot be changed, except by cycling the power. Hit "FLT/ET" again. Now you'll see "ET" displayed, and a time, probably the same as the flight time. To reset the elapsed time, hit the next switch, labelled "SET/RST". The timer should reset to 0, then start counting up (see Figure 10.14).¹⁴ In elapsed time mode, each time you hit "SET/RST", the time resets to 0. If you want to see the standby frequency again, hit "FRQ" once. The timers will continue to run.

10.5.4 Chasing the Needle

When we approached REIGA, we weren't particularly concerned about our course – we just aimed for REIGA. Now, however, our course is important. We want to be flying directly away from REIGA *on a course of 75°*.

Now, in an ideal world, after we turned to 75°, the ADF needle would be pointed directly behind you (ie, we'd be on course). Probably it isn't, so we need to adjust our course. The key to adjusting our course is ADF Rule 2. If we've set the compass card correctly, then the needle shows us the current NDB bearing. If we turn and fly until we intercept the 255 bearing, then turn to 75°, we'll be right on course.

Figure 10.15 shows what I mean. In the figure, the plane, flying along the green line, is initially off course.¹⁵ The heading is correct, 75°, but the station is at 225°, not 255°. To correct this, we turn right (remembering to adjust the ADF compass card to match our new heading). As we fly on this new heading, we get closer to the correct position, crossing the 235 and 245 bearings (shown in red). Finally, when the ADF needle points to 255°, we turn left to 75°, and readjust the ADF compass card.¹⁶ We are now on course.

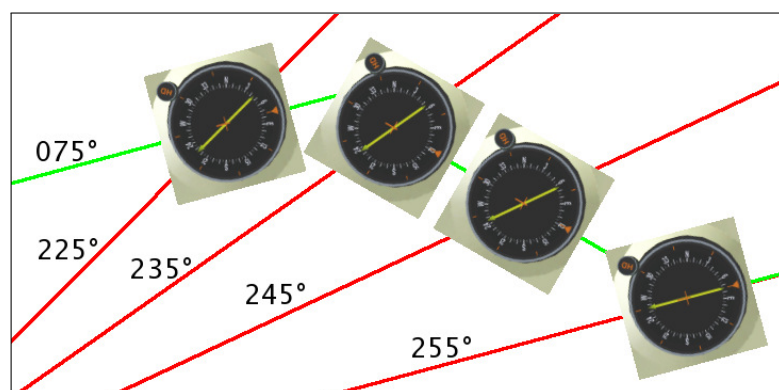
Of course, even when you get back on track, that won't be the end of the story. Your airplane drifts; your mind drifts; your compass drifts; the wind pushes you around. What you find is that

Cross REIGA;
Fly at 75° away
from REIGA for
two minutes

¹⁴The timer can also be set to count down from a time you specify – except that feature has not yet been implemented.

¹⁵Way off course, actually. I've exaggerated the angles to make the explanation clearer.

¹⁶You might be thinking "Wouldn't it be nice if there was an ADF where the compass card rotated automatically?" Well, such an ADF does exist, and it comes with its own acronym – RMI (Radio Magnetic Indicator).



Rysunek 10.15: Getting back on course

you will be constantly making little corrections. That's okay, as long as we're close. And anyway, before long (2 minutes actually), we'll turn left 45° to 30° as part of our procedure turn, at which point we'll just ignore the NDB anyway. Sigh. All that effort for just 2 minutes. Hardly seems worth it.

10.5.5 FOOTO Time

While you're flying outbound, take an occasional look at VOR2, tuned to Manteca, and the DME. Assuming the OBS is still at 229, and the DME still tuned to N2, at some point the needle should center, meaning you've crossed the 229 radial, and, if you're on course, at the same time the DME should read 20.8. How do I know that? If you look at the approach plate (Figure 10.10), you'll notice an intersection, named FOOTO. FOOTO is on the approach, and is defined to be 20.8 DME from ECA. Although this intersection is not strictly necessary for us, it comes for free, and provides good confirmation of our position both outbound and, later, inbound.

Depending on how fast you're flying, you'll probably pass FOOTO close to the time your two minutes at 75° are up. At the end of two minutes, turn left 45° to 30°. Reset the timer, and fly for another two minutes on this heading.

10.5.6 George III

This leg is relatively uneventful, so we'll take advantage of the lull in the action to descend to 3300. Before descending, check the KLVK ATIS (it should be 119.65 MHz) and make sure your altimeter is correct.

Assuming you're using the autopilot, you will need to do a few things to descend:

1. If you're in altitude hold (ALT) mode, you need to get back into vertical speed (VS) mode. Press the ALT button – the "ALT" in the middle of the display should change to "VS", and your current vertical speed (probably 0) should be displayed momentarily on the right.
2. Click the DN button until you get a vertical speed of -500 feet per minute.

3. If you want to set the target altitude, like before, rotate the big knob on the right until “3300” shows up on the right side of the display. “ALT ARM” should appear on the bottom.

Note that if you're using the autopilot to descend, it will just push the nose down, like a bad pilot, so the airplane will speed up. We want to go down, but we don't want to speed up, so we need to reduce engine RPMs to keep the speed at 110 knots. Later, when you level off at 3300 ft, you'll have to increase power again.

If you're flying manually, then you just need to adjust the engine to get the descent rate you want – the plane should stay magically at 110 knots if it's already trimmed for 110.

10.5.7 ILS Landings

While descending, we also need to start considering how we're going to intercept 255° on the way back and follow it down to the runway. You might think we're going to use the NDB like we did on the outbound leg, but at this point, the NDB is not good enough. This is an ILS landing, a so-called “precision” landing, and an NDB is just not precise enough. It can get us close to the runway, but not close enough.

So, we're going to switch over to our ILS system. It is much more accurate horizontally. As well, it offers vertical guidance, something which the NDB does not give at all. And hey, it also gives you something else to learn in our few remaining minutes so that you don't get bored.

As with NDB and VOR navigation, the ILS system¹⁷ has a transmitter (or *transmitters* – a localizer *and* a glide slope) on the ground, and a receiver and a gauge in the aircraft. The receiver, it turns out, is just a NAV receiver, of which we have two. The gauge is like a VOR indicator, but it has an added glide slope indicator, which is a horizontal (you hope) needle. Like a VOR, the vertical needle shows whether you're left or right. The horizontal needle shows whether you're high or low. Our ILS gauge is our old friend VOR1.

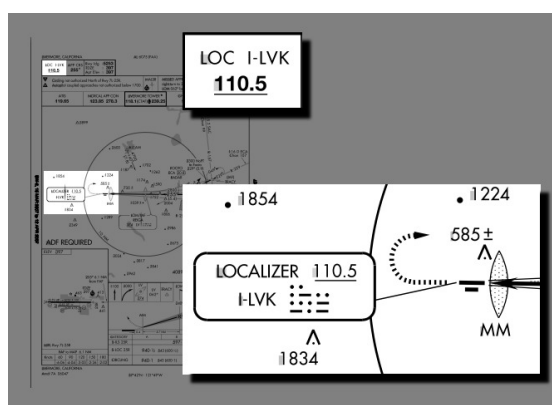
As you might have guessed, the localizer has a frequency and ident associated with it (there's no need to tune the glide slope separately. If you tune the localizer, you've tuned the glide slope). This is shown on the approach plate in two places: at the top left corner, and in the plan view by the runway (see Figure 10.16). As we can see, the frequency is 110.5 MHz, and the ident is I-LVK (· · · · · · · · · · · · · · · ·).

If you look at VOR1 now, it should be showing a red “GS” flag (this can be seen in Figure 10.5). This indicates that there is no glideslope signal. Now tune NAV1 to 110.5. The red “GS” flag should disappear. Check for the ident. Sounds lovely, doesn't it? That localizer is going to save your bacon and get you out of this interminable soup. When you tuned into the localizer, you'll also have noticed the ILS needles move. And the OBS? Well, it's useless. Try moving it. No matter how you turn it, the needles don't move in response. That's by design. A localizer is basically a VOR with *one* radial, the approach heading. We don't care about any others, so we don't need an OBS to declare interest in any others. However, it does serve as a useful reminder, so move the OBS to 255, our desired heading.

NAV1 ⇒ 110.5

VOR1 OBS ⇒ 255

¹⁷See https://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_Landing_System for more information.



Rysunek 10.16: Livermore 25R localizer

10.5.8 Intercepting the Localizer

turn right 180° to 210°

intercept localizer

We're now ready to intercept the ILS localizer. When the two minutes on the 30° leg have passed, make your U-turn to the right to 210°. Soon after you complete your turn, the vertical (localizer) needle on the ILS will begin to move. And it will move *fast*, much faster than the ADF and VOR needles did. A localizer is 4 times as sensitive as a VOR, relatively small movements of the aircraft make big changes in the needles. You'll probably overshoot, but don't worry, because we have around 5 or 10 minutes to get things straightened out.

Just remember: don't chase the needles. That mantra is now more important than ever. Those needles are sensitive – if you just turn left when the localizer needle is to the left and right when it's to the right, you'll be flying like a drunken sailor. If you're lucky, the runway will be passing underneath you as you swing across the track for the umpteenth time. Luck, though, is something we should not be relying on. Determine on how the needles are moving before making your move.

slow to 75 knots; drop a notch of flaps; descend to 2800 ft (but no lower). And check for the inbound passage of FOOTO to confirm your position. And pat your head and rub your stomach.

Now that you're heading back inbound at 255°, slow to 75 knots, drop a notch of flaps, and descend to 2800 ft (but no lower). And check for the inbound passage of FOOTO to confirm your position. And pat your head and rub your stomach.

10.5.9 Intercepting the Glide Slope

As we fly towards the runway, don't forget to look at the horizontal needle, the glide-slope needle. When we intercepted the localizer, it should have been high above us, because we were actually under the glide slope. As we levelled out at 2800, the glide slope started coming "down" to us. Eventually, you should see the needle start to move down. When the needle is horizontal, that means you're on the glide slope.¹⁸ And, soon after we intercept the glide slope, we should pass over the outer marker. Several things will happen more or less simultaneously, all of which confirm your position:

¹⁸Maybe. There can be false glideslopes, and FlightGear models these, so we have to make sure we're on the real one. One purpose of the procedure turn is to get you in the correct position, at the correct altitude, to intercept the true glideslope.

1. You'll hear a continuous series of dashes.
2. The blue light labelled "O" above COMM1 will flash.
3. The ADF needle will swing around.

Once on the glideslope, we need to start descending. What's a good rate? It depends on our groundspeed. In our case, we're going at 75 knots (there's almost no wind, so our airspeed and groundspeed are the same), and it turns out that we need to descend at around 400 feet per minute. With the autopilot, that's pretty easy – just dial in -400, and you're set (but remember to reduce power to keep our speed at 75 knots, or you'll hit the runway going pretty fast, and be prepared to adjust things if you drift above or below the glide slope).

Without the autopilot, it's also pretty easy – just reduce power. How much? In this case, with our plane, to around 1700 RPM. Again, it depends on many things – plane, elevation, winds, weight, . . . , so you'll have to adjust things if you see the glide-slope needle start to move up or down. Like the localizer needle though, . . . (are you ready?) **DON'T CHASE IT**. Watch how it's moving, then make your adjustment.

Intercept glideslope;
cross outer marker;
drop second notch
of flaps

Since we're on final approach, you might want to drop a second notch of flaps. This will affect your trim, and you'll have to adjust power a bit as well.

10.5.10 Touchdown, Almost

After all the excitement of the procedure turn, it will seem like a long way down to the runway from the outer marker. There's not much to do but stare at those needles. In fact, you'll probably stare at them like you've never stared at them before. Take a look around at the other gauges too, though – they have useful things to tell you. Is our airspeed okay? We don't want to stall. RPMs about right? If flying manually, you'll want to constantly check the attitude indicator and directional gyro. This being a simulator, we don't have to worry about oil pressure and engine temperature, but you might want to glance over there anyway, just to get into the habit. And I hope you've done things like set the mixture to full rich (you did lean it out while cruising, didn't you?). If you want, you can lower the flaps completely as you get closer.

10.5.11 A Confession

I've actually made you do more work than you have to. We've been using the autopilot as a fancy steering wheel, but it's capable of more than that. You may have noticed that the autopilot has some buttons I haven't explained – NAV, APR, and REV. Well, using those buttons, the autopilot can:

NAV: Track a VOR radial.

APR: Do a direct ILS approach, tracking both the localizer *and* the glideslope.

REV: Intercept the ILS before the procedure turn (ie, head *away* from the localizer).

So, in fact, even more of the work you've done could have been done by the autopilot. After takeoff, you could have asked it to track the 009 radial from SJC all the way to SUNOL in NAV mode; at SUNOL, you could have asked it to fly the "back-course approach" from I-LVK in REV mode; done the procedure turn in HDG mode; finally, tracked the localizer and glideslope in APR mode.

However, I didn't give you this information for two reasons. First, flying by hand (even with the autopilot gently holding your hand, as we've been doing) gives you a better idea of what's happening. Second, the autopilot doesn't behave quite as the official manual says it should for some of these functions – best stick to the features that are known to work well.

10.5.12 Touchdown, Not

Although ILS approaches can get us close to the runway, closer than VFR, NDB, or VOR approaches can, we still need *some* visibility to land,¹⁹ so we need a way to decide if landing is possible or not. That's what the landing minimums section of the procedure plate is for (coloured green in Figure 10.10). In the category labelled "S-ILS 25R" (that's us), you'll see "597-1/2 200(200-1/2)". This tells us that we can track the glide slope down to an altitude of 597 feet (200 ft above the runway). At 597 ft we make our decision – if we can't see the runway, then we have to execute a missed approach. 597 ft is our *decision height* (DH).

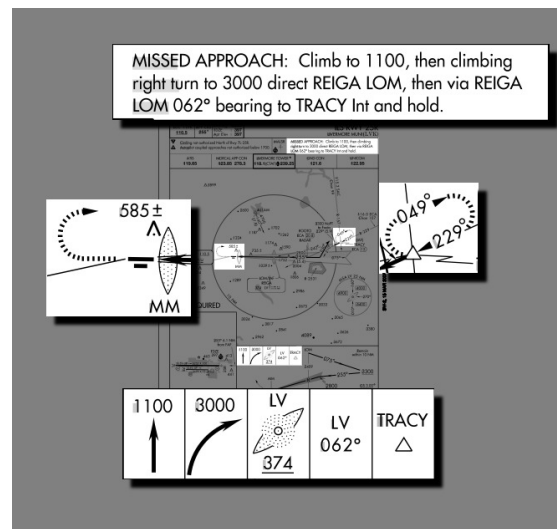
In addition to the altimeter, this particular approach also has another indication that we're close – a middle marker (MM). This marker will sound – in this case, a dot dash series – and the yellow light labelled "M" above COMM1 will flash. Passage over the middle marker should coincide with reaching decision height.²⁰

So, what if you can't see the runway at decision height? As you might have expected, just as you can't land willy-nilly, you can't just go around willy-nilly. There's a Procedure. A Missed Approach Procedure. This is shown in several places on the approach plate (see Figure 10.17): At the top, where it says "MISSED APPROACH", in the plan view, where you can see a dashed arrow coming off the end of the runway and a dashed oval on the right, and in the profile view, where a series of boxes shows graphically what to do. In our case, these all tell us to:

1. Climb straight ahead to 1100 ft
2. Make a climbing right turn to 3000 ft
3. Fly to REIGA
4. Fly outbound from REIGA at 62°
5. Fly a holding pattern at the TRACY intersection

¹⁹Well, unless it's a Category IIIC ILS approach.

²⁰As you may have guessed, the remaining light – white, and labelled "A" – indicates passage of the inner marker. Our approach doesn't have one, but San Francisco's runway 28R does. While passing over it, you should hear a rapid, high-pitched series of dots. Why is it labelled "A" and not "I"? Because in ancient times, it was also used to identify passage over "airway" markers along radio range tracks.



Rysunek 10.17: Missed approach procedure

The holding pattern, as you might have guessed, is a place where you can “park” while sorting things out, and has its own set of procedures and techniques which we won’t go into here, because . . .

10.5.13 Touchdown

In our ideal simulator world, you probably won’t have to execute a missed approach . Assuming you stayed on the glide slope, you should have popped out of the murk at the decision height, and with 800 metre visibility, the runway should have been in view soon after. With the runway in sight, you could then turn wildly to get on course²¹ (it’s very hard to be lined up perfectly) and land “normally” (which for me involves a lot of bouncing around and cursing). Park the plane, then stagger out of the cockpit and have another hamburger!

Sight runway;
disengage autopilot;
cross mid-marker
Land;
eat hamburger

10.6 Epilogue

That was a lot of information in a short time, a rather brutal introduction to ILS flying. Hopefully, instead of turning you off, it has whetted your appetite for more, because there *is* more. Some of the major issues I’ve ignored are:

Wind This is a big one. Flying IFR in a crosswind affects everything you do, and you need to be aware of it or your navigation will suffer.

Flying without the autopilot George tries his best, but he’s not completely trustworthy. You have to be prepared to go it alone.

²¹Remembering, of course, to disengage the autopilot.



Rysunek 10.18: On course, runway in view. We're going to live!

DG precession The directional gyro in the c172p is not perfect. Over time, the values it gives you are less and less reliable – it *precesses*. It needs to be periodically calibrated against the compass (using the OBS knob on the DG to adjust it).

IFR charts We used sectionals, which are really intended for VFR flight. There are a whole set of charts devoted exclusively to IFR flight.

ATC The other people out there need to know what you're doing. As well, they'll probably tell you what to do, including to ignore the approach plate you so fastidiously studied.

SIDs/DPs, Airways, and STARs This tutorial introduced IAPs, which are standard ways to make approaches. In IFR flight, there are standard ways to *leave* airports (Standard Instrument Departures, *SIDs*, or Departure Procedures, *DPs*), standard ways to travel *between* airports (airways), and standard ways to go from airways to IAPs (Standard Terminal Arrival Routes, *STARs*).

Holding Patterns Most missed approaches end in a holding pattern somewhere, so you'd better know how to fly them.

GPS Our Cessna doesn't have a GPS, but nowadays most small planes do, and GPS is rapidly replacing radio-based nav aids.

If you want to learn more, try the following resources:

- [Flight Simulator Navigation](#), written by Charles Wood. It covers everything from basic navigation to ILS approaches, with lots of examples and practice flights to improve your skills. Everything is linked together by an entertaining storyline in which you are the pilot for a fictional charter service.

Two caveats, though. First, it is Microsoft Flight Simulator-based, so you'll have to translate into "FlightGear-ese" as appropriate. Second, it is a bit out of date, and things in the real world have changed since it was written. NDB beacons have been decommissioned, new approaches have replaced old ones – even an airport has disappeared (!). Treat this as a learning opportunity. You'll get better at finding more up to date information, and learn not to blindly trust your charts, just as you have learned not to blindly trust your instruments.

- If you're *really* keen and want to hear it straight from the horse's mouth, there's the official [FAA Instrument Flying Handbook](#). It's big and detailed, and there's *no* interesting storyline in which you're a pilot for a fictional charter service. More documents can be found at their [Aviation Handbooks & Manuals](#) page.
- If you'd like practice deciphering what the instruments are telling you, without the bother flying (or even virtual flying), you can try [luizmonteiro.com](#), which has Flash tutorials of various instruments, including a VOR and an ADF.
- Another simulated instrument site is [Fergo IFR Simulator](#), where you can learn navigation by playing NAVAIDs finding missions.
- If it's navigation information you're after, an excellent site is [AirNav.Com](#), which I've used extensively in the course of this tutorial. It has detailed airport, navaid, and fix information, and links to IAPs. Unfortunately, the information is only for the USA.
- [FlightSim.Com](#) has a very informative series of articles entitled "[How To ... Use Approach Plates](#)". It starts with a *very, very* dense tutorial on how to read an approach plate, then follows with a set of approaches at Kodiak, Alaska. These are an excellent supplement to the approaches given in Charles Wood's *Flight Simulator Navigation* (see above).

Most interesting, though, is section two – "Dangerous Approaches." Approaches at six airports around the world, from Penticton, BC to Kathmandu, Nepal, are described. Fly them if you dare!

Warning – this series is even more Microsoft Flight Simulator focused than Charles Wood's, and some of it is out of date (some outside links are broken, and some of the approaches have changed).

- Also from [FlightSim.Com](#) is "[Golden Argosy](#)", a description of a flight from New York to Rome by Tony Vallillo, an American Airlines 767 captain. It gives some interesting information about navigation that doesn't appear in the other sites mentioned here, such as the North Atlantic Tracks. However, its main appeal is that it gives a good answer to the question "What's it *really* like to be a pilot?" The author's love of flying is evident throughout the article.
- For those who are interested in the ATC side of things, and want information from an authoritative source, check out Michael Oxner's "[Aviation Topic of the Week](#)", a series of articles about flying "in many types of airspaces in many situations." Michael Oxner is a

professional controller and private pilot who obviously can't get enough of airplanes, because in his spare time he's also an on-line controller with VatSim. Particularly interesting are a set of articles describing a complete IFR flight and a complete VFR flight.

Rozdział 11

Poradnik o helikopterach

11.1 Preface

First: in principle everything that applies to real helicopters, applies to *FlightGear*. Fundamental maneuvers are well described here:

<https://www.cybercom.net/~copters/pilot/maneuvers.html>. Some details are simplified in *FlightGear*, in particular the engine handling and some overstresses are not simulated or are without any consequence. In *FlightGear* it is (up to now) not possible to damage a helicopter in flight.



The helicopter flight model of *FlightGear* is quite realistic. The only exceptions are “vortex ring conditions”. These occur if you descend too fast and perpendicularly (without forward speed). The heli can get into its own rotor downwash causing the lift to be substantially reduced. Recovering from this condition is possible only at higher altitudes. On the Internet you can find a video of a Seaking helicopter, which got into this condition during a flight demonstration and touched down so hard afterwards that it was completely destroyed.

For all *FlightGear* helicopters the parameters are not completely optimized and thus the performance data between model and original can deviate slightly. On the hardware side I recommend the use of a “good” joystick. A joystick without springs is recommended because it will not center by itself. You can either remove the spring from a normal joystick, or use a

force feedback joystick, with a disconnected voltage supply. Further, the joystick should have a “thrust controller” (throttle). For controlling the tail rotor you should have pedals or at least a twistable joystick – using a keyboard is hard. *FlightGear* supports multiple joysticks attached at the same time.

11.2 Getting started

The number of available helicopters in *FlightGear* is limited. In my opinion the Bo105 is the easiest to fly, since it reacts substantially more directly than other helicopters. For flight behavior I can also recommend the S76C. The S76C reacts more retarded than the Bo.

Once you have loaded *FlightGear*, take a moment to centralize the controls by moving them around. In particular the collective is often at maximum on startup.



The helicopter is controlled by four functions. The stick (joystick) controls two of them, the inclination of the rotor disc (and thus the inclination of the helicopter) to the right/left and forwards/back. Together these functions are called “cyclic blade control”. Next there is the “collective blade control”, which is controlled by the thrust controller. This causes a change of the thrust produced by the rotor. Since the powering of the main rotor transfers a torque to the fuselage, this must be compensated by the tail rotor. Since the torque is dependent on the collective and on the flight condition as well as the wind on the fuselage, the tail rotor is also controlled by the pilot using the pedals. If you push the right pedal, the helicopter turns to the right (!). The pedals are not a steering wheel. Using the pedals you can yaw helicopter around the vertical axis. The number of revolutions of the rotor is kept constant (if possible) by the aircraft.



11.3 Lift-Off

First reduce the collective to minimum. To increase the rotor thrust, you have to “pull” the collective. Therefore for minimum collective you have to push the control down (that is the full acceleration position (!) of the thrust controller). Equally, “full power” has the thrust controller at idle. Start the engine with `}`. After few seconds the rotor will start to turn and accelerates slowly. Keep the stick and the pedals approximately centered. Wait until the rotor has finished accelerating. For the Bo105 there is an instruments for engine and rotor speed on the left of the upper row.

Once rotor acceleration is complete, pull the collective very slowly. Keep your eye on the horizon. If the heli tilts or turns even slightly, stop increasing the collective and correct the position/movement with stick and pedals. If you are successful, continue pulling the collective (slowly!).

As the helicopter takes off, increase the collective a little bit more and try to keep the helicopter in a leveled position. The main challenge is reacting to the inadvertent rotating motion of the helicopter with the correct control inputs. Only three things can help you: practice, practice and practice. It is quite common for it to take hours of practice to achieve a halfway good looking hovering flight. Note: The stick position in a stable hover is not the center position of the joystick.

11.4 In the air

To avoid the continual frustration of trying to achieve level flight, you may want to try forward flight. After take off continue pulling the collective a short time and then lower the nose a slightly using the control stick. The helicopter will accelerate forward. With forward speed the tail rotor does not have to be controlled as precisely due to the relative wind coming from directly ahead. Altogether the flight behavior in forward flight is quite similar to that of an badly trimmed airplane. The “neutral” position of the stick will depend upon airspeed and collective.

Transitioning from forward flight to hovering is easiest if you reduce speed slowly by raising the nose of the helicopter. At the same time, reduce the collective to stop the helicopter from climbing. As the helicopter slows, “translation lift” is reduced, and you will have to compensate

by pulling the collective. When the speed is nearly zero, lower the nose to the position it was when hovering. Otherwise the helicopter will accelerate backwards!

11.5 Back to Earth I

To land the helicopter transition to a hover as described above while reducing the altitude using the collective. Briefly before hitting the ground reduce the rate of descent slowly. A perfect landing is achieved if you managed to zero the altitude, speed and descent rate at the same time (gently). However, such landing are extremely difficult. Most pilots perform a hover more or less near to the ground and then decent slowly to the ground. Landing with forward velocity is easier, however you must make sure you don't land with any lateral (sideways) component to avoid a rollover.



11.6 Back to Earth II

It is worth mentioning autorotation briefly. This is a unpowered flight condition, where the flow of air through the rotors rotates the rotor itself. At an appropriate altitude select a landing point (at first in the size of a larger airfield) and then switch the engine off by pressing `{`. Reduce collective to minimum, place the tail rotor to approximately 0° incidence (with the `Bo` push the right pedal about half, with `As350` the left). Approach at approximately 80 knots. Don't allow the rotor speed to rise more than a few percent over 100 %, otherwise the rotor will be damaged (though this is not currently simulated). As you reach the ground, reduce the airspeed by lifting the nose. The descent rate will drop at the same time, so you do not need to pull the collective. It may be the case that the rotor speed rises beyond the permitted range. Counteract this by raising the collective if required. Just above the ground, reduce the descent rate by pulling the collective. The goal is it to touch down with a very low descent rate and no forward speed. With forward speed it is easier, but there is a danger of a roll over if the skids are not aligned parallel to the flight direction. During the approach it is not necessary to adjust the tail rotor, since without power there is almost no torque. If you feel (after some practice), that autorotation is too easy, try it with a more realistic payload via the `payload` menu.



Część IV

Załączniki

Dodatek A

Nieudane podejście: jeśli coś nie działa

In the following section, we tried to sort some problems according to operating system, but if you encounter a problem, it may be a wise idea to look beyond “your” operating system – just in case. If you are experiencing problems, we would strongly advise you to first check the FAQ maintained by Cameron Moore at:

https://wiki.flightgear.org/Frequently_asked_questions.

Moreover, the source code contains a directory `docs-mini` containing numerous ideas on and solutions to special problems. This is also a good place to go for further reading.

A.1 FlightGear Problem Reports

The best place to look for help is generally the mailing lists, specifically the **[Flightgear-User]** mailing list. If you happen to be running a Git version of *FlightGear*, you may want to subscribe to the **[Flightgear-Devel]** list. Instructions for subscription can be found at:

https://wiki.flightgear.org/Mailing_lists.

It is often the case that someone has already dealt with the issue you are dealing with, so it may be worth your time to search the mailing list archives at:

https://sourceforge.net/mailarchive/forum.php?forum_name=flightgear-users
https://sourceforge.net/mailarchive/forum.php?forum_name=flightgear-devel.

You should also consider searching the FlightGear forums for help, instructions and archives at:

<https://forum.flightgear.org>.

There are numerous developers and users reading those lists and forums, so questions are generally answered. However, messages of the type *FlightGear does not compile on my system. What shall I do?* are hard to answer without any further detail given, aren't they? Here are some things to consider including in your message when you report a problem:

- **Operating system:** (Linux Fedora 17.../Windows Seven 64 bits...)
- **Computer:** (Pentium Dual Core, 2.3 GHz...)
- **Graphics board/chip:** (ATI Radeon HD 770 XT/NVidia GeForce GTX 590...)
- **Compiler/version:** (GCC version 4.6.3...)
- **Versions of relevant libraries:** (PLIB 1.8.5, OpenSceneGraph 3.0.1...)
- **Type of problem:** (Linker dies with message...)
- **Steps to recreate the problem:** Start at KSFO, turn off brakes ...

In order to analyze what happened during the last *FlightGear* session, the following command can be used (the `~/fgfs` path corresponds to `$FG_HOME` on Unix-type systems; it needs to be adapted on other systems, or you can use option `--log-dir` to make *FlightGear* write the log elsewhere):

```
less ~/fgfs/fgfs.log
```

The default log level is `info`; it corresponds to the `fgfs` option `--log-level=info`. If you pass option `--log-level=debug` to `fgfs`, *FlightGear* will write a lot more messages to its log file.

Some messages, *a priori* originating from *FlightGear*'s dependencies, aren't written to the log file. One way to capture all messages directly or indirectly coming from *FlightGear*, is to redirect its standard output and standard error streams:

```
fgfs --log-level=debug >log.txt 2>&1
```

One final remark: please avoid posting binaries to these lists or forums! List subscribers are widely distributed, and some users have low bandwidth and/or metered connections. Large messages may be rejected by the mailing list administrator. Thanks.

A.2 General problems

- *FlightGear* runs SOOO slow.
When *FlightGear* indicates that it is running with something like 1-fps (frame per second) or below you typically don't have working hardware-OpenGL support. There may be several reasons for this. First, there may be no OpenGL hardware drivers available for older cards. In this case it is highly recommended to get a new board.

Second, check if your drivers are properly installed. Several cards need additional OpenGL support drivers besides the "native" windows ones.

- Either the `configure` or the `make` script display errors due to missing *PLIB* headers or libraries. Ensure you have the latest version of *PLIB* compiled and installed. The headers, like `puAux.h`, have to be within a `plib` subfolder (e.g. `/usr/include/plib`) and its libraries, like `libplibpu.a`, are typically at `/lib`. Double-check that there is not a second set of *PLIB* headers and libraries sitting elsewhere! Check carefully the error messages of `configure`. In several cases, it specifies what is missing.

A.3 Potential problems under Linux

Since we don't have access to all possible flavors of Linux distributions, here are some thoughts on possible causes of problems. (This Section includes contributions by Kai Troester.)

- Wrong library versions
This is a rather common cause of grief especially when you prefer to install the libraries needed by *FlightGear* by hand. Be sure that especially the Mesa library contains support for the 3DFX board and that GLIDE libraries are installed and can be found. If a `ldd` which `fgfs`` complains about missing libraries you are in trouble.

You should also be sure to *always* keep the *latest* version of *PLIB* on your system. Lots of people have failed miserably to compile *FlightGear* just because of an outdated `plib`.

- Missing permissions
In case you are using XFree86 before release 4.0 the *FlightGear* binary may need to be setuid root in order to be capable of accessing some accelerator boards (or a special kernel module as described earlier in this document) based on 3DFX chips. So you can either issue a

```
chown root.root /usr/local/bin/fgfs ;  
chmod 4755 /usr/local/bin/fgfs
```

to give the *FlightGear* binary the proper rights or install the 3DFX module. The latter is the “clean” solution and strongly recommended!

- Non-default install options
FlightGear will display a lot of diagnostics while starting up. If it complains about bad looking or missing files, check that you installed them in the way they are supposed to be installed (i.e. with the latest version and in the proper location). The canonical location *FlightGear* wants its data files under `/usr/local/lib`. Be sure to grab the latest versions of everything that might be needed!
- Compile problems in general
Make sure you have the latest (official) version of `gcc`. Old versions of `gcc` are a frequent source of trouble! On the other hand, some versions of the RedHat 7.0 reportedly have certain problems compiling *FlightGear* as they include a preliminary version of `gcc`.

A.4 Potential problems under Windows

- The executable refuses to run.

You may have tried to start the executable directly either by double-clicking `fgfs.exe` in Windows Explorer or by invoking it within a MS-DOS shell. Double-clicking via Explorer never works (unless you set the environment variable `$FG_ROOT` in `autoexec.bat` or otherwise). Rather double-click `fgrun`. For more details, check Chapter 4.

Another cause of grief might be that you did not download the most recent versions of the base package files required by *FlightGear*, or you did not download any of them at all. Have a close look at this, as the scenery/texture format is still under development and may change frequently. For more details, check Chapter 3.

Next, if you run into trouble at runtime, do not use Windows utilities for unpacking the `.tar.gz`. If you did, try it in the Cygnus shell with `tar xvfz` instead.

- *FlightGear* ignores the command line parameters.

There can be a problem with passing command line options containing a "=" on the command line. Instead create a batch job to include your options and run that instead.

- I am unable to build *FlightGear* under MSVC/MS DevStudio.

By default, *FlightGear* is build with GNU GCC. The Win32 port of GNU GCC is known as Cygwin. For hints on *Makefiles* required for MSVC or MSC DevStudio have a look into:

https://wiki.flightgear.org/Building_using_CMake_-_Windows.

In principle, it should be possible to compile *FlightGear* with the project files provided with the source code.

- Compilation of *FlightGear* dies.

There may be several reasons for this, including true bugs. However, before trying to do anything else or report a problem, make sure you have the latest version of the *Cygwin* compiler. In case of doubt, start `setup.exe` anew and download and install the most recent versions of bundles as they possibly may have changed.

Dodatek B

Lądowanie: Dalsze przemyślenia przed opuszczeniem samolotu

B.1 A Sketch on the History of *FlightGear*

History may be a boring subject. However, from time to time there are people asking for the history of *FlightGear*. As a result, we'll give a short outline.

The *FlightGear* project goes back to a discussion among a group of net citizens in 1996 resulting in a proposal written by David Murr who, unfortunately, dropped out of the project (as well as the net) later. The original proposal is still available and can be found under:

https://groups.google.com/g/rec.aviation.simulators/c/ny8HFBE5_T8/m/OdtliGNGJc8J.

Although the names of the people and several of the details have changed over time, the spirit of that proposal has clearly been retained up to the present time.

Actual coding started in the summer of 1996 and by the end of that year essential graphics routines were completed. At that time, programming was mainly performed and coordinated by Eric Korpela from Berkeley University. Early code ran under Linux as well as under DOS, OS/2, Windows 95/NT, and Sun-OS. This was found to be quite an ambitious project as it involved, among other things, writing all the graphics routines in a system-independent way entirely from scratch.

Development slowed and finally stopped in the beginning of 1997 when Eric was completing his thesis. At this point, the project seemed to be dead and traffic on the mailing list went down to nearly nothing.

It was Curt Olson from the University of Minnesota who re-launched the project in the middle of 1997. His idea was as simple as it was powerful: Why invent the wheel a second time? There have been several free flight simulators available running on workstations under different flavors of UNIX. One of these, LaRCsim (developed by Bruce Jackson from NASA), seemed to be well suited to the approach. Curt took this one apart and re-wrote several of the routines such as to make them build as well as run on the intended target platforms. The key idea in doing so was to exploit a system-independent graphics platform: OpenGL.

In addition, a clever decision on the selection of the basic scenery data was made in the

very first version. *FlightGear* scenery is created based on satellite data published by the U. S. Geological Survey. These terrain data are available from:

<https://www.usgs.gov/core-science-systems/ngp/tnm-delivery/gis-data-download>

for the U.S., and

<https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-30-arc-second-elevati>

resp., for other countries. Those freely accessible scenery data, in conjunction with scenery building tools included with *FlightGear*, are an important feature enabling anyone to create his or her own scenery.

This new *FlightGear* code – still largely being based on the original LaRCsim code – was released in July 1997. From that moment the project gained momentum again. Here are some milestones in the more recent development history.

B.1.1 Scenery

- Texture support was added by Curt Olson in spring 1998. This marked a significant improvement in terms of reality. Some high-quality textures were submitted by Eric Mitchell for the *FlightGear* project. Another set of high-quality textures was added by Erik Hofman ever since.
- After improving the scenery and texture support frame rate dropped down to a point where *FlightGear* became unflyable in spring 1998. This issue was resolved by exploiting hardware OpenGL support, which became available at that time, and implementing view frustum culling (a rendering technique that ignores the part of the scenery not visible in a scene), done by Curt Olson. With respect to frame rate one should keep in mind that the code, at present, is in no way optimized, which leaves room for further improvements.
- In September 1998 Curt Olson succeeded in creating a complete terrain model for the U.S. The scenery is available worldwide now, via a clickable map at:

<https://www.flightgear.org/download/scenery>.

- Scenery was further improved by adding geographic features including lakes, rivers, and coastlines later. Textured runways were added by Dave Cornish in spring 2001. Light textures add to the visual impression at night. To cope with the constant growth of scenery data, a binary scenery format was introduced in spring 2001. Runway lighting was introduced by Curt Olson in spring 2001. Finally, a completely new set of scenery files for the whole world was created by William Riley based on preparatory documentation by David Megginson in summer 2002. This is based on a data set called VMap0 as an alternative to the GSHHS data used so far. This scenery is a big improvement as it has world wide coverage of main streets, rivers, etc., while it's downside are much less accurate coast lines. *FlightGear*'s base scenery is based on these new scenery files since summer 2002.

- There was support added for static objects to the scenery in 2001, which permits placing buildings, static planes, trees and so on in the scenery.
- The world is populated with random ground objects with appropriate type and density for the local ground cover type since summer 2002. This marks a major improvement of reality and is mainly thanks to work by D. Megginson.
- Today, the effort is still going on, with the use of *TerraSync*, the tool for on-the-fly scenery download, the powerful mapserver and scenemodels infrastructure laying behind, as well as webforms enabling to quickly add or update objects. Scenery generation tools have been updated in order to use more accurate data such as the 8.50 apt.dat format, as well as external data such as OpenStreetMap, when the licence is adequate.

B.1.2 Aircraft

- A HUD (head-up display) was added based on code provided by Michele America and Charlie Hotchkiss in the fall of 1997 and was improved later by Norman Vine. While not generally available for real Cessna 172, the HUD conveniently reports the actual flight performance of the simulation and may be of further use in military jets later.
- A rudimentary autopilot implementing heading hold was contributed by Jeff Goeke-Smith in April 1998. It was improved by the addition of an altitude hold and a terrain following switch in October 1998 and further developed by Norman Vine later.
- Friedemann Reinhard developed early instrument panel code, which was added in June 1998. Unfortunately, development of that panel slowed down later. Finally, David Megginson decided to rebuild the panel code from scratch in January 2000. This led to a rapid addition of new instruments and features to the panel, resulting in nearly all main instruments being included until spring 2001. A handy minipanel was added in summer 2001.
- Finally, LaRCsims Navion was replaced as the default aircraft when the Cessna 172 was stable enough in February 2000 – a move most users will welcome. There are now several flight model and airplane options to choose from at runtime. Jon Berndt has invested a lot of time in a more realistic and versatile flight model with a more powerful aircraft configuration method. *JSBSim*, as it has come to be called, did replace LaRCsim as the default flight dynamics model (FDM), and it is planned to include such features as fuel slosh effects, turbulence, complete flight control systems, and other features not often found all together in a flight simulator. As an alternative, Andy Ross added another flight dynamics model called *YASim* (Yet Another Flight Dynamics Simulator) which aims at simplicity of use and is based on fluid dynamics, by the end of 2001. This one bought us flight models for a 747, an A4, and a DC-3. Alternatively, a group around Michael Selig from the UIUC group provided another flight model along with several planes since around 2000.

- A fully operational radio stack and working radios were added to the panel by Curt Olson in spring 2000. A huge database of Nav aids contributed by Robin Peel allows IFR navigation since then. There was basic ATC support added in fall 2001 by David Luff. This is not yet fully implemented, but displaying ATIS messages is already possible. A magneto switch with proper functions was added at the end of 2001 by John Check and David Megginson . Moreover, several panels were continually improved during 2001 and 2002 by John and others. *FlightGear* now allows flying ILS approaches and features a Bendix transponder.
- In 2002 functional multi-engine support found its way into *FlightGear*. *JSBSim* is now the default FDM in *FlightGear*.
- Support of “true” 3D panels became stable via contributions from John Check and others in spring 2002. In addition, we got movable control surfaces like propellers etc., thanks to David Megginson.

B.1.3 Environment

- The display of sun, moon and stars have been a weak point for PC flight simulators for a long time. It is one of the great achievements of *FlightGear* to include accurate modeling and display of sun, moon, and planets very early. The corresponding astronomy code was implemented in fall 1997 by Durk Talsma.
- Christian Mayer, together with Durk Talsma, contributed weather code in the winter of 1999. This included clouds, winds, and even thunderstorms.

B.1.4 User Interface

- The foundation for a menu system was laid based on another library, the Portable Library *PLIB*, in June 1998. After having been idle for a time, the first working menu entries came to life in spring 1999.

PLIB underwent rapid development later. It has been distributed as a separate package by Steve Baker with a much broader range of applications in mind, since spring 1999. It has provided the basic graphics rendering engine for *FlightGear* since fall 1999.

- In 1998 there was basic audio support, i. e. an audio library and some basic background engine sound. This was later integrated into the above-mentioned portable library, *PLIB*. This same library was extended to support joystick/yoke/rudder in October 1999, again marking a huge step in terms of realism. To adapt on different joystick, configuration options were introduced in fall 2000. Joystick support was further improved by adding a self detection feature based on xml joystick files, by David Megginson in summer 2002.

- Networking/multiplayer code has been integrated by Oliver Delise and Curt Olson starting fall 1999. This effort is aimed at enabling *FlightGear* to run concurrently on several machines over a network, either an Intranet or the Internet, coupling it to a flight planner running on a second machine, and more. There emerged several approaches for remotely controlling *FlightGear* over a Network during 2001. Notably there was added support for the “Atlas” moving map program. Besides, an embedded HTTP server developed by Curt Olson late in 2001 can now act a property manager for external programs.
- Manually changing views in a flight simulator is in a sense always “unreal” but nonetheless required in certain situations. A possible solution was supplied by Norman Vine in the winter of 1999 by implementing code for changing views using the mouse. Alternatively, you can use a hat switch for this purpose, today.
- A property manager was implemented by David Megginson in fall 2000. It allows parsing a file called `.fgfsrc` for input options. This plain ASCII file has proven useful in submitting the growing number of input options, and notably the joystick settings. This has shown to be a useful concept, and joystick, keyboard, and panel settings are no longer hard coded but set using `*.xml` files since spring 2001 thanks to work mainly by David Megginson and John Check.

During development there were several code reorganization efforts. Various code subsystems were moved into packages. As a result, code is organized as follows at present:

The base of the graphics engine is **OpenGL**, a platform independent graphics library. Based on OpenGL, the Portable Library *PLIB* provides basic rendering, audio, joystick etc routines. Based on *PLIB* is *SimGear*, which includes all of the basic routines required for the flight simulator as well as for building scenery. On top of *SimGear* there are (i) *FlightGear* (the simulator itself), and (ii) *TerraGear*, which comprises the scenery building tools.

This is by no means an exhaustive history and most likely some people who have made important contributions have been left out. Besides the above-named contributions there was a lot of work done concerning the internal structure by: Jon S. Berndt, Oliver Delise, Christian Mayer, Curt Olson, Tony Peden, Gary R. Van Sickle, Norman Vine, and others. A more comprehensive list of contributors can be found in Chapter B as well as in the `Thanks` file provided with the code. Also, the *FlightGear* Wiki contains a detailed history worth reading of all of the notable development milestones at

https://wiki.flightgear.org/Category:FlightGear_changelogs

B.2 Those, who did the work

Did you enjoy the flight? In case you did, don’t forget those who devoted hundreds of hours to that project. All of this work is done on a voluntary basis within spare time, thus bare with the programmers in case something does not work the way you want it to. Instead, sit down and write them a kind (!) mail proposing what to change. Alternatively, you can subscribe to the

FlightGear mailing lists and contribute your thoughts there. Instructions to do so can be found at

https://wiki.flightgear.org/Mailing_lists.

Essentially there are two lists, one of which being mainly for the developers and the other one for end users. Besides, there is a very low-traffic list for announcements.

The following names the people who did the job (this information was essentially taken from the file `Thanks` accompanying the code).

A1 Free Sounds

Granted permission for the *FlightGear* project to use some of the sound effects from their site.

Syd Adams

Added clipping for 2D instruments, ATC volume control and created a wide variety of aircraft.

Raul Alonzo

Mr. Alonzo is the author of `Ssystem` and provided his kind permission for using the moon texture. Parts of his code were used as a template when adding the texture. `Ssystem` Homepage can be found at:

<http://openuniverse.sourceforge.net>

Michele America

Contributed to the HUD code.

Michael Basler

Author of Installation and Getting Started. Flight Simulation Page at:

<https://www.flusi.info>

Jon S. Berndt

Working on a complete C++ rewrite/reimplimentation of the core FDM. Initially he is using X15 data to test his code, but once things are all in place we should be able to simulate arbitrary aircraft. Jon maintains a page dealing with Flight Dynamics at:

<http://jsbsim.sourceforge.net/>

Special attention to X15 is paid in separate pages on this site. Besides, Jon contributed via a lot of suggestions/corrections to this Guide.

Paul Bleisch

Redid the debug system so that it would be much more flexible, so it could be easily disabled for production system, and so that messages for certain subsystems could be selectively enabled. Also contributed a first stab at a config file/command line parsing system.

Jim Brennan

Provided a big chunk of online space to store USA scenery for *FlightGear*!

Bernie Bright

Many C++ style, usage, and implementation improvements, STL portability and much, much more. Added threading support and a threaded tile pager.

Stuart Buchanan

Updated various parts of the manual, wrote the initial tutorial subsystem, developed random vegetation and buildings.

Bernhard H. Buckel

Contributed the README.Linux. Contributed several sections to earlier versions of Installation and Getting Started.

Gene Buckle

A lot of work getting *FlightGear* to compile with the MSVC++ compiler. Numerous hints on detailed improvements.

Ralph Carmichael

Support of the project. The Public Domain Aeronautical Software web site at

<https://www.pdas.com/>

has the PDAS CD-ROM for sale containing great programs for aeronautical engineers.

Didier Chauveau

Provided some initial code to parse the 30 arcsec DEM files found at:

<https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-30-arc-second-elevation-gtop>

John Check

John maintains the base package CVS repository. He contributed cloud textures, wrote an excellent Joystick Howto as well as a panel Howto. Moreover, he contributed new instrument panel configurations.

Dave Cornish

Dave created new cool runway textures plus some of our cloud textures.

Oliver Delise

Started a FAQ, Documentation, Public relations. Working on adding some networking/multi-user code. Founder of the FlightGear MultiPilot

Jean-Francois Doue

Vector 2D, 3D, 4D and Matrix 3D and 4D inlined C++ classes. (Based on Graphics Gems IV, Ed. Paul S. Heckbert)

https://www.animats.com/simpleppp/ftp/public_html/topics/developers.html

Dave Eberly

Contributed some sphere interpolation code used by Christian Mayer's weather data base system.

Francine Evans

Wrote the GPL'd tri-striper we use.

<https://www3.cs.stonybrook.edu/~stripe/>

Oscar Everitt

Created single engine piston engine sounds as part of an F4U package for FS98. They are pretty cool and Oscar was happy to contribute them to our little project.

Bruce Finney

Contributed patches for MSVC5 compatibility.

Olaf Flebbe

Improved the build system for Windows and provided pre-built dependencies.

Melchior Franz

Contributed joystick hat support, a LED font, improvements of the telnet and the http interface. Notable effort in hunting memory leaks in *FlightGear*, *SimGear*, and *JSBSim*.

Jean-loup Gailly and Mark Adler

Authors of the zlib library. Used for on-the-fly compression and decompression routines, <https://zlib.net>.

Mohit Garg

Contributed to the manual.

Thomas Gellekum

Changes and updates for compiling on FreeBSD.

Neetha Girish

Contributed the changes for the xml configurable HUD.

Jeff Goeke-Smith

Contributed our first autopilot (Heading Hold). Better autoconf check for external timezone and daylight variables.

Michael I. Gold

Patently answered questions on OpenGL.

Habibe

Made RedHat package building changes for SimGear.

Mike Hill

For allowing us to concert and use his wonderful planes for *FlightGear*.

Erik Hofman

Major overhaul and parameterization of the sound module to allow aircraft-specific sound configuration at runtime. Contributed SGI IRIX support (including binaries) and some really great textures.

Charlie Hotchkiss

Worked on improving and enhancing the HUD code. Lots of code style tips and code tweaks.

Bruce Jackson (NASA)

Developed the LaRCsim code under funding by NASA which we use to provide the flight model. Bruce has patiently answered many, many questions.

Maik Justus

Added helicopter support, gear/ground interaction and aerotow/winch support to the YASim FDM.

Ove Kaaven

Contributed the Debian binary.

Richard Kaszeta

Contributed screen buffer to ppm screen shot routine. Also helped in the early development of the "altitude hold autopilot module" by teaching Curt Olson the basics of Control Theory and helping him code and debug early versions. Curt's BossBob Hain also contributed to that. Further details available at:

["Flight Gear Autopilot: Altitude Hold Module" on archive.org](http://www.archive.org)¹.

Rich's Homepage is at

<http://www.kaszeta.org/rich/>

Tom Knienieder

Ported the audio library first to OpenBSD and IRIX and after that to Win32.

Reto Koradi

Helped with setting up fog effects.

Bob Kuehne

Redid the Makefile system so it is simpler and more robust.

Kyler B Laird

Contributed corrections to the manual.

David Luff

Contributed heavily to the IO360 piston engine model.

Sam van der Mac

Contributed to The Manual by translating HTML tutorials to Latex.

Christian Mayer

Working on multi-lingual conversion tools for fgfs as a demonstration of technology. Contributed code to read Microsoft Flight Simulator scenery textures. Christian is working on a completely new weather subsystem. Donated a hot air balloon to the project.

David Megginson

Contributed patches to allow mouse input to control view direction yoke. Contributed financially towards hard drive space for use by the flight gear project. Updates to README.running. Working on getting fgfs and ssg to work without textures. Also added the new 2-D panel and the save/load support. Further, he developed new panel code, playing better with OpenGL, with new features. Developed the property manager and contributed to joystick support. Random ground cover objects

¹<https://web.archive.org/web/20030803143303/http://www.menet.umn.edu:80/~curt/fgfs/Docs/Autopilot/AltitudeHold/AltitudeHold.html>

Cameron Moore

FAQ maintainer. Reigning list administrator. Provided man pages.

Eric Mitchell

Contributed some topnotch scenery textures being all original creations by him.

Anders Morken

Former maintainer of European web pages.

Alan Murta

Created the Generic Polygon Clipping library.

https://en.wikipedia.org/wiki/General_Polygon_Clipper

Phil Nelson

Author of GNU dbm, a set of database routines that use extendible hashing and work similar to the standard UNIX dbm routines.

Alexei Novikov

Created European Scenery. Contributed a script to turn fgfs scenery into beautifully rendered 2-D maps. Wrote a first draft of a Scenery Creation Howto.

Curt Olson

Primary organization of the project.

First implementation and modifications based on LaRCsim.

Besides putting together all the pieces provided by others mainly concentrating on the scenery subsystem as well as the graphics stuff.

Brian Paul

We made use of his TR library and of course of Mesa:

<https://www.ssec.wisc.edu/~billh/bp/TR.html>, <https://www.mesa3d.org>

Tony Peden

Contributions on flight model development, including a LaRCsim based Cessna 172. Contributed to *JSBSim* the initial conditions code, a more complete standard atmosphere model, and other bugfixes / additions.

Robin Peel

Maintains worldwide airport and runway database for *FlightGear* as well as X-Plane.

Alex Perry

Contributed code to more accurately model VSI, DG, Altitude. Suggestions for improvements of the layout of the simulator on the mailing list and help on documentation.

Friedemann Reinhard

Development of an early textured instrument panel.

Petter Reinholdtsen

Incorporated the GNU automake/autoconf system (with libtool). This should streamline and standardize the build process for all UNIX-like platforms. It should have little effect on IDE type environments since they don't use the UNIX make system.

William Riley

Contributed code to add "brakes". Also wrote a patch to support a first joystick with more than 2 axis. Did the job to create scenery based on VMap0 data.

Andy Ross

Contributed a new configurable FDM called *YASim* (Yet Another Flight Dynamics Simulator, based on geometry information rather than aerodynamic coefficients.

Paul Schlyter

Provided Durk Talsma with all the information he needed to write the astro code. Mr. Schlyter is also willing to answer astro-related questions whenever one needs to.

<https://stjarnhimlen.se/english.php>

Chris Schoeneman

Contributed ideas on audio support.

Phil Schubert

Contributed various textures and engine modeling.

Jonathan R. Shewchuk

Author of the Triangle program. Triangle is used to calculate the Delauney triangulation of our irregular terrain.

Gordan Sikic

Contributed a Cherokee flight model for LaRCsim. Currently is not working and needs to be debugged. Use configure `--with-flight-model=cherokee` to build the cherokee instead of the Cessna.

Michael Smith

Contributed cockpit graphics, 3D models, logos, and other images. Project Bonanza

Martin Spott

Co-Author of The Manual.

Jon Stockill

Maintains a database of objects and their location to populate the worldwide scenery.

Durk Talsma

Accurate Sun, Moon, and Planets. Sun changes color based on position in sky. Moon has correct phase and blends well into the sky. Planets are correctly positioned and have proper magnitude. Help with time functions, GUI, and other things. Contributed 2-D cloud layer. Website at

<http://www.durktalsma.nl>.

UIUC – Department of Aeronautical and Astronautical Engineering

Contributed modifications to LaRCsim to allow loading of aircraft parameters from a file. These modifications were made as part of an icing research project.

Those did the coding and made it all work:

Jeff Scott

Bipin Sehgal
Michael Selig

Moreover, those helped to support the effort:

Jay Thomas
Eunice Lee
Elizabeth Rendon
Sudhi Uppuluri

U. S. Geological Survey

Provided geographic data used by this project.

<https://www.usgs.gov/core-science-systems/ngp/tnm-delivery/gis-data-download>

Mark Vallevand

Contributed some METAR parsing code and some win32 screen printing routines.

Gary R. Van Sickle

Contributed some initial GameGLUT support and other fixes. Has done preliminary work on a binary file format.

Norman Vine

Provided numerous URL's to the FlightGear Community. Many performance optimizations throughout the code. Many contributions and much advice for the scenery generation section. Lots of Windows related contributions. Contributed wgs84 distance and course routines. Contributed a great circle route autopilot mode based on wgs84 routines. Many other GUI, HUD and autopilot contributions. Patch to allow mouse input to control view direction. Ultra hires tiled screen dumps. Contributed the initial `goto airport` and `reset` functions and the initial http image server code

Roland Voegtli

Contributed great photorealistic textures. Founder of European Scenery Project for X-Plane.

Carmelo Volpe

Porting *FlightGear* to the Metro Works development environment (PC/Mac).

Darrell Walisser

Contributed a large number of changes to porting *FlightGear* to the Metro Works development environment (PC/Mac). Finally produced the first Macintosh port. Contributed to the Mac part of Getting Started, too.

Ed Williams

Contributed magnetic variation code (impliments Nima WMM 2000). We've also borrowed from Ed's wonderful aviation formulary at various times as well. Website at:

<https://edwilliams.org>

Jim Wilson

Wrote a major overhaul of the viewer code to make it more flexible and modular. Contributed

many small fixes and bug reports. Contributed to the PUI property browser and to the autopilot.

Jean-Claude Wippler

Author of MetaKit – a portable, embeddible database with a portable data file format previously used in *FlightGear*. Please see the following URL for more info:

<https://www.equi4.com/metakit/>

Woodsoup Project

While *FlightGear* no longer uses Woodsoup services we appreciate the support provided to our project during the time they hosted us. Once upon a time, they provided computing resources and services so that the *FlightGear* project could have a real home.

Robert Allan Zeh

Helped tremendously in figuring out the Cygnus Win32 compiler and how to link with dll's. Without him the first run-able Win32 version of *FlightGear* would have been impossible.

Others

The following individuals have contributed to the scenery object database: Jon Stockill, Martin Spott, Dave Martin, Thomas Foerster, Chris Metzler, Frederic Bouvier, Melchior Franz, Roberto Inzerillo, Erik Hofman, Mike Round, Innis Cunningham, David Megginson, Stuart Buchanan, Josh Babcock, Esa Hyytia, Mircea Lutic, Jens Thoms Toerring, Mark Akermann, Torsten Dreyer, Martin C. Doege, Alexis Bory, Sebastian Bechtold, Julien Pierru, Bertrand Augras, Gerard Robin, Jakub Skibinski, Morten Oesterlund Joergensen, Carsten Vogel, Dominique Lemesre, Daniel Leygnat, Bertrand Gilot, Morten Skyt Eriksen, Alex Bamesreiter, Oliver Predelli, Georg Vollnhals, and Paul Richter.

B.3 What remains to be done

If you read (and, maybe, followed) this guide up to this point you may probably agree: *FlightGear* even in its present state, is not at all for the birds. It is already a flight simulator which supports even several selectable flight models, several planes with panels and even a HUD, terrain scenery, texturing, all the basic controls and weather.

Despite, *FlightGear* needs – and gets – further development. Except internal tweaks, there are several fields where *FlightGear* needs basics improvement and development. A first direction is adding airports, buildings, and more of those things bringing scenery to real life and belonging to realistic airports and cities. Another task is further implementation of the menu system, which should not be too hard with the basics being working now. A lot of options at present set via command line or even during compile time should finally make it into menu entries. Finally, *FlightGear* lacks any ATC until now.

There are already people working in all of these directions. If you're a programmer and think you can contribute, you are invited to do so.

Acknowledgements

Obviously this document could not have been written without all of the contributors mentioned above for making *FlightGear* a reality.

First, I was very glad to see Martin Spott entering the documentation effort. Martin provided not only several updates and contributions (notably in the OpenGL section) on the Linux side of the project but also several general ideas on the documentation in general.

I would like to express a special thanks to Curt Olson, whose numerous scattered READ.MEs, Thanks, Webpages, and personal eMails were of special help to me and were freely exploited in the making of this booklet.

Next, Bernhard Buckel wrote several sections of early versions of that Guide and contributed at lot of ideas to it.

Jon S. Berndt supported me by critical proofreading of several versions of the document, pointing out inconsistencies and suggesting improvements.

Moreover, I gained a lot of help and support from Norman Vine. Maybe, without Norman's answers I would have never been able to tame different versions of the *Cygwin – FlightGear* couple.

We were glad, our Mac expert Darrell Walisser contributed the section on compiling under Mac OS X. In addition he submitted several Mac related hints and fixes.

Further contributions and donations on special points came from John Check, (general layout), Oliver Delise (several suggestions including notes on that chapter), Mohit Garg (OpenGL), Kyler B. Laird (corrections), Alex Perry (OpenGL), Kai Troester (compile problems), Dave Perry (joystick support), and Michael Selig (UIUC models).

Besides those whose names got lost withing the last-minute-trouble we'd like to express our gratitude to the following people for contributing valuable 'bug fixes' to this version of The FlightGear Manual (in random order): Cameron Moore, Melchior Franz, David Megginson, Jon Berndt, Alex Perry,, Dave Perry, Andy Ross, Erik Hofman, and Julian Foad.

Dodatek C

Indeks główny

Symbols

.fgfsrc, 32, 197

Numbers

3D panels, 196

3DFX, 191

A

A1 Free Sounds, 198

Adams, Syd, 198

ADF, 113

Adler, Mark, 200

Aeronautical Information Manual, 78

AI, 59

airport, 205

Airwave Xtreme 150, 19

Alonzo, Raul, 198

Altimeter, 143

America, Michele, 195, 198

astronomy code, 196

ATC, 196, 205

ATIS, 139

ATIS messages, 196

Atlas, 67, 197

audio library, 201

audio support, 196

auto-koordynację, 34

automatyczna koordynacja, 112

automatyczna przepustnica, 53

autopilot, 52, 57, 123, 145, 195, 200f

- tryby, 123

- HDG – heading, 123

- prędkość pionowa, 124

- roll – przechylenie, 123

awarie, 59

Awionika, 42

B

Baker, Steve, 196

Basler, Michael, 198

Bendix transponder, 196

Berndt, Jon, 206

Berndt, Jon, S., 195, 197f, 206

binary distribution, 9

Bleisch, Paul, 198

blokada koła ogonowego, 51

brakes, 203

Brennan, Jim, 198

Bright, Bernie, 198

BSD UNIX, 16

Buchanan, Stuart, 199

Buckel, Bernhard, 199, 206

Buckle, Gene, 199

C

Carmichael, Ralph, 199

Cessna, 203

Cessna 172, 195

Chauveau, Didier, 199

Check, John, 196f, 199, 206

Cherokee flight model, 203

chmury 3D, 40

chylomierz, 112

ciąg, 51

clouds, 196, 203

COMM1, 113

COMM2, 113

contributors, 197

control surface, movable, 196

Cornish, Dave, 194, 199

Cygnus, 18, 205

Cygwin, 18, 192

D

debug, 60
 Delise, Oliver, 197, 199, 206
 Denker, John, 79
 Direct3D, 17
 DirectX, 17
 długość geograficzna, 37, 62
 dodatkowa sceneria, 21
 dokumentacja, 17
 dokumentacja FlightGear, 20
 dokumentacja
 - instalacja, 24
 DOS, 193
 Doue, Jean-Francois, 199

E

Eberly, Dave, 199
 efekty dźwiękowe, 18
 Evans, Francine, 199
 Everitt, Oscar, 200

F

FAA, 16, 78
 FAA Training Book, 78
 FAQ, 189
 FDM, 195, 198
 Festival, 70
 FG_ROOT, 30
 FG_SCENERY, 23, 30
 Finney, Bruce, 200
 Flebbe, Olaf, 200
 flight dynamics model, 195
 flight model, 195
 flight planner, 197
 Flight simulator
 - free, 193
 FlightGear, 197
 FlightGear forums, 189
 FlightGear
 - wersje, 19
 FlightGear Wiki, 197
 Flyer braci Wright, 19
 Foad, Julian, 206
 fog effects, 201
 forum, 11
 FPS, 18
 frame rate, 194
 Franz, Melchior, 200, 206
 FreeBSD, 200
 FS98, 200

G

Gailly, Jean-loup, 200
 GameGLUT, 204

Garg, Mohit, 200, 206
 Gellekum, Thomas, 200
 geographic features, 194
 Girish, Neetha, 200
 GLIDE, 191
 GNU C++, 18
 GNU General Public License, 17
 Go Around, 152
 Goeke-Smith, Jeff, 195, 200
 Gold, Michael, I., 200
 GPL, 17
 graphics routines, 193
 GSHHS data, 194

H

Habibe, 200
 hamowanie różnicowe, 51
 hamulce, 51, 96
 hamulce aerodynamiczne, 51
 hamulce
 - lewe koło [,] (przecinek), 96
 - prawe koło [,] (kropka), 96
 hamulec postojowy, 49, 51
 head-up display, 61, 195
 Hill, Mike, 200
 History, 193
 history
 - aircraft, 195
 - environment, 196
 - scenery, 194
 - user interface, 196
 Hofman, Erik, 194, 200, 206
 hot air balloon, 201
 Hotchkiss, Charlie, 195, 200
 HTTP server, 197
 HUD, 42, 61, 127, 129f, 195, 198, 200

I

IFR, 79
 instalacja samolotu, 24
 instrument panel, 195
 Internet, 197
 iskrowniki, 101

J

Jackson, Bruce, 193, 200
 joystick, 18, 47, 196
 joystick settings, 197
 joystick/self detection, 196
 Justus, Maik, 201

K

Kaaven, Ove, 201
 karta dźwiękowa, 18

karta graficzna, 17
 Kaszeta, Richard, 201
 katalog scenerii
 - ścieżka, 33
 keyboard.xml, 50
 kierunek patrzenia, 51
 kierunki patrzenia, 52
 klapy, 51, 107, 112
 - dźwignia, 107
 - kroki, 107
 klawiatura, 50, 85
 - NumLock, 85
 - wielkie i małe litery, 85
 kłopoty
 - czułość myszy, 91
 Knienieder, Tom, 201
 kod źródłowy, 17
 kokpit, 52
 kokpit 2D, 52
 kokpit 3D, 52
 kompas magnetyczny, 110, 113
 kompilator, 18
 Kontrola Ruchu Lotniczego, 148
 koordynator zakrętu, 94, 112
 Koradi, Reto, 201
 korkociąg, 108
 Korpela, Eric, 193
 Krąg nadlotniskowy, 149
 Kuhne, Bob, 201

L
 lądowanie, 115
 - sygnały markerów, 92
 Laird, Kyler B., 201, 206
 LaRCsim, 193ff, 200, 202f
 liczba klatek na sekundę, 41, 55
 light textures, 194
 Linux, 16ff, 193
 Livermore, 138
 lokalizacja, 57
 lotki, 51, 112
 lotnia, 19
 lotnisko, 36
 lotniskowce, 65
 Luff, David, 196, 201

M
 magneto switch, 196
 mailing lists, 189, 198
 map, clickable, 194
 mapa lotnicza, 136
 Mayer, Christian, 196f, 201
 Megginson, David, 78, 194–197, 201, 206
 menu, 196

menu główne, 54
 menu system, 205
 MetaKit, 205
 METAR, 57
 Metro Works, 204
 mgła, 41
 Microsoft, 15
 mieszanka, 103, 146
 - manetka, 103
 - optymalizacja, 103
 Mitchell, Eric, 194, 202
 model aerodynamiki samolotu, 36
 model dynamiki lotu, 19, 36
 - potok, 20
 - zewnętrzna, 20
 model lotu, 19, 36
 model lotu UIUC, 19
 modele lotu, 19
 Moore Cameron, 189
 Moore, Cameron, 202, 206
 Morken, Anders, 202
 MS DevStudio, 192
 MSVC, 192, 199
 multi-engine support, 196
 multi-lingual conversion tools, 201
 multiplayer, 59, 63
 multiplayer code, 197
 Murr, David, 193
 Murta, Alan, 202
 myszka, 53
 - akcje, 53
 - sterowanie sterem kierunku, 96
 - tryb normalny, 53, 89
 - tryb rozglądania się, 54, 89
 - tryb sterowania samolotem, 54, 89

N
 nagrywanie lotu, 69
 NAV1, 113
 NAV2, 113
 Navion, 195
 NDB, 113
 Nelson, Phil, 202
 network, 197
 networking code, 197, 199
 Novikov, Alexei, 202
 NumLock, 50
 NVIDIA, 10

O
 oblodzenie
 - modelowanie, 19
 obrotomierz, 96, 112
 odepście na drugi krąg, 152

offset, 42
 ogólny autopilot, 52
 ograniczenia prędkości, 112
 Olson, Curt, 193f, 196f, 202, 206
 opcje
 - czas, 43
 opcje czasu, 43
 opcje
 - debugowanie, 46
 opcje domyślne, 32
 opcje
 - dźwięk, 35
 - funkcjonalności, 34
 - HUD, 42
 - I/O, 45
 - model lotu, 36
 - ogólne, 32
 - orientacja, 36
 - początkowa pozycja, 36
 - renderowanie, 39
 - samolot, 35
 - sieć, 43
 opcje sieciowe, 43
 opcje
 - środowisko, 38
 - Systemy samolotu, 42
 - trasa, 44
 - waypoint, 44
 opcje wiersza poleceń, 32
 - indeks, *Porównaj Indeks opcji wiersza poleceń*
 opcje wyświetlania, 52
 OpenGL, 10, 17f, 20, 190, 193f, 197, 200
 - sterowniki, 18
 OS/2, 193
 Others, 205

P

panel, 60, 201f
 Paul, Brian, 202
 pauza, 52
 pedały steru kierunku, 18
 Peden, Tony, 197, 202
 Peel, Robin, 196, 202
 permissions, 191
 Perry, Alex, 202, 206
 Perry, Dave, 206
 PLIB, 196f
 pliki binarne
 - prekompilowane, 10, 21
 pochylenie, 111
 początkowa długość geograficzna, 37
 początkowa szerokość geograficzna, 37

podwozie, 51
 pogoda, 57
 pole widzenia, 41
 położenie, 57
 pomoc, 60
 poradnik, 78
 pozycja, 57
 prędkość, 61
 - jednostki, 97
 - węzeł (mila morska na godzinę), 97
 prędkościomierz, 112
 problem report, 189
 problems, 189
 - general, 190
 - Linux, 191
 - Windows, 192
 programmers, 197
 property manager, 197
 proposal, 193
 przechylenie, 111
 przeciągnięcie, 108
 przepustnica, 61, 103
 przerwanie lądowania, 118
 Przewodnik Programisty FlightGear, 20
 Przewodnik Projektowania Scenerii we FlightGear, 20
 przypisania klawiszy
 - konfiguracja, 50

R

radio, 113, 139
 radio komunikacyjne, 113f
 radio stack, 196
 random ground objects, 195
 Reid-Hillview, 136
 Reinhard, Friedemann, 195, 202
 Reinholdtsen, Petter, 202
 rękaw, 121
 Rembrandt, 40
 resetuj lot, 55
 Riley, William, 194, 203
 Ross, Andy, 195, 203, 206
 rozdzielczość, 41
 rozmiar okna, 41
 rozrusznik, 113
 runway lighting, 194
 rzeczywista prędkość względem powietrza, 94

S

samolot
 - instalacja, 24
 - wybór, 35
 sceneria, 21
 - dodatkowa, 21

- scenery, 193f
 Scenery Database, 205
 scenery subsystem, 202
 Schlyter, Paul, 203
 Schoenemann, Chris, 203
 Schubert, Phil, 203
 See how it flies, 79
 Selig, Michael, 195, 206
 serwer http, 44
 serwer telnet, 44
 Shewchuk, Jonathan, 203
 SI, 59
 Sikic, Gordan, 203
 silnik
 - uruchamiania, 50
 - turbośmigłowy, 50
 - uruchamianie, 49
 - odrzutowy, 50
 - tłokowy, 49
 - wyłączenie, 104
 SimGear, 197
 ślizg boczny, 108
 Smith, Michael, 203
 spojler, 51
 Spott, Martin, 203, 206
 static objects, 195
 ster kierunku, 51, 112
 - sterowanie klawiaturą, 96
 - sterowanie myszą, 96
 ster wysokości, 51
 sterowanie autopilotem, 53
 sterowanie klawiaturą, 50
 - autopilot, 52
 - ogólne, 52
 - podstawowe, 50
 - samolot, 51
 - silnik, 51
 - sterowanie symulatorem, 51
 - widok, 52
 - wyświetlanie, 52
 sterowanie silnikiem, 51
 Stockill, Jon, 203
 Strona internetowa FlightGear, 20
 Sun-OS, 193
 Symulator lotu
 - cywilny, 16
 - otwarty, 16f
 - rozwijany przez użytkowników, 16f
 - wieloplatformowy, 16
 - wspierany przez użytkowników, 16f
 systemy operacyjne, 16
 szerokość geograficzna, 37, 62
 Szkoła Latania FlightGear, 20
 sztuczny horyzont, 111
- T**
 tablica przyrządów, 40, 52, 60
 TACAN, 66
 tachometr, 96
 Talsma, Durk, 196, 203
 tankowanie w powietrzu, 73
 tekst na mowę, 70
 TerraGear, 197
 texture, 194
 textures, 194, 202
 thunderstorms, 196
 Torvalds, Linus, 17
 triangle program, 203
 Troester, Kai, 191, 206
 tryb wieloosobowy, 63
 trymer, 51, 109
 typowe błędy, 91
- U**
 U. S. Geological Survey, 194, 204
 UIUC, 195, 203
 ulotka, 11
 UNIX, 193
 Uruchamianie FlightGear, 27
 - Linux, 31
 - Mac OS X, 32
 - Windows, 30
 uruchamianie silnika, 113
 utrzymywanie kursu, 53
 utrzymywanie wysokości, 53
- V**
 Vallevand, Mark, 204
 van der Mac, Sam, 201
 van Sickle, Gary, R., 197, 204
 VASI, 152
 VFR, 79
 view frustrum culling, 194
 views, 197
 Vine, Norman, 195, 197, 204, 206
 VMap0 data, 194
 Voegtli, Roland, 204
 Volpe, Carmelo, 204
 VOR, 113
- W**
 Walisser, Darrell, 204, 206
 wariometr, 112
 warstwy chmur, 40
 weather, 201
 widok, 52, 55
 - powtórka, 87

- zmiana, 87
- wiele ekranów, 67
- wiele komputerów, 68
- wiersz poleceń
 - opcje, 32
- wiki, 11
- Williams, Ed, 204
- Wilson, Jim, 204
- Windows, 18
- Windows 10/8/7/Vista, 16
- Windows 95/NT, 193
- winds, 196
- Wippler, Jean-Claude, 205
- wireframe, 41
- wolant, 18, 88
 - ciągnięcie, 91
 - myszka jako wolant, 92
 - tryb myszy, 89
- Wood, Charles, 79
- Woodsoup, 205
- workstation, 193
- wskaźnik koordynacji zakrętu, 61
- wskaźnik lotek, 61
- wskaźnik myszy, 40
- wskaźnik paliwa, 113
- wskaźnik pochylenia, 61
- wskaźnik położenia, 111

- wskaźnik prędkości pionowej, 112
- wskaźnik steru kierunku, 61
- wskaźnik steru wysokości, 61
- wulkany, 58
- wyłączenie silnika, 118
- wyłącznik zapłonu, 113
- wymagania systemowe, 17
- wyposażenie, 58
- wysokość, 61
 - bezwzględna, 93
- wysokościomierz, 92, 112
 - nastaw, 93
- wyświetlacz przezierny, 61

X

- XFree86, 191

Y

- YASim, 19

Z

- zamknięcie programu, 55
- zegar, 113
- Zeh, Allan, 205
- zlib library, 200
- zrzut ekranu, 55
- żyroskopowy wskaźnik kursu, 111, 113

Dodatek D

Indeks opcji wiersza poleceń

Numery stron pisane kursywą wskazują stronę z opisem danej opcji.

A

--adf1, 42
--adf2, 42
--aero, 36
--ai-scenario, 34
--aircraft, 35f, 47, 127, 132
--aircraft-dir, 35
--airport, 36f
--allow-nasal-read, 33
--altitude, 36ff
--aspect-ratio-multiplier, 39
--atcsim, 45
--atlas, 45
--AV400, 45
--AV400Sim, 45

B

--bpp, 39
--browser-app, 34

C

--callsign, 44
--carrier, 37
--ceiling, 38
--com1, 42
--com2, 42
--composite-viewer, 39
--config, 34, 34, 50
--console, 46

D

--developer, 47
--disable-ai-models, 34
--disable-ai-traffic, 34
--disable-anti-alias-hud, 42
--disable-auto-coordination, 34

--disable-clock-freeze, 43
--disable-clouds, 40
--disable-clouds3d, 40
--disable-distance-attenuation, 40
--disable-enhanced-lighting, 40
--disable-fgcom, 44
--disable-freeze, 33
--disable-fuel-freeze, 36
--disable-fullscreen, 40
--disable-horizon-effect, 40
--disable-hud, 42
--disable-hud-3d, 42
--disable-mouse-pointer, 40
--disable-panel, 40
--disable-random-building, 40
--disable-random-objects, 40
--disable-random-vegetation, 40
--disable-real-weather-fetch, 38
--disable-rembrandt, 40
--disable-save-on-exit, 33
--disable-sound, 35
--disable-specular-highlight, 41
--disable-splash-screen, 41
--disable-texture-cache, 41
--disable-wireframe, 41
--dme, 42
--download-dir, 33

E

--enable-ai-models, 34
--enable-ai-traffic, 34
--enable-anti-alias-hud, 42
--enable-auto-coordination, 34, 54, 112

--enable-clock-freeze, 43
--enable-clouds, 40
--enable-clouds3d, 40
--enable-distance-attenuation, 40
--enable-enhanced-lighting, 40
--enable-fgcom, 44
--enable-fpe, 46
--enable-freeze, 33
--enable-fuel-freeze, 36
--enable-fullscreen, 40
--enable-horizon-effect, 40
--enable-hud, 42
--enable-hud-3d, 42
--enable-mouse-pointer, 40
--enable-panel, 40
--enable-random-buildings, 40
--enable-random-objects, 40
--enable-random-vegetation, 40
--enable-real-weather-fetch, 38
--enable-rembrandt, 40
--enable-save-on-exit, 33
--enable-sound, 35
--enable-specular-highlight, 41
--enable-splash-screen, 41
--enable-texture-cache, 41
--enable-wireframe, 41

F

--failure, 42
--fdm, 36
--fg-aircraft, 33
--fg-root, 32
--fg-scenery, 33
--fgviewer, 46

--fix, 37
 --flight-plan, 44
 --fog-disable, 41
 --fog-fastest, 41
 --fog-nicest, 41
 --fov, 41

G

--garmin, 45
 --generic, 45
 --geometry, 41
 --glideslope, 38

H

--heading, 37
 --help, 32, 32
 --httpd, 44, 58, 136
 --hud-culled, 42
 --hud-tris, 42

I

--ignore-autosave, 33
 --in-air, 36f

J

--joyclient, 45
 --jpg-httpd, 44
 --jsclient, 45
 --json-report, 46

L

--language, 33
 --lat, 37
 --launcher, 27, 27, 32
 --livery, 35
 --load-tape, 34
 --lod-levels, 39
 --lod-range-mult, 39
 --lod-res, 39
 --lod-texturing, 39
 --log-class, 47
 --log-dir, 47, 190
 --log-level, 46, 190
 --lon, 37

M

--mach, 38
 --materials-file, 41

--max-fps, 41
 --metar, 38
 --min-status, 35
 --model-hz, 36, 132
 --multiplay, 43

N

--native, 45
 --native-ctrls, 45
 --native-fdm, 45
 --native-gui, 45
 --nav1, 42
 --nav2, 42
 --ndb, 37
 --ndb-frequency, 37
 --nmea, 46
 --no-default-config, 34
 --notrim, 36

O

--offset-azimuth, 37
 --offset-distance, 37
 --on-ground, 36
 --opengc, 46

P

--parking-id, 36
 --parkpos, 37
 --pitch, 37
 --prop, 47, 47
 --props, 46
 --proxy, 44
 --pve, 46

R

--random-wind, 38
 --ray, 46
 --read-only, 33
 --restore-defaults, 33
 --roc, 38
 --roll, 37
 --rul, 46
 --runway, 36

S

--season, 39
 --shading-flat, 41
 --shading-smooth, 41

--show-aircraft, 35
 --show-sound-devices, 35
 --sound-device, 35
 --speed, 36
 --start-date-gmt, 43
 --start-date-lat, 43
 --start-date-sys, 43
 --state, 35

T

--telnet, 44
 --terrain-engine, 39
 --terrasync-dir, 33
 --texture-cache-dir, 41
 --texture-filtering, 41
 --time-match-local, 43
 --time-match-real, 43
 --time-offset, 43
 --timeofday, 43
 --trace-read, 47
 --trace-write, 47
 --trim, 36
 --turbulence, 38

U

--uBody, 37
 --units-feet, 34
 --units-meters, 34, 37f

V

--vBody, 37
 --vc, 36ff
 --vDown, 38
 --vEast, 38
 --vehicle, 35
 --verbose, 32
 --version, 32
 --view-offset, 42
 --visibility, 39
 --visibility-miles, 39
 --vNorth, 38
 --vor, 37
 --vor-frequency, 37

W

--wBody, 37
 --wind, 38
 --wp, 44