

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

NAVIGÁCIA PRE ŠPORTOVÉ LIETANIE
BAKALÁRSKA PRÁCA

2021
MARCEL PALAJ

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

NAVIGÁCIA PRE ŠPORTOVÉ LIETANIE
BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: RNDr. Peter Borovanský, PhD.

Bratislava, 2021
Marcel Palaj



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Marcel Palaj
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: informatika
Typ záverečnej práce: bakalárska
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Navigácia pre športové lietanie
Navigation for sport airplanes

Anotácia: Pri športovom letaní sa používajú väčšinou platené navigačné aplikácie. Práca chce ponúknuť alternatívu, ktorá z verejne dostupných zdrojov poskytne plnohodnotnú analógiu existujúcich aplikácií.

Cieľ: Cieľom práce je vytvoriť navigačnú aplikáciu pre malé športové lietanie. Poskytne možnosť vytvoriť navigačné podklady pred letom (on-line), alebo počas letu, tzv. real-time navigáciu na základe spozorovaných okolností. Športovému pilotovi poskytne mapové podklady, kde budú zobrazené

- letecky zaujímavé body (vstupno výstupné, navigačné body, letiská, ...)
- a informácie o nich
- letecky zaujímavé priestory (okolo letísk, zakázané priestory) a informácie o nich
- aktuálnu pozíciu, rýchlosť, kurz, výšku, ...
- eventuálne základné verejne dostupné meteorologické informácie.

Keďže v lietadle sa nedá spoliehať na signál mobilných dát, mapy sa budú dať sťahovať do off-line. Letecké informácie sa budú dať načítavať zo súboru kvôli jednoduchým pravidelným aktualizáciám týchto informácií. V prípade potrebnej registrácie užívateľa u nejakého poskytovateľa dát, aplikácia poskytne užívateľské rozhranie, kde si užívateľ bude môcť zadať kľúč vygenerovaný niektorým z poskytovateľov údajov. Aplikácia bude počas vývoja testovaná užívateľmi miestneho aeroklubu a výsledná aplikácia bude zverejnená v službe Google Play.

Vedúci: RNDr. Peter Borovanský, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: prof. Ing. Igor Farkaš, Dr.
Dátum zadania: 05.10.2021

Dátum schválenia: 06.10.2021

doc. RNDr. Damas Gruska, PhD.
garant študijného programu

Pod'akovanie: Tu môžete poďakovať školiteľovi, prípadne ďalším osobám, ktoré vám s prácou nejako pomohli, poradili, poskytli dáta a podobne.

Abstrakt

Slovenský abstrakt v rozsahu 100-500 slov, jeden odstavec. Abstrakt stručne sumarizuje výsledky práce. Mal by byť pochopiteľný pre bežného informatika. Nemal by teda využívať skratky, termíny alebo označenie zavedené v práci, okrem tých, ktoré sú všeobecne známe.

Kľúčové slová: jedno, druhé, tretie (prípadne štvrté, piate)

Abstract

Abstract in the English language (translation of the abstract in the Slovak language).

Keywords:

Obsah

Úvod	1
1 Východiská	3
1.1 Zdôvodnenie existencie navigácií v lietadlách	3
1.2 Požiadavky kladené na navigácie v lietadlách	4
1.2.1 Tvorba trasy	4
1.2.2 “Prepočítavanie” trasy	5
1.2.3 Internetové pripojenie	5
1.2.4 Zobrazované informácie	5
1.3 Technológie	8
1.4 Zdroje leteckých údajov	9
1.5 Výškové dáta	10
1.6 Existujúce riešenia	10
1.6.1 Vstavane letecké aplikácie	11
1.6.2 Aplikácie do tabletu/mobilného telefónu	12
Záver	15
Príloha A	19
Príloha B	21

Zoznam obrázkov

1.1	Komplikovane vyzerajúci vzdušný priestor v okolí letiska Prešov. [13]	. . .	6
1.2	Ukážka varovania pre blízkosťou terénu v Garmine G3X Touch [6]	. . .	7

Zoznam tabuliek

Úvod

Cieľom tejto práce je poskytnúť študentom posledného ročníka bakalárskeho štúdia informatiky kosťu práce v systéme LaTeX a ukážku užitočných príkazov, ktoré pri písaní práce môžu potrebovať. Začneme stručnou charakteristikou úvodu práce podľa smernice o záverečných prácach [16], ktorú uvádzame ako doslovný citát.

Úvod je prvou komplexnou informáciou o práci, jej cieľi, obsahu a štruktúre. Úvod sa vzťahuje na spracovanú tému konkrétne, obsahuje stručný a výstižný opis problematiky, charakterizuje stav poznania alebo praxe v oblasti, ktorá je predmetom školského diela a oboznamuje s významom, cieľmi a zámermi školského diela. Autor v úvode zdôrazňuje, prečo je práca dôležitá a prečo sa rozhodol spracovať danú tému. Úvod ako názov kapitoly sa nečísluje a jeho rozsah je spravidla 1 až 2 strany.

V nasledujúcej kapitole nájdete ukážku členenia kapitoly na menšie časti a v kapitole ?? nájdete príkazy na prácu s tabuľkami, obrázkami a matematickými výrazmi. V kapitole ?? uvádzame klasický text Lorem Ipsum a na koniec sa budeme venovať záležitostiam záveru bakalárskej práce.

Kapitola 1

Východiská

Táto kapitola obsahuje východiská tejto bakalárskej práce. Je ju možné rozdeliť na 3 časti: v prvej je zdôvodnená potreba existencie navigácie v lietadlách, sú tu opísané požiadavky kladené na takúto leteckú navigáciu, najmä rozdiely oproti navigáciám do áut, keďže pri tomto porovnaní sa dobre opisujú požiadavky na navigáciu pre lietadlo. V tejto časti sú tiež informácie, ktoré navigácie do lietadla zobrazujú. Druhá časť je zameraná na opis technológií, ktoré sú vhodné k vytvoreniu takejto navigačnej aplikácie a sú tu tiež popísané zdroje dát potrebné k tvorbe takejto aplikácie. V tretej časti je opísaných niekoľko existujúcich navigácií do lietadiel, a sú opísané ich vlastnosti a funkcie, ktoré nás zaujali.

1.1 Zdôvodnenie existencie navigácií v lietadlách

Problematika leteckej navigácie nebola aktuálna hneď v počiatkoch letectva. Výkony lietadiel a najmä dolet bol tak malý, že sa žiadnou leteckou navigáciou nebolo treba zaoberať. Ako sa výkony zlepšovali, začínala byť navigácia čím ďalej, tým podstatnejšia. História letectva si pamätá veľa rôznych spôsobov navigácie. Niektoré fungovali lepšie, iné horšie. Niektoré sa používajú dodnes, niektoré ani poriadne nezačali fungovať. Od úplne jednoduchých, ktoré imitovali spôsob navigovania používaný pri presune po zemskom povrchu (lietanie pozdĺž ciest a železníc, veľké nápisy na vodárenských vežiach pri mestách, podobne ako značky pri ceste), cez spôsoby prevzaté z námornej navigácie (navigácia pomocou hviezd alebo slnka), až po súčasné spôsoby navigácie pomocou pozemných rádionavigačných zariadení a družicových systémov. [17]

Podobne aj cieľ leteckej navigácie sa s postupom času menil. Kým v minulosti bola jediná požiadavka dopraviť lietadlo a náklad alebo pasažierov do cieľa, ako začala byť letecká doprava rozšírenejšia a počty lietadiel sa zväčšovali, na zabezpečenie bezpečnosti a plynulosti leteckej dopravy začal byť vzdušný priestor organizovaný, a objavil sa nový cieľ: bolo potrebné vedieť sa navigovať s ohľadom na tento vzdušný priestor.

V súčasnosti je pri navigovaní malých lietadiel za podmienok viditeľnosti najrozšírenejší spôsob navigácie tzv. porovnávací navigácia, čo je porovnávanie mapy s tým, čo vidí pilot okolo seba, kombinovaná s používaním satelitného navigačného systému GPS. [3] Na takéto použitie, ako doplnkový zdroj informácií, na zvýšenie situačného prehľadu a nie ako primárny navigačný zdroj bude zameraná aj aplikácia o ktorej je táto práca. Preto aj v prípade, ak budeme v tejto práci hovoriť o leteckej navigácii, budeme tým myslieť takúto navigáciu pre lietanie malých lietadiel za viditeľnosti, ktorá je používaná na zvýšenie situačného prehľadu, a nie ako primárny navigačný zdroj.

1.2 Požiadavky kladené na navigácie v lietadlách

1.2.1 Tvorba trasy

Keďže trasa auta je limitovaná cestnou sieťou, tak navigácia pre autá má za úlohu automaticky vypočítať optimálnu cestu od štartu do cieľa s ohľadom na cestnú sieť, aktuálnu premávku a dopravné obmedzenia, podľa požiadaviek zadaných používateľom (ako napríklad vyhnúť sa plateným cestám, vyhnúť sa poľným cestám a podobne). Následná navigácia prebieha tak, že používateľovi sú diktované odbočky. Pri leteckej navigácii pri lietaní v malých výškach väčšinou nie sú definované žiadne trasy ktorých by sa pilot musel držať, a teda je možné letieť takmer priamo. V prípade ak z nejakých dôvodov (obmedzené priestory, vysoké pohoria, ...) nie je žiadúce letieť priamo, je na pilotovi, aby si zvolil trasu, a nie je požadované aby ju navigácia vypočítala sama, automaticky. V prípade štátov, kde sú vyznačené trasy, ktorých by sa mal pilot držať, tak je opäť na pilotovi, aby zvolil po ktorých trasách chce letieť. Je to z dôvodu, že v letectve nie je jednoduché a často ani bezpečné letieť bez toho aby si pilot pred tým pozerel celú trasu, a pripravil sa na to, čo ho čaká. Navyše, veľa rozhodnutí pri tvorbe trasy je veľmi komplexných, berúc do úvahy rôzne faktory ako napríklad oblačnosť, vietor, znalosť miestnych podmienok (napríklad vedomosť pilota, že toto letisko býva cez víkendy rušné), a tieto všetky faktory by bolo veľmi ťažké zohľadniť pri automatickej tvorbe trasy.

V leteckej navigácii pri lietaní na malé vzdialenosti je teda trasa medzi počiatočným a koncovým bodom vždy lomená čiara (azda len s výnimkou navigačných súťaží), a zvykom je, že body na trase sú od seba tak vzdialené, že preletieť medzi bodmi trvá aspoň niekoľko minút. [10] Podobne ako pri navigácii pre autá, aj navigácia pre lietadlá oznamuje pilotovi kurz k ďalšiemu bodu na trase. [6]

1.2.2 “Prepočítavanie” trasy

V prípade ak auto niekam zle odbočí, a teda sa nachádza inde ako by sa podľa plánu malo, tak navigácia túto trasu “prepočíta”, a pokračuje v navigovaní od aktuálnej pozície. Na rozdiel od automobilovej navigácie, ak sa lietadlo nachádza inde ako by sa podľa plánu malo, letecká navigácia trasu “neprepočíta”, ani ju nijako neupraví, iba zobrazuje pilotovi, kde je trasa, a je ňom aby sa vrátil späť na trasu. Je to z dôvodu, že ak nastane nejaká odchýlka od plánovanej trasy, tak by sa pilot mal na trasu vrátiť, a navigácia by ju nemala “prepočítať”. Trasa totiž môže byť naplánovaná tak, aby napríklad obliekala nejaké obmedzené priestory, a prepočítanie trasy, aby z aktuálnej pozície smerovala priamo do cieľa by mohlo spôsobiť, že trasa tieto priestory naruší. Podobne aj v prípade, ak existujú trasy, po ktorých je odporúčané letieť, ak by navigácia trasu prepočítala, tak by sa stalo, že by lietadlo letelo mimo tejto trasy.

1.2.3 Internetové pripojenie

Kým pri pohybe po zemskom povrchu je možné sa spoľahnúť na to, že aplikácia bude mať k dispozícii signál mobilných dát, alebo bude v dosahu nejakej Wi-Fi siete, pri leteckej navigácii sa na to spoľahnúť nedá, lebo už od veľkej výšky nad zemským povrchom je mobilný signál výrazne slabší alebo vôbec nie je. Z tohoto dôvodu je potrebné mať mapy a aj všetky ostatné dáta lokálne, a nesaňhovať ich.

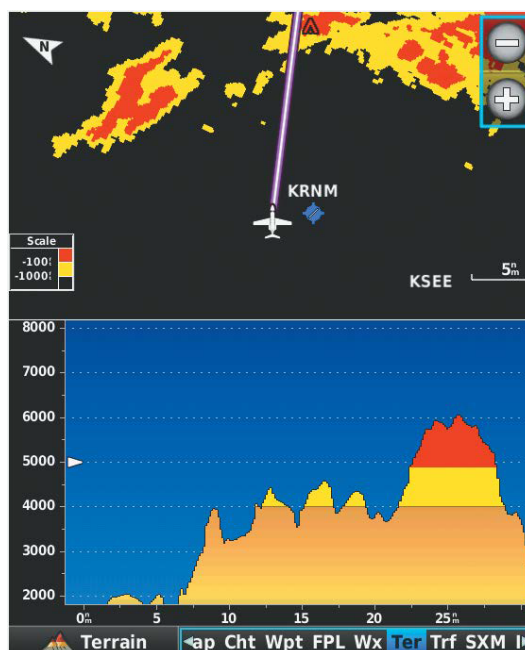
1.2.4 Zobrazované informácie

Ďalší výrazný rozdiel je, že pri navigácii pre lietadlá je samotné navigovanie po zvolenej trase len jedna z požadovaných funkcií. Veľmi podstatná časť funkčnosti je aj vedieť si trasu pred letom zobraziť, a pripraviť sa na ňu, ako sme už opisovali, keď sme odôvodňovali, prečo nie je vhodné aby navigácia trasu plánovala sama. Tento proces sa nazýva “navigačná príprava”. V navigáciách teda typicky býva možnosť trasu vytvoriť a následne si ju prezerať. Navigácia vypočíta kurzy, dĺžky a časy jednotlivých častí trasy a pilot si má možnosť trasu pozrieť, upraviť, poznačiť si ju na navigačný štítok resp. do mapy. Webové navigačné aplikácie zvyknú mať ešte možnosť vyexportovať naplánovanú trasu, kvôli možnosti jej importu do navigácie v lietadle.

Ďalšou, možno aj dôležitejšou funkciou je zobrazovanie rôznych informácií. Opíšme informácie, ktoré bývajú zobrazované leteckými navigáciami.

Informácie o rozdelení vzdušného priestoru

Vzdušný priestor, najmä v okolí veľkých a rušných letísk môže byť komplikovaný. Tento problém je ešte výraznejší kvôli tomu, že reálny vzdušný priestor je trojrozmerný, zatiaľ čo jeho zobrazenie na papierovej mape, resp. na obrazovke navigácie je pochopiteľne



Obr. 1.2: Ukážka varovania pre blízkosťou terénu v Garmine G3X Touch [6]

Výškové informácie

Výškové informácie v leteckej navigácii bývajú zobrazované inak ako býva zvykom na turistických, resp. topografických mapách. Zobrazované bývajú nie ako vrstevnice, ale dynamicky, a to tak, že na mape sú farebne naznačené oblasti, ktoré sú vyššie ako lietadlo, resp. tesne pod lietadlom. Takto sú pilotovi poskytované informácie o tom, kde sa nachádza vysoký a teda potenciálne nebezpečný terén.

Do tejto kategórie výškových informácií môžeme zaradiť aj významné výškové prekážky ako sú napríklad vysielacie a informácie o nich, ako napríklad či je prekážka osvetlená, jej výška a podobne.

Meteorologické informácie

V rámci navigačnej prípravy si pilot potrebuje pozrieť aj informácie o počasí, najčastejšie radarové informácie, informácie z družíc (zvyčajne denný a nočný kompozit) a letiskové meteorologické informácie METAR a TAF. Býva zvykom zobrazovať radarové a družicové informácie ako ďalšiu vrstvu do mapy. Informácie o počasí na letisku sa zvyknú ako farebné body v mieste meteorologickej stanice, teda zvyčajne v mieste letiska, kde farba bodu zodpovedá meteorologickým podmienkam na letisku.

Tieto informácie je ideálne získavať aj počas letu. Ako budeme v časti 1.6 podrobnejšie opisovať, vstavané navigácie tieto informácie získavajú cez satelitné pripojenie, alebo prijímaním ADS-B vysielaní (táto technológia je v súčasnosti k dispozícii len v USA).

V prípade mobilného telefónu resp. tabletu používanie tejto technológie bez neja-

kého externého prijímača nie je možné, a preto navigačné aplikácie pre mobilné telefóny tieto informácie získavajú cez Wi-Fi resp. mobilné dáta, aby boli dostupné aspoň v rámci navigačnej prípravy, keď už nie sú aktualizované počas letu.

Varovné informácie

Pred narušením akéhokoľvek priestoru zvyknú letecké navigácie zobrazovať pilotovi informáciu o tom, že sa v blízkosti lietadla, resp. pred lietadlom nachádza priestor, ktorý by lietadlo mohlo narušiť. Okrem toho navigácie zvyknú pomocou výškových informácií varovať pilota pred blízkosťou terénu.

V prípade ak je k dispozícii ADS-B prijímač, navigácie tiež zobrazujú varovania pred potenciálne konfliktnou prevádzkou. Ako sme už ale opisovali pri meteorologických informáciách, na získavanie týchto údajov je potrebné externé zariadenie.

1.3 Technológie

V tejto časti opíšeme existujúce technológie, a produkty, ktoré súvisia s tvorbou navigačnej aplikácie pre Android.

Jadro navigačnej aplikácie je tvorené nejakým mapovým SDK, ktoré zabezpečuje veci ako zobrazovanie mapových dlaždíc, umožňuje pridávať zobrazovanie ďalších vrstiev ako sú čiary, plochy, ikonky, rastrové obrázky a podobne. Ďalej často spravuje informácie o polohe, a oproti surovým dátam z GPS senzoru tieto dáta priemeruje a poskytuje informácie ako je presnosťach polohy, rýchlosti. . .

Rozoberme niekoľko najpopulárnejších mapových SDK.

Google Maps

Toto mapové SDK patrí v súčasnosti medzi najpopulárnejšie. Je to spôsobené aj tým, že je, rovnako ako operačný systém Android vyvíjaný spoločnosťou Google, a teda býva predinštalované v telefónoch, a jeho vizuál je používateľom dôverne známy.

Google Maps pre Android je zadarmo, [9] a keďže je veľmi populárne, existuje k nemu veľa tutoriálov a návodov.

Nevýhodou tohoto SDK je malá možnosť vlastného štylovania máp.

Mapbox

Mapbox SDK vznikol ako reakcia na to, že prakticky jediné rozšírené mapové SDK bolo Google Maps. Dnes produkty od Mapboxu používajú viaceré veľké spoločnosti. Časť mapových podkladov Mapboxu pochádza z projektu Open Street Map, ktorého cieľom je tvorba otvorených máp.

Mapbox je od určitého počtu používateľov a zobrazení mapových dlaždíc platený. [12] Tieto limity sú ale pre malé aplikácie dostatočne voľné.

Mapbox okrem iného poskytuje službu Mapbox Studio, ktorá umožňuje štýlovať mapy, aby vyzerali tak ako požadujeme. [12] Toto je obzvlášť vhodné, keďže pri leteckej navigácii je žiadúce aby na mape boli zvýraznené prvky, ktoré sú dobre viditeľné z lietadla ako sú napríklad významné cesty, zastavané oblasti, železnice a rieky.

osmdroid

Toto SDK je projekt s otvoreným zdrojovým kódom, a teda nie je platené.

Navýhoda je, že na rozdiel od Mapboxu a Google Maps, osmdroid nemá vlastné mapové podklady, a je ich nutné získavať z nejakého zdroja. Najčastejšie sa mapové podklady získavajú zo serverov projektu Open Street Maps [15], čím sme ale odkázaní na štýlovanie aké má Open Street Map. Pochopiteľne, môžeme si Open Street Map mapy našťýlovať tak ako požadujeme, ale v tom prípade ich musíme uložiť na nejaký server, aby boli dostupné pre používateľov.

1.4 Zdroje leteckých údajov

Ako sme už spomenuli v 1.2, tak podstatná časť leteckej navigácie je o údajoch, ktoré plánujeme zobrazovať. Najväčšie databázy leteckých údajov majú firmy ako Jepsen alebo Garmin, avšak tieto databázy pochopiteľne nie sú voľne prístupné. V našej práci sme sa zamerali na voľne prístupné zdroje leteckých údajov.

Open Flight Maps

Cieľom tohoto projektu je tvorba a udržiavanie verejne prístupnej otvorenej databázy leteckých informácií a tvorba máp. [13] Údaje v tejto databáze sú kontrolované, a sú relatívne spoľahlivé (aj keď teda pochopiteľne sú poskytované “tak ako sú”, bez akejkoľvek záruky správnosti). Aktualizované dáta sa zverejňujú podľa AIRAC cyklu, čo je rozvrh aktualizovania leteckých informácií, ktorý je vo veľa štátoch spoločný. Takto sa dá docieľiť to, že aktualizácie leteckých dát sa udejú naraz, a v dostatočnom predstihu sa vie, aké budú.

OpenAIP

Podobne ako pri Open Flight Maps, aj pri tomto projekte je cieľom tvorba verejne prístupnej, otvorenej databázy leteckých informácií. [14] Na rozdiel od Open Flight Maps tu nie sú dáta tak prísne kontrolované, a na to, aby niekto editoval alebo pridával dáta sa stačí zaregistrovať. Výhodou tejto databázy je, že sa tam nachádza veľmi veľa malých plôch, ktoré nie sú letiská, ale sú to napríklad len súkromné plochy alebo plochy

pre letecké poľnohospodárske práce, ktoré sú ale často použiteľné v prípade bezpečnostného pristátia. Takéto malé plochy v iných databázach, napríklad v Open Flight Maps nie sú. Nevýhodou väčšieho množstva dát, a jednoduchšej možnosti dáta pridávať je menšia spoľahlivosť týchto dát. Tento problém sa často týka najmä rádiových frekvencií.

Letecké informačné príručky (AIP)

Tento zdroj, na rozdiel od predchádzajúcich dvoch nie je tvorený komunitou dobrovoľníkov, ale je v pravidelných cykloch publikovaný príslušným leteckým úradom. To znamená, že dáta z toho zdroja sú zaručené a správne. Nevýhodou je, že sú často (najmä v okolitých štátoch) dostupné len ako `html` alebo `pdf`, a teda pre ďalšie použitie ich treba najprv spracovať.

1.5 Výškové dáta

Existujú rôzne spôsoby ako získať výškové dáta. Najjednoduchší je použiť nejaké API ako napríklad Google Elevation API, alebo Mapbox Elevation API. Problémom týchto API je, že nám vedia poskytnúť výškové informácie iba o jednom bode, resp. o malej množine bodov, sú platené od počtu požiadaviek, a na zisťovanie výškových dát pochopiteľne treba internetové pripojenie.

Ako sme popisovali v časti 1.2.4, pre naše potreby potrebujeme získať informácie o veľkom množstve bodov, a v lietadle sa nedá spoliehať na signál mobilných dát, takže je treba používať iný spôsob získavania týchto informácií.

Riešenie, ktoré sa zvykne používať, sú dáta získané s projektu SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Tieto dáta pochádzajú z radarového snímkovania z raketoplánu Endeavour, v priebehu februára 2000 a sú voľne dostupné.

Dáta boli postupom času viac krát opravované, a od roku 2014 je dostupná verzia 3, ktorá má vyplnené prázdne miesta, ktoré sa nepodarilo správne zosnímkovať.[11] Sú ponúkané dva produkty: dáta s rozlíšením na 1 uhlovú sekundu, teda na štvorci zhruba 30x30m, a s rozlíšením na 3 uhlové sekundy, teda štvorci zhruba 90x90m. [11] Na účel modelu terénu pre leteckú navigáciu sú obe rozlíšenia dostatočné.

1.6 Existujúce riešenia

V tejto časti rozoberieme existujúce letecké navigácie a zhodnotíme ich vlastnosti, a funkcie ktoré ponúkajú.

Letecké navigácie môžeme v zásade rozdeliť na také, ktoré sú vstavané v lietadle ako samostatný prístroj, a také, ktoré sa inštalujú do tabletu alebo mobilného telefónu

ako aplikácia.

V tejto časti rozoberieme najmä letecké navigácie, ktoré nie sú certifikované a teda nemôžu byť zastavané v certifikovanom lietadle, môžu byť používané len na zvýšenie situačného prehľadu, a nie ako primárny navigačný zdroj.

Väčšina leteckých navigácií ponúka zhruba rovnaké možnosti: zobrazovanie leteckých priestorov, letísk, plánikov letísk a zobrazovanie informácií o počasí. Preto sa zamerajme najmä na veci, ktoré konkrétny produkt má navyše oproti ostatným, alebo sa nám páči ako je nejaká konkrétna funkčnosť navrhnutá.

1.6.1 Vstavané letecké aplikácie

Takýto druh navigácií má z hardvérového hľadiska niekoľko výhod: zariadenie môže byť pripojené na externú GPS anténu, a teda mať presnejší signál, zariadenie je prispôbené na tento účel, teda vie mať vhodne veľkú obrazovku, vhodné hardvérové ovládacie prvky. Vie tiež byť prepojené s ostatnými prístrojmi a senzormi v lietadle a teda vie kombinovať dáta z nich s GPS dátami, resp. ostatné zariadenia v lietadle vedia používať GPS dáta z tohoto zariadenia.

Opíšme niekoľko vstavaných navigácií do lietadla.

Garmin G3X Touch

Toto zariadenie nie je len navigácia, ale zobrazuje aj letové a motorové prístroje. V našom opise sa ale zameriame len na vlastnosti súvisiace s navigáciou. Zariadenie má dotykovú obrazovku. Okrem zobrazovania bežnej mapy ponúka aj zobrazovanie zjedušenej mapy, na ktorej nie sú topografické údaje, ale len letecké dáta. Zobrazuje samozrejme informácie o letiskách, priestoroch a aj výškové dáta. Má veľa pekných vlastností, ako napríklad pri navigovaní na letisko zobrazuje predĺženú os dráhy, zobrazuje smer k najbližšiemu letisku, alebo zobrazuje varovania pred priestormi v blízkosti. Poskytuje tiež zobrazovanie podrobných plánikov letísk. [6]

Ponúka aj niekoľko funkcií, ktoré sa nedajú realizovať pomocou telefónu/tabletu, ako je prístup k informáciám o počasí a o okolitej prevádzke pomocou satelitného pripojenia, resp. prijímača ADS-B.

Na tejto navigácii sa nám nepáči spôsob, akým zobrazuje topografické informácie, konkrétne že nezobrazuje názvy dedín alebo menších miest, a to ani pri použití podrobnejších topografických máp. Je to nepríjemné v prípade ak pilot chce porovnávať informáciu zobrazovanú navigáciou s mapou, keďže takto sa na obrazovke navigácie ťažko hľadajú orientačné body.

Dynon SkyView

Podobne ako Garmin G3X Touch, ani toto zariadenie nie je len navigácia, ale poskytuje aj možnosť zobrazovať letové alebo motorovné prístroje. [4] Na rozdiel od Garminu G3X Touch toto zariadenie vo verzii Classic nie je dotykové, ale inak má veľmi podobné vlastnosti. Aj napriek dvom otočným viacsmerovým voličom na krajoch obrazovky je práca s navigáciou menej príjemná ako v prípade ak je obrazovka dotyková. Tiež vie zobrazovať informácie o počasí a okolitej prevádzke pomocou satelitného resp. ADS-B pripojenia. [4]

Táto navigácia je viac otvorená užívateľskému prispôbeniu, napríklad oproti Garminu G3X Touch, táto navigácia ponúka možnosť pridávať používateľské body vo formáte `csv`.

1.6.2 Aplikácie do tabletu/mobilného telefónu

Tieto navigácie majú oproti vstavaným navigáciám tú výhodu, že je možné si pomocou nich urobiť navigačnú prípravu aj mimo lietadla.

Prvé 3 opisované navigačné aplikácie majú zaujímavú funkčnosť, ktorú nemala ani jedna vstavaná navigácia, ktorú sme opisovali: Ponúkajú možnosť zobraziť profil naplánovanej trasy, teda zobraziť terén v okolí trasy, priestory a letiská, niektoré dokonca aj počasie, čo vie pomôcť pri plánovaní trasy, najmä plánovanie výšky letu s ohľadom na obmedzené priestory a terén.

Pozrime sa podrobnejšie na niekoľko navigačných aplikácií do tabletu.

ForeFlight

Veľmi rozsiahla aplikácia, ktorá okrem bežného zobrazovania leteckých informácií ponúka možnosť prepojenia s navigáciami v rôznych lietadlách. K dispozícii je iba pre iOS. Ponúka možnosť 3D zobrazenia počasí v okolí lietadla, resp. pozdĺž naplánovanej trasy. [5]

SkyDemon

Táto aplikácia ponúka okrem aplikácie do mobilného telefónu aj aplikáciu do počítača, kde je možnosť urobiť navigačnú prípravu, a potom ju preniesť do zariadenia. [2] Samozrejme, má všetky funkcie, ktoré bežne majú letecké navigácie. Na rozdiel od ostatných aplikácií má mierne netypickú vizuálnu schému, rozdielnu od všetkých ostatných navigácií, ktoré sme videli.

Garmin Pilot

Garmin Pilot je aplikácia pre Android aj pre iOS. Keďže jej autorom je firma Garmin, tak ovládanie a aj vlastnosti sú veľmi podobné ako pri Garmin G3X Touch. Aplikácia ponúka možnosť bezdrôtového prepojenia s rôznymi zariadeniami od Garminu, s ktorými vie zdieľať letové a GPS informácie, rovnako ako informácie o počasí, alebo okolitej prevádzke. Toto prepojenie tiež ponúka možnosť prenášať naplánované trasy medzi aplikáciou v mobile/tablete a vstavaným zariadením v lietadle. [7] [8]

Fly is fun

Táto aplikácia je k dispozícii iba pre Android. Keďže nebola vyvíjaná firmou, ale ako voľnočasový projekt, tak pôvodne nebola platená. Letecké informácie, ktoré zobrazuje, sú preberané často z voľne dostupných zdrojov ako je napríklad Open flight maps. Ponúka veľmi veľa možností nastavení a veľmi zaujímavá je možnosť importu a vytvárania vlastných dát, ako sú napríklad vlastné mapové podklady, letiská, plány letísk, priestory a podobne. Aplikácia vie zobrazovať aj meteorologické informácie, ktoré získava pomocou mobilných dát. [1]

Záver

Na záver už len odporúčania k samotnej kapitole Záver v bakalárskej práci podľa smernice [16]: „V závere je potrebné v stručnosti zhrnúť dosiahnuté výsledky vo vzťahu k stanoveným cieľom. Rozsah záveru je minimálne dve strany. Záver ako kapitola sa nečísluje.“

Všimnite si správne písanie slovenských úvodzoviek okolo predchádzajúceho citátu, ktoré sme dosiahli príkazmi `\glqq` a `\grqq`.

V infromatických prácach niekedy býva záver kratší ako dve strany, ale stále by to mal byť rozumne dlhý text, v rozsahu aspoň jednej strany. Okrem dosiahnutých cieľov sa zvyknú rozoberať aj otvorené problémy a námety na ďalšiu prácu v oblasti.

Abstrakt, úvod a záver práce obsahujú podobné informácie. Abstrakt je kratší text, ktorý má pomôcť čitateľovi sa rozhodnúť, či vôbec prácu chce čítať. Úvod má umožniť zorientovať sa v práci skôr než ju začne čítať a záver sumarizuje najdôležitejšie veci po tom, ako prácu prečítal, môže sa teda viac zamerať na detaily a využívať pojmy zavedené v práci.

Literatúra

- [1] Fly is Fun, User Guide. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://www.funair.cz/downloads/manuals/flyisfun.pdf>.
- [2] SkyDemon Flight-Planning and Navigation User Guide. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://www.skydemon.aero/help/manual.pdf>.
- [3] *FAA-H-8083-18, Flight Navigator Handbook*. United States Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2011.
- [4] Dynon Avionics, Inc. Dynon SkyView, Pilot's User Guide, rev. AD. [Citované 2021-12-25] Dostupné z https://www.dynonavionics.com/includes/guides/SkyView_Classic_Touch_Pilots_User_Guide-Rev_AD_v16.pdf.
- [5] ForeFlight. Pilot's Guide to Foreflight mobile. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://www.funair.cz/downloads/manuals/flyisfun.pdf>.
- [6] Garmin Ltd. or its subsidiaries. Garmin G3X Touch, Pilot's Guide, rev. S. [Citované 2021-12-24] Dostupné z https://static.garmin.com/pumac/190-01754-00_s.pdf.
- [7] Garmin Ltd. or its subsidiaries. Garmin Pilot for Android, rev. W. [Citované 2021-12-24] Dostupné z https://static.garmin.com/pumac/190-01532-00_w.pdf.
- [8] Garmin Ltd. or its subsidiaries. Garmin Pilot for iOS, rev. AH. [Citované 2021-12-24] Dostupné z https://static.garmin.com/pumac/190-01501-00_ah.pdf.
- [9] Google. Google Maps Platform. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://developers.google.com/maps>.
- [10] M. Grotz, K. Grotz, and L. Keller. *Učebnice pilota, Letecká navigace*. Svět křídel, 2013.
- [11] Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. Shuttle Radar Topography Mission. [Citované 2021-01-03] Dostupné z <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.

- [12] Mapbox. Mapbox Documentation. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://docs.mapbox.com/>.
- [13] open flightmaps association. About, A short introduction to the open flightmaps Association or OFMA. [Citované 2021-12-21] Dostupné z <https://www.openflightmaps.org/about/>.
- [14] openAIP. openAIP - Worldwide aviation database. [Citované 2021-12-21] Dostupné z <https://www.openaip.net/>.
- [15] osmdroid. osmdroid wiki. [Citované 2021-12-25] Dostupné z <https://github.com/osmdroid/osmdroid/wiki>.
- [16] Univerzita Komenského v Bratislave. Vnútorný predpis č. 7/2018, Úplné znenie vnútorného predpisu č. 12/2013 Smernice rektora Univerzity Komenského v Bratislave o základných náležitostiach záverečných prác, rigorózných prác a habilitačných prác, kontrole ich originality, uchovávaní a sprístupňovaní na Univerzite Komenského v Bratislave v znení dodatku č. 1 a dodatku č. 2 smernica rektora Univerzity Komenského v Bratislave o základných náležitostiach záverečných prác, rigorózných prác a habilitačných prác, kontrole ich originality, uchovávaní a sprístupňovaní na Univerzite Komenského v Bratislave, 2013. [Citované 2020-10-19] Dostupné z https://uniba.sk/fileadmin/ruk/legislativa/2018/Vp_2018_07.pdf.
- [17] P. Willits, M. Abbott, and L. Kailey. *Private Pilot Manual*. Jeppesen Sanderson, Inc, 2004.

Príloha A: obsah elektronickej prílohy

V elektronickej prílohe priloženej k práci sa nachádza zdrojový kód programu a súbory s výsledkami experimentov. Zdrojový kód je zverejnený aj na stránke <http://mojadresa.com/>.

Ak uznáte za vhodné, môžete tu aj podrobnejšie rozpísať obsah tejto prílohy, prípadne poskytnúť návod na inštaláciu programu. Alternatívou je tieto informácie zahrnúť do samotnej prílohy, alebo ich uviesť na oboch miestach.

Príloha B: Používateľská príručka

V tejto prílohe uvádzame používateľskú príručku k nášmu softvéru. Tu by ďalej pokračoval text príručky. V práci nie je potrebné uvádzať používateľskú príručku, pokiaľ je používanie softvéru intuitívne alebo ak výsledkom práce nie je ucelený softvér určený pre používateľov.

V prílohách môžete uviesť aj ďalšie materiály, ktoré by mohli pôsobiť rušivo v hlavnom texte, ako napríklad rozsiahle tabuľky a podobne. Materiály, ktoré sú príliš dlhé na ich tlač, odovzdajte len v electronickej prílohe.