

ROZPTÝLENIE POZORNOSTI PILOTA GNSS PRIJÍMAČOM POČAS VFR LETU

DISTRACTION OF THE PILOT'S ATTENTION BY THE GNSS RECEIVER DURING VFR FLIGHT

Ivana Ondrejková

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia
ondrejkoval0@stud.uniza.sk

Iveta Škvareková

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia
iveta.skvarekova@fpedas.uniza.sk

Abstract – The main goal of this paper is to propose a methodology for measuring the distraction of pilot attention by GNSS receivers during flight in visibility. To carry out future research, we will use a vision tracking device, thanks to which we can monitor the collocation of the pilot's attention during individual tasks. There search will be attended by three pilots in training, according to the number of flying hours, they will be classified as beginner, intermediate and advanced. Testing will take place on the flight simulator L410 UVP-E20, which is located in the premises of LVVC ŽU at the airport in Dolný Hričov. The aim of the work will be to find out if and how much the GNSS receiver disturb the pilot during the flight in the flight level and during the visual approach to landing regarding to his experience and the number of flying hours. Subsequent analysis of the data provided by the questionnaires showed that a pilot with more flying hours, detailed theoretical knowledge and longer experience with a GNSS receiver should be less disturb and should be able to effectively distribute his attention among all instruments. While a pilot with less number of flying hours without theoretical knowledge and previous experience with a GNSS receiver should be disturbed and inconsistent during visual landing.

Key words – eye track technology, VFR flight, GNSS receiver, flight simulator, distractions of attention.

I. ÚVOD

Letecká doprava používa rôzne systémy navigácie. Od druhej polovice minulého storočia letci, v určitej miere, používajú aj satelitnú navigáciu. Tá sa v priebehu rokov zdokonaľovala, spresňovala a rozširovala, vyvíjali sa ďalšie systémy, stavali sa ďalšie, lepšie satelity pre pokročilú navigáciu. Globálne navigačné satelitné systémy (GNSS) sú v dnešnej dobe spustené dvaplné funkčné systémy (GPS a GLONASS) a dva systémy v počiatkových fázach (Galileo a BeiDou). O týchto systémoch si viac povieme v prvej kapitole, kde spomenieme napríklad výšku jednotlivých satelitov, čas za ktorý obehnú okolo

Zeme, počet satelitov a iné. Tiež sa oboznámime s tromi úrovňami obežných dráh tzv. orbitov. [4]

V druhej kapitole si zanalyzujeme súčasný stav v leteckej doprave vzhľadom na našu tému. Pozrieme sa na niekoľko štúdií zaoberajúcich sa prispôbením oka svetlu a tme, vizuálnej únavy u pilota, to znamená ako na pilota pôsobí zmena svetla, a taktiež si priblížime vplyv automatizácie prístrojov v pilotnej kabíne na pilota a jeho zručnosti. [5][6]

V tretej kapitole opíšeme návrh metodiky merania. Opíšeme jednotlivé navrhované subjekty merania a to v troch kategóriách (pokročilý, mierne pokročilý a začiatočník), ďalej opíšeme navrhovanú techniku na uskutočnenie výskumu, to znamená letový simulátor L410 UVP E20, v rámci ktorého je zahrnutý GNSS prijímač Garmin GTN 750 a technológiu Eye track SMI ETG 2w.

Ďalej si povieme o nalietavaných trajektóriách budúceho výskumu a postup tohto testovania. Celý výskum sa v budúcnosti bude vykonávať v budove LVVC ŽU na letisku Dolný Hričov.

Ďalší výskum sa bude sústreďovať na rozptyľovanie pilotovej pozornosti Garminom GTN 750 v najrizikovejšej fáze letu, čiže priblíženie na pristátie a samotné pristátie, na porovnanie budeme sledovať pohľad pilota aj počas letu v hladine a to už spomínaným zariadením SMI ETG 2w.

Počas výskumu sa budeme zaoberať dvomi výskumnými otázkami: Ako veľmi GNSS prijímač ovplyvňuje pozornosť pilota počas VFR letu? Čo by mohlo pomôcť pilotovej pozornosti k lepšiemu a efektívnejšiemu riadeniu letúna?

II. NÁVRH METODIKY PRÁCE

V tejto kapitole sa budeme zaoberať návrhom metodiky merania na zistenie vplyvu GNSS prijímača na troch pilotov vo výcviku počas letu za viditeľnosti. Toto meranie bude prebiehať na letovom simulátore L410 UVP-E20, nachádzajúcom sa v budove LVVC ŽU. Piloti budú mať na sebe okuliare – technológiu Eye track SMI ETG 2w, ktorá zabezpečí a zaznamená sledovanie pilotovho pohľadu v kokpíte, na základe čoho budeme schopní zanalyzovať napríklad ako často sledoval

GNSS prijímač, v našom prípade Garmin GTN 750, v akej fáze letu naň pozrel, ako dlho naň hľadel a iné. V ďalšej kapitole - Analýza údajov a výsledky meraní budeme hovoriť o možných dátach získaných pomocou ETG softvérom BeGaze.

TESTOVANÉ SUBJEKTY

Vzhľadom na miesto konania testovania subjektov – LVVC ŽU na letisku Žilina, Dolný Hričov, sme vybrali troch študentov Žilinskej univerzity, študijného programu Profesionálny pilot s ohľadom na dĺžku a intenzitu ich doterajšieho výcviku.

Ako prvé sme rozdelili pilotov do troch kategórií: začiatočník, mierne pokročilý a pokročilý v rámci integrovaného výcviku LVVC.

TESTOVACIA TECHNOLÓGIA

Letový simulátor letúna L410 UVP-E20 s dvoma turboturbovrtuľovými motormi – TTPS s možnosťou spätnej väzby. Hardvér simulátora má reálne rozmery kokpitu letúna v mierke 1:1, spĺňa požiadavky potrebné pre simulátor kvalifikácie „EASA FTD Level 2“ a zároveň FNPT II MCC v zmysle štandardov CS-FSTD (A), a platných predpisov a noriem v SR. Simulátor obsahuje prístrojové a avionické vybavenie pre dennú a nočnú prevádzku, za normálnych aj sťažených meteorologických podmienok, umožňuje nácvik palubných úkonov a postupov, ovládanie pohonných jednotiek ako aj obsluhu lietadlových systémov. Piloti si môžu precvičiť a osvojiť techniku pilotáže v rôznych letových režimoch, konfiguráciách a letových podmienkach. [7] TTPS je schopné simulovať rôzne poruchy letúna, čiže posádka si môže nacvičiť normálne, abnormálne a núdzové postupy. Samozrejmosťou je aj nácvik komunikácie s riadiacim letovej prevádzky. Zariadenie je ovládané pomocou počítačov napojených na zbernice. Súčasťou simulátora je simulačný, riadiaci a komunikačný softvér potrebný na ovládanie kokpitu napojeného a kompatibilného s navrhnutým vizualizačným systémom. Kokpit simulátora je vybavený klimatizačným zariadením. [1]



Obrázok 1: TTPS L410 UVP-E20 – kokpit [1]

Garmin GTNTM 750 je zariadenie na prijímanie, vyhodnocovanie a zobrazenie prijímaného satelitného signálu, navigáciu a komunikáciu. Vizualizuje celý letový plán vrátane odletov, priletov, vizuálnych a prístrojových priblížení, vyčkávacích postupov a ďalších. Obsahuje približovacie schémy a potenciálne nebezpečenstvá, ako sú terén, počasie a premávka,

na dynamickej globálnej pohyblivej mape, čím sa zvyšuje povedomie o situácii. GTN 750 kombinuje veľký, intuitívny 6,9-palcový dotykový displej s tlačidlom určeným na priame ovládanie a dvojitém koncentrickým gombíkom na efektívny prístup k informáciám. Možnosť Connxt pridáva aktualizácie bezdrôtovej databázy a zdieľa polohu GPS, počasie, dopravu a ďalšie informácie s navolenými mobilnými zariadeniami a prenosnými počítačmi Garmin. Medzi rozšírené možnosti, ktoré sú k dispozícii, patria hlasové povely, globálne textové / hlasové hovory a iné. Garmin tiež poskytuje prístup k aktuálnym informáciám o počasí: METAR, TAF, smer a rýchlosť vetra, teplota vzduchu, NOTAM a ďalšie. Taktiež vizuálne a zvukovo upozorňuje na potenciálne konflikty v rušnom vzdušnom priestore. GTN 750 sa môže integrovať do vybraných systémov TCAS. [2]



Obrázok 2: Zobrazovacia jednotka GTN™ 750 [2]

Okuliare na sledovanie pohľadu očí SMI ETG 2w sú navrhnuté na zachytenie prirodzeného vnímania pohľadu danej osoby v reálnom čase. Táto technológia bola odskúšaná v extrémnych podmienkach viac ako 100000 užívateľmi a poskytuje vynikajúcu odolnosť, pohyblivosť a ľahké používanie pre širokú škálu skutočných úloh. Analytický softvér SMI BeGaze je často využívaný pre svoje efektívne zhromažďovanie údajov o pohľadoch účastníkov, ktoré zabezpečuje jedinečnú technológiu SMI SGM (Semantic Gaze Mapping). SMI BeGaze umožňuje kvalitatívnu vizualizáciu aj kvantitatívnu analýzu údajov sledovania očí a videozáznamy. Ako záznamová jednotka sa používa Samsung Galaxy S4, ktorý umožňuje viac ako trojhodinový záznam a úplnú mobilitu aj pri veľmi dynamických úlohách. [3]

Tabuľka 1: Technické parametre zariadenia SMI ETG 2w [3]

Hmotnosť okuliarov	47g
Kalibrácia	Bez kalibrácie; 1-3 bodová kalibrácia; Korekcia kalibrácie offline
Presnosť pozície pohľadu	0,5° na všetky vzdialenosti
Frekvencia snímania	60 Hz binokulárne

Rozlíšenie kamery	1280x960p @24 fps; 1024x720p @30 fps; HDR (highdynamicrange) režim s vysokou citlivosťou pri slabom osvetlení
Rozsah sledovania pohľadu	80° horizontálne, 60° vertikálne
Video formát	Zorné pole: 60° horizontálne, 46° vertikálne
Kompatibilita	Kontaktné šošovky a okuliare (+/- 4 dioptrie)
Bezdrôtové riadenie	Online video s kurzorom na pohľad, stav sledovania, obrázky očí; Bezdrôtové ovládanie a komentovanie zaznamenávané vo Windows zariadení



Obrázok 3: SMI ETG 2w [3]

NALIETAVANÉ TRAJEKTÓRIE

Testovanie bude simulované na vzletovej a pristávacej dráhe 06 na letisku LZZI, pretože piloti vo výcviku sú s ňou dobre oboznámení, a teda ich nebude vyrušovať neznalosť letových postupov na danej dráhe a letisku.

Jedna fáza testovania je aj vizuálne priblíženie na pristátie dráhy 06. Túto fázu letu sme vybrali kvôli náročnosti na sústredenie a pretože je to najkritickejšia fáza letu, a pilot by mal venovať svoju pozornosť výlučne na priblíženie a následné pristátie. Čiže by sa nemal zbytočne rozptyľovať sledovaním GNSS prijímača a iných menej podstatných prístrojov, pre úspešné pristátie.

POSTUP TESTOVANIA

Testovanie bude prebiehať podľa nasledujúcich bodov:

1. Predletová príprava a oboznámenie sa so simulátorom
2. Kalibrácia zariadenia Eye track
3. Let v hladine
4. Vizuálne priblíženie

5. Dotazník

Počas predletovej prípravy sa všetci traja piloti spolu s inštruktorom oboznáma s plánovaným postupom testovania. Vzhľadom na pilota – začiatočníka, prebehne aj teoretické oboznámenie s GNSS prijímačom. Oboznáma sa s kokpitom simulátora L410 UVP-E20, s jeho palubnými prístrojmi a absolvujú krátky skúšobný let. Následne sa začne s kalibráciou zariadenia Eye track.

Zariadenie Eye track sa kalibruje pomocou zamerania na tri konkrétne body. Testovaný subjekt, postavený 1,5 metra od vyznačených bodov na tabuli, musí nehybne stáť a priamo sústrediť svoj zrak na konkrétne body, ktoré mu budú postupne určené, pokiaľ nie je zariadenie skalibrované. Po kontrole správnosti kalibrácie a prípadnej úprave kamier na sledovanie pohľadu, môže pilot začať v danom postupe.

Testovanie začne vzletom z dráhy 06 LZZI, následným stúpaním a uvedením lietadla do vodorovného letu v hladine, kde sa začne nahrávaním videozáznamu technológiou Eye track. Pilot bude následne požiadaný, aby sa oboznámil s meteorologickou situáciou na letisku LZZI, čím presunie pozornosť na GTN™ 750. Neskôr začne s postupmi na vizuálne priblíženie, kedy bude požiadaný, aby pomocou Garminu skontroloval hustotu prevádzky vo vzdušnom priestore LZZI v osi dráhy, tým pádom tiež presunie svoju pozornosť na GNSS prijímač. Po nasledovnom pristáti, bude pilot požiadaný o vyplnenie dotazníka, ktorý je súčasťou prílohy práce.

III. ANALÝZA ÚDAJOV A PREDPOKLADANÉ VÝSLEDKY

Z vyplnených dotazníkov je zrejmé, že pilot s najväčším počtom nalietaných hodín je najmenej rušený GNSS prijímačom a naopak pilot s najmenej nalietanými hodinami by bol menej koncentrovaný na úkony počas priblíženia na pristátie. Tiež z údajov vyplynula potreba dôkladnej predletovej prípravy ako aj predošlé podrobné teoretické znalosti. Dotazníky nám teda naznačujú odpoveď na prvú výskumnú otázku: Ako veľmi GNSS prijímač ovplyvňuje pozornosť pilota počas VFR letu? Tiež nám poskytuje jasnú odpoveď na druhú výskumnú otázku: Čo by mohlo pomôcť pilotovej pozornosti k lepšiemu a efektívnejšiemu riadeniu letúna?

Budúci výskum by mohol priniesť jasnú odpoveď na prvú výskumnú otázku. Mohli by sme zistiť koľko percent pozornosti za určitú dobu pilot upiera svoj zrak na GNSS prijímač v porovnaní s inými prístrojmi alebo na vonkajšie prostredie, keďže celý výskum sa týka letu za viditeľnosti. Výskum by mohol tiež predložiť zistenia, ktoré prístroje piloti najviac používajú, v akom množstve respektíve ako často a v akom poradí.

Namerané údaje budeme analyzovať pomocou softvéru na spracovanie údajov zo zariadenia Eye track. Obraz, ktorý nám poskytne zariadenie ETG rozdelíme na jednotlivé oblasti záujmu, podľa potreby. V našom prípade si zvolíme tri oblasti záujmu-vonkajšie prostredie (RWY), GNSS prijímač (Garmin GTN 750) a kokpit (prístrojové vybavenie). Následne si vytvoríme grafy s percentuálnym podielom zotrvania pohľadu pilota na jednotlivé oblasti záujmu, počas rôznych fáz letu. Keďže sa jedná o VFR let, predpokladáme, že najväčší percentuálny podiel pozornosti, bude

pilot venovať sledovaniu vonkajšieho okolia. Na základe tohto predpokladu, môžeme stanoviť hypotézy:

H₀: Pilot bude venovať viac ako 50% celkového času sledovaniu vonkajšieho okolia.

H₁: Pilot bude venovať menej ako 50% celkového času sledovaniu vonkajšieho okolia.

Predpokladáme, že menej skúsený pilot bude veľmi ovplyvnený GNSS prijímačom vo fáze priblíženia na pristátie, nebude dostatočne sústredený, bude sa dopúšťať väčších či menších chýb. Ďalej predpokladáme, že aj po dôkladnej predletovej príprave a s podrobnými teoretickými znalosťami, ale bez skúseností, bude pilot značne rozptýľovaný GNSS prijímačom. Čiže sa domnievame, že najdôležitejšie sú skúsenosti s daným prijímačom za letu respektíve skúsení piloti s väčším počtom nalietaných hodín s daným typom GNSS prijímačom budú viac flexibilní a teda menej rušení počas letu. Na základe tohto predpokladu sme si stanovili hypotézy:

H₀: Menej skúsení piloti budú mať vyšší percentuálny podiel zotrvania pozornosti na GNSS prijímači počas letu.

H₁: Menej skúsení piloti budú mať nižší percentuálny podiel zotrvania pozornosti na GNSS prijímači počas letu.

IV. ZÁVER

Bakalárska práca prináša návrh na skúmanie rozptýlenia pozornosti pilota počas VFR letu GNSS prijímačom. Táto práca prináša odporúčania pre pilotov vo výcviku, ktorí začínajú lietať a ešte nepracovali s GNSS prijímačom a ďalší výskum by tieto odporúčania mohol potvrdiť a doplniť.

V prvej časti práce rozoberáme rôzne GNSS systémy, ich parametre a využitie. Následne boli zanalyzované poučné štúdie o GNSS systémoch, ich využití v letectve, výhodách aj nevýhodách týchto systémov.

Navrhli sme metodiku merania k budúceho výskumu, navrhované testované subjekty sú piloti vo výcviku, každý s iným počtom nalietaných hodín, aby sme vedeli porovnať ich skúsenosti vzhľadom na ich zaradenie vo výcviku. Ďalej sme navrhli použitie simulátora L410 UVP-E20, ktorého súčasťou je Garmin GTN 750 a súčasne sme navrhli použiť technológiu Eye track ETG SMI 2w so softvérom BeGaze na sledovanie pohľadu letiaceho pilota. Následne sme si zvolili časti letu, v ktorých sa bude pozornosť pilota sledovať, a to v letovej hladine, počas priblíženia na pristátie a pri samotnom pristátí, keďže posledné dve sú najrizikovejšie fázy letu.

Vybraní piloti vo výcviku vyplnili dotazník. Analýza údajov z dotazníkov preukázala, že GNSS prijímač čiastočne odvádza ich pozornosť od riadenia letúna. Čiže môžeme predpokladať, že GNSS prijímače odvádzajú pozornosť všetkých pilotov bez predošlého podrobného teoretického školenia, respektíve dôkladná teoretická znalosť daného typu prijímača nadobudnutá pred praktickým lietaním by mohla značne ovplyvniť pilotovu pozornosť v pozitívnom smere a bol by viac sústredený na pilotáž. Vyplnené dotazníky sú súčasťou prílohy.

Navrhnutý výskum by mohol konkrétnejšie zodpovedať na výskumné otázky, ktoré boli stanovené hneď v úvode tejto práce. Realizovaním tohto merania, dôjde

k potvrdeniu alebo vyvráteniu stanovených hypotéz, ktoré boli určené na základe predpokladov, získaných počas písania bakalárskej práce a počas spracovania dotazníkov.

Naša práca má tiež poukázať na dôležitosť teoretických znalostí pred vstupom do kokpitu. Taktiež je veľmi dôležité praktické osvojenie si využívania GNSS prijímača počas letu, keďže v budúcnosti pravdepodobne úplne vytlačí klasickú navigáciu z kokpitu. Rovnako je dôležité praktické lietanie s GNSS prijímačom v núdzových a kritických situáciách kedy by sa mal pilot vo výcviku naučiť venovať pozornosť výlučne lietanu a zbytočne sa nerozptyľovať prijímačom GNSS.

Z vlastných skúseností môžem potvrdiť, že prvý kontakt s GNSS prijímačom v kokpite môže byť rušivý natoľko, že sa pilot menej sústreďí na klasickú navigáciu a spolieha sa na mapu v GNSS prijímači. Aj preto sa domnievam, že teoretické vedomosti a praktické zručnosti o danom type GNSS môžu pomôcť pilotovi uvedomiť si kedy sa má spoliehať na toto zariadenie a kedy je naopak lepšie venovať sa riadeniu letúna.

REFERENCIE

- [1] <https://www.lvvc.uniza.sk/sk/letecky-vycvik/vseobecne-informacie/simulatory>
- [2] <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/67886#additional>
- [3] www.smivision.com/en.html
- [4] BEŇO, L.; BUGAJ, M.; NOVÁK, A. Application of RCM principles in the air operations. In: *Komunikace*. 2005, 302 7(2), pp. 20-24.
- [5] NOVÁK, A.; MRÁZOVÁ, M. Research of physiological factors affecting pilot performance in flight simulation 325 training device. In: *Communications : scientific letters of the University of Žilina*. - ISSN 1335-4205. 2015, 326 Vol. 17, no. 3, pp. 103-107.
- [6] TURIÁK, M.; NOVÁK-SEDLÁČKOVÁ, A.; NOVÁK, A. Portable electronic devices on board of airplanes and their 330 safety impact. Conference: *International Conference on Transport Systems Telematics*, 2014, Vol. 471, pp. 331 29-37.
- [7] ŠKULTÉTY, F. 2019. *Simulátor leteckej dopravy: výskumná správa*. Žilina: Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline, 2019. 1 s.
- [8] NOVÁK, A. 2011. *Komunikačné, navigačné a sledovacie zariadenia v letectve*. Bratislava : DOLIS, 2015. - 212 s. ISBN 978-80-8181-014-5.
- [9] NOVÁK, A., TOPOLEČÁNY, R., BRACINÍK, T. 2009. *Výcvik leteckých posádok s využitím nových technológií*. Žilinská univerzita, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, 2009. - 94 s. ISBN 978-80-554-0108-9.
- [10] NOVÁK, A., HAVEL, K., & BUGAJ, M. 2018. Measurement of GNSS signal interference by a flight laboratory. Paper presented at the *Transportation Research Procedia* 35, pages 271-278. doi:10.1016/j.trpro.2018.12.011

Ivana Ondrejková –narodená v Zlatých Moravciach absolvovala v roku 2016 Gymnázium J. Kráľa v Zlatých Moravciach, následne od roku 2016 študovala na Žilinskej univerzite v Žiline odbor profesionálny pilot.