

STREAMLINING PILOT TRAINING WITH NEW SIMULATION TECHNOLOGIES

ZEFEKTÍVNENIE PILOTNÉHO VÝCVIKU POMOCOU NOVÝCH SIMULAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Filip Buránsky
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
buransky2@stud.uniza.sk

Iveta Škvareková
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
iveta.skvarekova@fpedas.uniza.sk

Abstract

The aim of the paper is based on a theoretical analysis to define several new simulation technologies that serve to streamline pilot training. The result was an evaluation of the effectiveness of individual simulation technologies. Part of the paper were also developed partial goals, which conditioned the fulfillment of the main goal of the final work. The theoretical part is devoted to the analysis of current trends in air transport, the characteristics of pilot training and the use of advanced technologies in the aviation industry, the incorporation of virtual and augmented reality to improve and streamline training. Furthermore, the comparison of individual intelligent glasses based on their technical parameters and subsequent evaluation of the most suitable glasses in terms of efficiency and usability in training is investigated. The result of the work is the selection of the most suitable smart glasses due to several advantages in terms of efficiency, increased concentration and simplification of pilot training.

Keywords

aviation training, augmented reality, AR glasses

1. Úvod

V práci sme sa zamerali na využitie a možnosti zefektívnenia progresívnych technológií v rámci leteckého výcviku. Dôvodom výberu bolo vyhodnotenie miery efektívnosti technológií s využitím rozšírenej reality a zakomponovanie daných zariadení do výcviku pilotov za účelom zjednodušenia, zefektívnenia a prispôbeniu sa procesov prebiehajúcich počas výučby. Na základe analýzy jednotlivých technických parametrov sme porovnali jednotlivé druhy inteligentných okuliarov s využitím AR technológií rozšírenej reality. Hlavným cieľom bolo na základe teoretickej analýzy vymedzenie viacerých nových simulačných technológií, ktoré slúžia na zefektívnenie pilotného výcviku. Výsledkom bolo vzájomná komparácia a vyhodnotenie efektivity jednotlivých simulačných technológií.

2. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Letecká doprava vo všeobecnosti tvorí dôležitý predpoklad pre dosahovanie hospodárskeho rastu a rozvoja. Uľahčuje integráciu do globálneho hospodárstva a poskytuje zásadné prepojenie v národnom, regionálnom aj medzinárodnom meradle. Pomáha vytvárať obchodné a pracovné príležitosti a rovnako podporovať cestovný ruch. Paralelne s globalizačným procesom vo svete sa najviac stala letecká doprava dôležitým, spoľahlivým a najrýchlejším spôsobom prepravy medzi krajinami a v rámci nich.

V minulom roku bol vo viacerých priemyselných odvetviach zaznamenaný nárast technologických a dizajnových prvkov, čo výrazným spôsobom urýchlila aj pandemická situácia ohľadne koronavírusu COVID-19 [1]. S vývojom technológií, rozvojom informačno-komunikačných technológií (IKT) a vedeckým

pokrokom bezprostredne súvisí nástup štvrtej priemyselnej revolúcie Industry 4.0. S pojmami ako sú napríklad virtuálna realita, digitalizácia, umelá inteligencia, robotizácia, automatizácia či internet vecí (Internet of Things) sa stretávame nielen v rámci viacerých činností v daných spoločnostiach, ale aj v bežnom [2].

Integráciu prvkov Industry 4.0, akými sú napríklad inovatívne technologické riešenia, automatizácia, digitalizácia či využívanie virtuálnej reality, môžeme vidieť v každej z oblastí leteckého priemyslu. Ako uvádza portál Future Travel Experience množstvo leteckých spoločností a letísk urýchlene prijalo za minulý rok množstvo bezkontaktných riešení. Jedným z príkladov je spoločnosť Etihad, ktorá v apríli ako prvá letecká spoločnosť vyskúšala nové bezkontaktné samoobslužné technológie [1]. Využívanie nových technológií tiež ponúka príležitosti na zlepšovanie kvality služieb cestujúcich v iných oblastiach, pričom štandardom sa majú stať vlastnosti produktu, ako je napríklad diaľkové a samoobslužné odbavenie, štítky s elektronickými taškami, elektronické nástupné brány či samoobslužné prevody [3].

Vo všeobecnosti zohrávajú inovácie v odvetví leteckej dopravy ústrednú úlohu. Sú impulzom pre realizáciu nových nápadov, podieľajú sa na zlepšovaní konkurencieschopnosti a rovnako predstavujú vznik nových trhových príležitostí. Nové technológie majú za cieľ posilniť bezpečnosť a výkonnosť letectva v záujme bezproblémového cestovania pre všetkých [4].

2.1. Výcvik pilotov

Letecká doprava má teda v súčasnosti za cieľ znižovať podiel leteckých nehôd v dôsledku zlyhania ľudského faktora. Kvalitný výcvik pilotov predstavuje v letectve dôležitú súčasť zvyšovania bezpečnosti. Vďaka postupnému technologickému rozvoju v letectve a pozemnej infraštruktúry sa letecká doprava stala nezávislou od neustále sa meniacich meteorologických podmienok [5]. V dôsledku technologického rozvoja sa už mnoho rokov za neodmysliteľnú súčasť leteckého výcviku považuje používanie rôznych typov simulátorov [6].

Letová simulácia je v súčasnosti rozhodujúca pre činnosť civilných aj vojenských leteckých organizácií. Veľká časť pilotného výcviku, ktorý sa predtým vykonával v lietadlách, sa v dnešnej dobe vykonáva v letových simulátoroch. Dôvodom, prečo je použitie simulačnej techniky pre výcvik pilotov efektívnejšie je hneď niekoľko: prispieva k zvýšeniu bezpečnosti letectva, k vyšetrovaniu leteckých nehôd, štúdiám konštrukcie lietadiel či simulácii letovej prevádzky [7]. Počas výcviku je úlohou letového simulátora umelo napodobňovať let lietadla v rôznych prostrediach a podmienkach [8].

V letectve je používanie simulácií na výcvikové účely dlhoročnou praxou. Moderná letecká simulácia sa v skutočnosti stala takmer nepostrádateľnou súčasťou učebných osnov leteckého výcviku. Avšak ani rôzne veľkoplšné simulátory s úplným využitím technologických výhod nezaručujú úspešnosť výcviku. Mala by sa nájsť rovnováha medzi využívaním rôznych simulačných techník a zručnosťami budúceho pilota [5].

V dôsledku technologického rozvoja a súčasných prvkov štvrtej priemyselnej revolúcie Industry 4.0, sa v rámci pilotného výcviku objavujú aj nové simulačné technológie, ktoré celý proces výcviku zefektívňujú.

2.2. Progresívne technológie pri výcviku pilotov

Technológia ako taká mení spôsob, akým žijeme, akým pracujeme, ako sa hráme. Nie je preto prekvapením, že svojím spôsobom mení a formuje aj charakter tréningu. Príchod internetu a digitalizácie mení takmer každý aspekt nášho každodenného života. Internet prináša zmenu paradigmy v spôsobe učenia sa ľudí a digitalizácia, vrátane virtuálnej reality a umelej inteligencie prináša rôzne inovácie v oblasti technológií [9]. Od adaptácie rôznych digitálnych trendov je možné potenciálne zvýšiť efektívnosť, pričom digitalizácia je dôležitá aj pre komerčnú oblasť leteckého priemyslu [6].

Automatizácia systémov a procesov v súčasnom leteckom priemysle spôsobila radikálnu zmenu v lietaní tým, že niektoré úlohy zdokonalila a, naopak, odstránila také funkcie a činnosti, ktoré predtým zastávali iní členovia posádky. Zavedením automatizácie sa postupne zmenila aj úloha pilota v kabíne – z funkcie riadenia sa jeho činnosť zmenila na funkciu monitoringu. V dôsledku veľkého množstva dát, ktoré piloti počas leteckého výcviku dostávajú je dôležité, aby sa naučili tieto informácie spracovávať správnymi technikami skenovania a rozložiť pozornosť počas celého výcviku. [10]

Pod pojmom rozšírená realita (AR = Augmented Reality) teda rozumieme jedinečnú kvalitu poskytovanú priameho spojenia medzi fyzickou realitou a virtuálnymi informáciami o tejto realite. Svet sa potom stáva používateľským rozhraním a vedie k známemu vyhláseniu. Môžeme teda povedať, že poskytuje

jednoduché a okamžité užívateľské rozhranie s elektronicky vylepšeným fyzickým svetom. [11]

Technológia rozšírenej reality (AR) sa stala veľmi populárnou vo viacerých odvetviach hlavne čo sa týka zábavy, letectva, obchodu aj zdravotníctva. V letectve sa rozšírená realita považuje za jednu z nevyhnutných inovácií na zabezpečenie bezpečnosti procesov. Aj tie najmenšie rozhodnutia, akými je napríklad kontrola počasia, čítanie ovládacích panelov, hodnotenie údržby lietadla, si v leteckom priemysle vyžadujú veľké úsilie. A práve tu sa AR stáva dokonalým riešením. [12]

V súvislosti s rozšírenou realitou sa v rámci zefektívnenia leteckého výcviku veľmi často používajú inteligentné okuliare s AR technológiou. Princíp zostáva rovnaký a to, že do reálneho sveta sa nám prostredníctvom nasadených AR okuliarov premietajú rôzne virtuálne informácie, čo pilotom umožňuje plne sa venovať riadeniu lietadla bez toho, aby sa museli pozerieť na palubnú dosku. Okuliare AR taktiež slúžia na podporu rozhodnutia pilota v neobvyklých situáciách. To by malo minimalizovať čas do prijatia rozhodnutia a vykonania súvisiacich následných opatrení. [13]

Základnými úlohami každého pilota by v zásade mali byť tri veci a to: letieť, navigovať a komunikovať. Na zníženie pracovnej záťaže by sa zariadenia AR mohli používať ako náhrada za úlohy druhého člena posádky. Dostupné digitálne informácie o relevantných údajoch o lietadle je možné získať pomocou okuliarov AR technológiou. Prostredníctvom AR okuliarov je možné všetky relevantné údaje pre bezpečnú a riadenú letovú prevádzku premietiť a zobrazovať v priamom zornom poli pilota. [13]

Používanie okuliarov s technológiou rozšírenej reality poskytuje rozsiahlu sadu funkcií, najmä pre obchodný a priemyselný sektor. Vďaka tomu sú okuliare AR hlavným hnacím motorom pre budúcnosť digitálnej práce [14].

V súvislosti s inováciami sa v rámci leteckého priemyslu stretávame aj s pojmom virtuálna realita. Na základe poznatkov uvedených v predošlej podkapitole by sme mohli povedať, že rozšírená realita sa teda týka technológií, v ktorej sú virtuálne objekty digitálne umiestnené do skutočného sveta. Základným rozdielom medzi rozšírenou (AR) a virtuálnou realitou (VR) je to, že technológie rozšírenej reality daným spôsobom vylepšujú reálne prostredie. [15]

Virtuálna realita je novou technológiou, ktorá sa neustále vyvíja a zahŕňa v sebe softvér poskytujúci ilustrácie a zvuk, ktorý je podobný tomu v reálnom svete. Virtuálna realita dáva teda prednosť vizuálnemu vnímaniu každého používateľa. [16]

Výcvik pilotov si vyžaduje určitú dotykovú interakciu s vybavením lietadla, aby si piloti mohli zvyknúť. Musia taktiež zažiť skutočné emócie z letu alebo z rôznych nepredvídateľ

ných ťažkých situácií, aby sa naučili bojovať proti stresu. Virtuálna realita si teda nachádza svoje využitie predovšetkým pri výcviku posádok v leteckom priemysle. Pohlcujúca technológia akou virtuálna realita je, môže byť užitočná jednak pre letecké spoločnosti a jednak pre výrobcov lietadiel. [17]

Zvyšovanie bezpečnosti v letectve priamoúmerne súvisí so zvyšovaním kvality a efektívnosti leteckého výcviku pilotov. Technológia sledovania očí Eye track predstavuje sľubnú metódu, ktorá môže pomôcť zamerať sa na najkritickejšie fázy

letu nielen pilotom, ale aj inštruktorom počas leteckého výcviku. [12]

So systémom sledovania očí nainštalovaným vo výcvikovom simulátore môže inštruktor ľahko určiť, ku ktorému bodu kokpitu pilot smeruje svoj pohľad. Tieto údaje možno tiež uložiť, aby inštruktor mohol následne skontrolovať výkon pilota. Sledovaním pohľadu sa inštruktorovi poskytuje dokumentácia k tomu, aby bol výcvik presnejší a zároveň efektívnejší. [18]

Od nástupu motorového letu prebiehali nepretržite vylepšenia leteckej technológie, ktorých výsledkom je rýchlejšia, spoľahlivejšia a bezpečnejšia letecká doprava. V súvislosti s rozvojom techniky sa v civilnej leteckej preprave objavuje technológia Head up displejov (HUD), ktoré taktiež napomáhajú pri skvalitňovaní a zefektívnení leteckého výcviku.. Head-up displeje umožňujú pilotom vidieť kľúčové letové prístroje pri sledovaní vonkajšieho sveta. Odstraňujú potrebu pozeráť sa na letové prístroje dole, čo vedie k zvýšeniu situačného povedomia a väčšej presnosti riadenia lietadla. [19]

3. Cieľ práce, metodika práce a metódy skúmania

Hlavným cieľom práce bolo na základe teoretickej analýzy vymedzenie viacerých druhov inteligentných okuliarov s technológiou rozšírenej reality ako nových simulačných technológií na zefektívnenie výcviku pilotov. Výsledkom bola vzájomná komparácia jednotlivých vybraných druhov okuliarov s AR technológiou a zhodnotenie ich efektivity.

Objektom skúmania boli viaceré druhy inteligentných okuliarov s využitím technológie rozšírenej reality (AR) od rôznych výrobcov. Na vzájomné porovnanie a následné zhodnotenie efektivity pre letecký výcvik sme si zvolili nasledovné druhy inteligentných okuliarov: Dream Glass 4K, Vuzix M400, Vuzix M4000, Epson Moverio BT40 a Hololens. Výberovú vzorku sme zvolili na základe preferencií a využívania v praxi.

4. Výsledky práce

Trh civilného letectva je vysoko konkurenčný a preto spoločnosti hľadajú spôsoby, ako zvýšiť svoju produktivitu a zoptimalizovať výrobný proces. Konštrukcia lietadla zahŕňa rôzne zložité výrobné procesy, ktoré vyžadujú vysokú dávku koncentrácie, znalostí a presnosti. Preto chyby, ktorých následkom sú enormné straty spoločností, nie sú prípustné.

Rozšírená realita predstavuje v letectve ďalšiu možnosť, ktorou je nositeľné zariadenie AR, ktoré dokáže zvýšiť efektivitu montáže lietadiel a spoločnosť Airbus je jednou z prvých, ktorá túto technológiu vyskúšala. Ako už bolo spomenuté na začiatku, proces výroby lietadiel je zložitý a ak sa dá niečo zjednodušiť, je potrebné využiť túto veľkú príležitosť. [20]

Spoločnosť Airbus s vývojármi rozšírenej reality spolupracovala na vytvorení aplikácie AR pre inteligentné okuliare Vuzix AR, pre zjednodušenie procesu montáže sedadiel v kabíne. Z tohto nápadu sa stalo funkčné riešenie za necelý mesiac. Pracovník je schopný umiestniť značkovače sedadiel až šesťkrát rýchlejšie pomocou prekrytých kontextových pokynov a nezanechať žiadny priestor pre chyby. Spoločnosť Airbus plánuje túto technológiu AR implementovať do ďalších liniek montáže lietadiel, aby ešte viac zvýšila efektivitu. [20]

Vo výskumnej časti práce sme v rámci skúmania nových simulačných technológií ako prvkov na zvýšenie efektivity výcviku pilotov skúmali jednotlivé typy inteligentných okuliarov s AR technológiou. V nasledujúcich podkapitolách sme uviedli charakteristiku viacerých druhov inteligentných okuliarov od rôznych typov výrobcov.

4.1. Inteligentné okuliare Dream Glass 4K

Okuliare s AR technológiou Dream glass 4K majú zorný uhol 90 stupňov a sú schopné do reálneho priestoru premietiť obsah v ekvivalente obrazovky s uhlopriečkou 5,08 metra. Táto obrazovka môže zobrazovať takmer čokoľvek, od pracovnej plochy počítača, cez film až po leteckú simuláciu. [21]

AR okuliare DreamGlass 4K sa môžu pripojiť k viacerým zariadeniam (smartfón, herná konzola, notebook) prostredníctvom HDMI konektora alebo USB-C portu. Okuliare sú vybavené klasickým 3,5 mm konektorom pre pripojenie slúchadiel. Výhodou je, že toto zariadenie je ľahké, váži len 185 gramov a funguje dobre aj v prípade, že používateľ nosí dioptrické okuliare. Integrovaná batéria má výdrž približne päť hodín na jedno nabitie. [21]



Obrázok 1: Vizuál okuliarov Dream Glass 4K. Zdroj: [21].

4.2. Inteligentné okuliare Vuzix M400

Vuzix M400 je dnes štandardom v priemysle inteligentných okuliarov. Flexibilná kombinácia metód interakcie, ako sú hlasové príkazy, gestá touchpadu a ovládacie tlačidlá. V zariadení sú implementované vysokovýkonné fotoaparáty a poskytujú najlepšie dostupné videostreamy zabalené v robustnom funkčnom dizajne, ktorý umožňuje prácu v skutočných pracovných prostrediach. [22]

Inteligentné okuliare Vuzix s procesorom Qualcomm Snapdragon XR1, ktorý je určený pre inteligentné okuliare a AR aplikácie doručí najvyššiu úroveň výkonnosti v priemysle. Do obchodnej aplikácie sú konštantne dodávané nové aplikácie, ktoré zvyšujú efektivitu, presnosť a zručnosť okuliarov. [22]



Obrázok 2: Vizuál okuliarov Vuzix M400. Zdroj: [22].

4.3. Inteligentné okuliare Vuzix M4000

Model okuliarov Vuzix M4000 obsahuje odolnú lítium-polymérovú batériu, ktorá je vyrobená tak, aby umožnila dlhú prácu. Vuzix je jediné riešenie na trhu, ktoré umožňuje vypnúť batériu za chodu bez nutnosti vypínania. Obsahuje odolný prehliadač s hmotnosťou 3,5 oz. Dôležitým komponentom je ultraľahký priehľadný vlnovod s rozsiahlym zorným poľom 28 stupňov. Detail s fotoaparátom PDAF s uhlopriečkou 12,8 MP a streamovanie videa v rozlíšení 4K 30 snímok za sekundu. [23]

Štartovacia súprava M4000 pridáva všetko príslušenstvo pre uchytenie hlavy a powerbanku s predĺženým použitím a vďaka flexibilným možnostiam montáže je kompatibilný s takmer všetkými čiapkami, prilbami, štítkami na tvár alebo okuliarmi. [23]



Obrázok 3: Vizuál okuliarov Vuzix M4000. Zdroj: [23].

4.4. Inteligentné okuliare Epson Moverio BT40

Okuliare s AR technológiou Epson Moverio BT40 sa cez USB-C pripájajú ku kompatibilným zariadeniam (smartfóny, tablety, notebooky) a je možné ich využívať ako sekundárny displej, podobne ako externé monitory k notebookom. Moverio BT-40 prinášajú výhodu veľkého kvalitného displeja, ktorý si zobrazí len daný používateľ, ide teda niečo podobné ako slúchadlá na počúvanie hudby bez toho, aby sa vyrušovalo okolie. Sú vhodné pre používateľov mimo kancelárie a ďalších verejných priestorov, kde má ochrana súkromia a pohodlia svoje miesto. [24]

Okuliare Moverio BT-40 taktiež poskytujú virtuálnu pracovnú stanicu, ktorá sa v čase pandémie skvele hodí aj pre home-office. Používatelia sú schopní naplno užiť komfort vďaka lepšiemu dizajnu, dokonca ani dioptrické okuliare nepredstavujú prekážku. Moverio BT-40S ponúkajú možnosť inteligentnej riadiacej jednotky s OS Android pre vloženie vlastného softvéru. Riadiaca jednotka Moverio je kompatibilná s Google Play a prispôbená pre celý rad komerčných aplikácií. Okuliare disponujú integrovanou dotykovou obrazovkou, rozširiteľnou pamäťou do 2 TB a stupňom krytia IPX2. Riadiaca jednotka ponúka pripojenie Wi-Fi, Bluetooth, GPS, kompas, akcelerometer, gyroskop, kameru, blesk, mikrofón a audio konektor. Batéria zvládne 5 hodín prehrávania videa. [24]

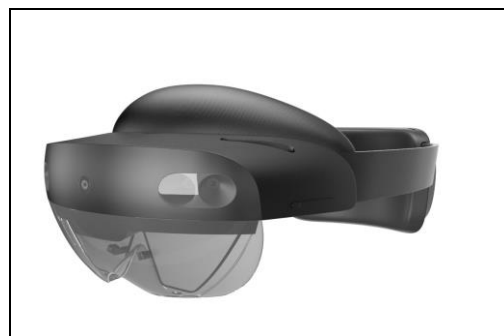


Obrázok 4: Vizuál okuliarov Epson Moverio BT40. Zdroj: [24].

4.5. Inteligentné okuliare HoloLens

Microsoft HoloLens, vyvíjaný ako Project Barabooje sú inteligentné okuliare s rozšírenou realitou vyvinuté a vyrábané spoločnosťou Microsoft. HoloLens bol prvý náhlavný displej s platformou Windows Mixed Reality pod operačným systémom Windows 10. HoloLens je zobrazovacia jednotka pripevnená k hlave, spojená s nastaviteľnou čelenkou, ktorá umožňuje okuliare nakláňať vo vertikálnom smere a taktiež v smere horizontálnom. [25]

Predná časť náhlavnej súpravy obsahuje značný počet senzorov so súvisiacim hardvérom vrátane kamier. Pomocou pokročilých objektívov sú obrazy premietané a vyobrazené v spodnej polovici. Je nutné, aby boli okuliare HoloLens kalibrované na interpupilárnu vzdialenosť. Pozdĺž spodných okrajov po stranách sa nachádzajú malé, červené, 3D zvukové reproduktory s redukciou šumu pre, ktoré konkurujú prémiovým zvukovým systémom. Zvuk, ktorý je týmito reproduktormi produkovaný, dokáže simulovať priestorové efekty, ktoré umožňujú vnímať a lokalizovať zvuk pochádzajúci z virtuálneho bodu alebo miesta. [25]



Obrázok 5: Vizuál okuliarov HoloLens. Zdroj [25].

Na hornom okraji okuliarov sa nachádzajú tlačidlá s odlišným tvarom- jedno konkávne, jedno konvexné, aby ich bol užívateľ schopný odlíšiť dotykom. Na konci ľavého ramena je tlačidlo napájania a rad piatich LED svetidiel, slúžiacich na indikáciu stavu systému, takisto stavu batérie a nastavenia napájacieho či pohotovostného režimu. Pozdĺž spodného okraja je umiestnený vstup USB 2.0 a 3,5 mm zvukový konektor. [25]

4.6. Technické parametre vybraných typov inteligentných okuliarov s AR technológiou

Na základe informácií, ktoré sme uviedli v predchádzajúcich podkapitolách, sme kvôli lepšej prehľadnosti vybrané typy inteligentných okuliarov od rôznych výrobcov a ich technické parametre spracovali do prehľadnej tabuľky (Tabuľka 1) zobrazenej nižšie. Tabuľka nám neskôr poslúžila na vyhodnotenie a vzájomné porovnanie jednotlivých zariadení a zhodnotenie efektívnosti ich použitia pre výcvik pilotov.

Nižšie zobrazená tabuľka (Tabuľka 1) sa teda skladá z piatich rôznych typov inteligentných okuliarov s AR technológiou, pričom ku každej z nich sme vypísali aj ich výrobcu. Ďalej v tabuľke sme uviedli sedem technických parametrov, ktoré sme v diskusnej časti okomentovali.

Tabuľka 1: Technické parametre vybraných typov inteligentných okuliarov s AR technológiou. Zdroj: Autori.

	Dream Glass 4K	Vuzix M400	Vuzix M4000	Epson Moverio BT40	HoloLens
Výrobca	Dream Glass	Vuzix	Vuzix	Epson	Microsoft
Technické parametre					
Typ displeja	4K UHD	Monokulárny LED	Monokulárny LED	OLED	Stereoskopický priehľadný
Platforma	Android	Android	Android		Microsoft
Výdrž batérie	5 hodín	2 až 8 hodín	4 až 12 hodín	2 až 5 hodín	2,5 až 5,5 hodín
Zorné pole (v stupňoch)	90°	19°	19°	34°	35°
Senzory	Kompas, gyroskop, akcelerometer	Kompas, gyroskop, akcelerometer	Kompas, gyroskop, akcelerometer	Kompas, gyroskop, akcelerometer	Kompas, gyroskop, akcelerometer
Rozlíšenie	3840x1080	640x360	854x480	1920x1080 (30Hz)	1280x720
Konektivita	Bluetooth, WiFi, GPS	Bluetooth, WiFi, GPS	Bluetooth, WiFi, GPS	Bluetooth, WiFi	Bluetooth, WiFi

5. Diskusia

V predošlej kapitole sme popísali jednotlivé typy inteligentných okuliarov s AR technológiou, ktoré slúžia na zefektívnenie leteckého výcviku pilotov. V závere kapitoly sme kvôli lepšiemu prehľadu zostrojili tabuľku (Tabuľka 1), kde sme uviedli vybrané typy inteligentných okuliarov a ich jednotlivé technické špecifikácie. Do úvahy sme brali viaceré kritériá, ktoré nám pri porovnávaní pomohli vybrať najvhodnejšie okuliare použiteľné pri výcviku pilotov.

V rámci nami vybranej vzorky inteligentných okuliarov je najčastejšie využívaným typom displeja monokulárny LED displej, ktorý bol ale časom nahradený za efektívnejší, ostrejší a presnejší displej OLED 4K, ktorý majú vstavaný okuliare Dream glass 4K. Okuliare sú schopné snímať 90 stupňový uhol, čo predstavuje značnú výhodu oproti konkurenčným značkám inteligentných okuliarov, keďže pilotovi vo výcviku umožňujú poskytnúť širokospektrálny pohľad a tým pádom zrozumiteľnejšie vyčítanie informácií či pokynov. Medzi ďalšie výhody oproti konkurenčným značkám patrí jednoznačne možnosť ponechať si dioptrické okuliare počas využívania inteligentných okuliarov Dream glass 4K, keďže poskytujú dostatočne veľké miesto pre ich uskladnenie. Obsahujú senzory ako kompas, gyroskop a akcelerometer, ktoré sú samozrejmosťou pri danom type progresívnych technológií. Výdrž batérie po dobu piatich hodín prakticky umožňuje využívať zariadenie počas dlhšie trvajúcej výučby. Rozlíšenie 3840x1080 pixelov rozhodne okuliare Dream glass 4K posúva medzi prvé priečky vo výbere daného typu technológií s využitím rozšírenej reality.

Okuliare Vuzix 400 využívajú technológiu Monokulárneho LED displeja, ktorý umožňuje výber preferovanej strany tváre popri využívaní. Výhoda monokulárneho LED displeja spočíva v nízkej hmotnosti zariadenia a tým pádom je zariadenie možné používať niekoľko hodín po sebe bez pocitu ťažkej prídavnej hmotnosti. Na základe porovnania v tabuľke nachádzajúcej sa v predchádzajúcej kapitole sme zistili, že displej s rozlíšením 640x360 pixelov je pri využívaní základných funkcií počas výcvikového procesu ako sú napríklad senzory s informáciami

o rýchlosti, výške, či základnej navigácii dostatočne zreteľný a postačujúci pre využitie vo výcviku pilotov. Konektivita pomocou funkcií ako sú Bluetooth, WiFi či GPS, rozširuje možnosti prepojenia zariadenia s viacerými prídavnými technológiami, mobilnými zariadeniami, či tabletmi.

Pri porovnaní modelu Vuzix M400 s technicky vyspelejším zariadením rovnakej značky, avšak rozdielneho typu Vuzix M4000, sme dospeli k záveru, že zariadenie Vuzix M4000 je preferované hlavne kvôli dlhšej výdrži batérie a to až o 4 hodiny a umožní počas výcviku využívať zariadenie bez nutnosti nabíjania po krátkej dobe. Vyššie rozlíšenie displeja a to 854x480 pixelov poskytuje podobný pohľad a zážitok ako displej s menším počtom pixelov pri zariadení Vuzix M400. Zorné pole pri oboch zariadeniach predstavuje hodnotu 19 stupňov, čo pri porovnaní so zariadením Dream glass 4K je viac ako štvornásobne menšia hodnota, čo však neovplyvní zážitok zo zariadenia, nakoľko potrebné základné informácie sú pred pilotom zobrazené neustále a je schopný spozorovať ich aj v zornom poli o hodnote 19 stupňov. Tri doposiaľ opísané zariadenia fungujú na platforme Android, ktorá spĺňa všetky potrebné kritéria pre potrebu konektivity, rozšírenia prepojenia s viacerými zariadeniami, či využívania aplikácií spätých s danou platformou.

Ďalším zariadením, ktoré sme zahrnuli do tabuľky (Tabuľka 1) z predchádzajúcej kapitoly a je konkurencieschopné voči ostatným porovnávaným zariadeniam sú okuliare s rozšírenou realitou Epson Moverio BT40. Displej s využitím technológie OLED, ktorá predstavuje značnú inováciu v prostredí so zariadeniami s využitím rozšírenej reality a umožňuje väčší odstup v kontrastnom pomere a podstatne väčší uhol viditeľnosti obrazu oproti displeju s technológiou LED. Využitie v rozsahu 2 až 5 hodín je pomerne dostačujúce pre využitie vo výcviku pilotov. Možnosť pripojenia zariadenia ku kompatibilnému smartfónu, tabletu alebo počítaču pomocou rozhrania USB-C a nasledovným získaním širokouhlého obrazu s rozlíšením Full HD 1080p, ktorý je podobný externému monitoru alebo projektoru poskytuje osobný kinematografický zážitok. Zorné pole s hodnotou 34 stupňov je postačujúce pre zaradenie daných okuliarov do výcviku pilotov. Konektivita pomocou funkcií Bluetooth a WiFi rovnako ako u porovnávaných konkurentov poskytuje pomerne dostatočné prepojenie s prídavnými technológiami a zariadeniami.

Zariadenie HoloLens vyvíjané spoločnosťou Microsoft plní funkciu plnohodnotných okuliarov s využitím rozšírenej reality nakoľko stereoskopický displej poskytuje binokulárnu paralaxu. Displej s rozlíšením 1280x720 pixelov poskytuje dostatočný vizuálny zážitok a bezchybné vyčítanie údajov. Senzory ako kompas, gyroskop a taktiež akcelerometer sú obsiahnuté aj pri tomto zariadení a tak bolo možné zaradiť ho do porovnania s ostatnými zariadeniami. Výdrž batérie s porovnateľnou hodnotou ako pri ostatných okuliaroch 2 až 5 hodín predstavuje takisto možnosť využívania daného zariadenia po dobu časovo náročnejšieho výcviku.

Na základe analýzy technických parametrov jednotlivých typov inteligentných okuliarov sme dospeli k záveru, že najvhodnejším typom okuliarov, ktoré výcvik pilotov dokážu najviac zefektívniť sú okuliare značky Dream Glass 4K. Je to z dôvodu najkvalitnejšieho rozlíšenia displeja o hodnote 3840x1080 pixelov a mnohonásobne väčšieho zorného poľa oproti ostatným spomenutým konkurenčným zariadeniam.

Na základe vyššie uvedených informácií porovnávaných zariadení môžeme konštatovať, že efektívnosť využitia okuliarov pri leteckom výcviku sa prejavila v skrátenej dobe výcviku a zvýšením koncentrácie pilotov, keďže pri využití okuliarov nie je potrebná neustála kontrola hodnôt, zobrazených na displejoch nachádzajúcich sa pod zorným uhlom pilota vo výcviku. Potrebné informácie sú zobrazené priamo pred ním a nie je nútený znížovať svoju koncentráciu pri nevhodných meteorologických podmienkach, núdzových situáciách, či nepredpokladaných problémoch.

6. Záver

Na základe výskumu a analýzy technických parametrov sme dospeli k záveru, že inteligentné okuliare od firmy Dream Glass sú z nášho pohľadu najefektívnejšie v zakomponovaní do leteckého výcviku z viacerých hľadísk. Jednak vynikali svojou kvalitou v rozlíšení displeja o hodnote 3480x1080 pixelov a jednak mnohonásobne väčším zorným poľom v porovnaní s ostatnými inteligentnými okuliarmi s AR technológiou.

Najkvalitnejšie rozlíšenie vo forme 4K zohráva veľkú rolu pri všímvosti a vnímaní kontrolných hodnôt a potrebných údajov. Zorné pole je pre prehľadnosť dôležitým aspektom vnímania bodov a priestoru. Inteligentné okuliare predstavujú v leteckom priemysle značnú inováciu v rámci progresívnych technológií využívajúcich virtuálnu alebo rozšírenú realitu.

Po zisteníach sme dospeli k záveru, že sú neoddeliteľnou súčasťou leteckého výcviku v nasledujúcich rokoch. Nielen svojou praktickou stránkou využitia ale taktiež spojením súčasných metód s metódami, ktoré inteligentné okuliare s rozšírenou realitou po postupnom vývoji a zlepšovaní nedokonalostí budú sprostredkovať.

Referencie

- [1] FUTURE TRAVEL EXPERIENCE. 13 trends that will drive the air transport industry recovery in 2021. [online]. Dostupné na internete: <https://www.futuretravelexperience.com/2021/01/13-trends-that-will-drive-the-air-transport-industry-recovery-in-2021/> (citované 2021-04-25)
- [2] KARTANAITE, I. et al. 2021. Financial modeling trends for production companies in the context of Industry 4.0. In Investment Management and Financial Innovations, 2021, Vol. 18, Issue 1, pp. 270-284. ISSN 1810-4967.
- [3] BUDD, L. – ISON, S. 2020. Air Transport Management: An International Perspective. 2. edition. New York: Routledge, 2020. s. 111. ISBN 978-0-429-29944-5
- [4] Európska komisia. Oznámenie komisie európskemu parlamentu, rade, európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a výboru regiónov: Stratégia v oblasti letectva pre Európu. V Bruseli 7.12.2015
- [5] ŠKVAREKOVÁ, I. et al. 2020. Eye Track Technology in Process of Pilot Training Optimization. In 2020 New Trends in Aviation Development (NTAD). IEEE, 2020, pp. 206-210. ISBN 978-1-7281-7325-2. DOI: 10.1109/NTAD51447.2020.9379071
- [6] JENTSCH, F. – CURTIS, M. – SALAS, E. 2017. Simulation in Aviation Training: Critical Essays on Human Factors in Aviation. USA: Routledge, 2017. 540 p. ISBN 9781315243092.
- [7] PŘENOSIL, V. a kol. 2011. The concept of cooperative simulators. In Miroslav Hrubý. Distance Learning Simulation and Communication 2011. Brno: Univerzita obrany, 2011. s. 168-174. ISBN 978-80-7231-695-3.
- [8] Epic Flight Academy. What is a Flight Simulator? [online]. Dostupné na internete: <https://epicflightacademy.com/flight-simulator/> (citované 2021-04-29)
- [9] CENTO, A. 2009. The Airline Industry: Challenges in the 21st Century. Heidelberg: Physica-Verlag, A Springer Company, 2009. 184 p. ISBN 978-3-7908-2087-4.
- [10] HOLMQVIST, K. et al. 2011. Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures. Oxford, UK: Oxford University Press, 2011. 560 p. ISBN 978-0-19969708-3.
- [11] SCHMALSTIEG, D. – HÖLLERER, T. 2016. Augmented reality : principles and practice. USA, Indianapolis: Addison-Wesley, 2016. 496 p. ISBN 978-0-321-88357-5.
- [12] Good Work Labs. How Augmented Reality can Help in Improving Aviation Safety. [online]. Dostupné na internete: <https://www.goodworklabs.com/how-ar-can-help-in-improving-aviation-safety/> (citované 2021-04-29)
- [13] TRAN, H. et al. 2018. Single Pilot Operations with AR-Glasses using Microsoft HoloLens. In 2018 IEEE / AIAA 37. Digital Avionics Systems Conference (DASC). UK: IEEE Xplore, 2018, pp. 1-7. ISSN: 2155-7195. DOI: 10.1109 / DASC.2018.8569261.
- [14] KORTEKAMP, S. et al. 2019. The Future of Digitalwork – use cases for Augmented Reality Glasses. In Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS). Sweden, 2019. ISBN 978-1-7336325-0-8.
- [15] CAPUTO, A. et al. 2020. XR-Cockpit: a comparison of VR and AR solutions on an interactive training station. In IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). Vienna, Austria: IEEE, 2020, pp. 603-610. ISSN 1946-0759.
- [16] VALENTINO, K. – CHRISTIAN, K – JOELIANTO, E. 2017. Virtual Reality Flight Simulator. In Internetworking Indonesia Journal. Vol 9, No 1, 2017, pp. 21-25. ISSN 1942-9703.
- [17] VELICHKO, Michal. How Virtual and Augmented Reality Are Used in Aviation Training and Other Use Cases. In Jasoren. [online]. Dostupné na internete: <https://jasoren.com/how-virtual-and-augmented-reality-are-used-in-aviation-training-and-other-use-cases/> (citované 2021-05-01)
- [18] LYRHEDEN, F. 2019. How eye tracking will take aviation to new heights. In Smart Eye. Dostupné na internete: <https://smarte.se/blogs/how-eye-tracking-will-take-aviation-to-new-heights/> (citované 2021-05-03)

- [19] NICHOL, R. J. 2015. Airline Head-Up Display Systems: Human Factors Considerations. In International Journal of Economics & Management Sciences. New Zealand: Massey University, College of Business, 2015, Vol. 4, Issue 5, pp. 1-12. ISSN 2162-6359. DOI: 10.4172/2162-6359.1000248
- [20] International Airport Review. Smart glasses in the aviation industry: a fast developing technology. [online]. Dostupné na internete: https://www.internationalairportreview.com/article/68215/smart-glasses/?fbclid=IwAR0ZAFqchOV8EWRKbTV1ySB_GYYCGBQhEgsU_jAZ_v2KMzJ-6e6fqUu3XM4 (citované 2021-05-03)
- [21] Dream Glass. Dream Glass 4K/4K Plus. [online]. Dostupné na internete: <https://www.dreamworldvision.com/dream-glass-4k-4k-plus> (citované 2021-05-01)
- [22] Vuzix. Vuzix M400: Longevity Series. [online]. Dostupné na internete: <https://www.vuzix.com/products/m400-smart-glasses> (citované 2021-05-13)
- [23] Vuzix. Vuzix M4000: Longevity Series. [online]. Dostupné na internete: <https://www.vuzix.com/products/m4000-smart-glasses> (citované 2021-05-13)
- [24] Epson America. Moverio BT-40 Smart Glasses with USB Type-C Connectivity. [online]. Dostupné na internete: <https://epson.com/For-Work/Wearables/Smart-Glasses/Moverio-BT-40-Smart-Glasses-with-USB-Type-C-Connectivity-/p/V11H969020> (citované 2021-05-10)
- [25] KARTHIKA, S. – PRAVEENA, P. – GOKILAMANI, M. 2017. Hololens. In International Journal of Computer Science and Mobile Computing. Vol. 6, Issue 2, pp. 41-51. ISSN 2320-088X.