

NÁVRH METODIKY VÝCVIKU A UDRŽATEĽNOSTI SCHOPNOSTÍ PILOTÁŽE BEZPILOTNÝCH LIETAJÚCICH PROSTRIEDKOV

DRAFT OF THE TRAINING METHODOLOGY AND SUSTAINABILITY OF UAV PILOTAGE CAPABILITIES

Viliam Ažaltovič

Katedra leteckej dopravy
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
viliam.azaltovic@fpedas.uniza.sk

Iveta Škvareková

Katedra leteckej dopravy
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
iveta.skvarekova@fpedas.uniza.sk

Branislav Kandra

Katedra leteckej dopravy
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
branislav.kandra@fpedas.uniza.sk

Abstract

While the density of UAVs operations grow in the airspace the demands on their safe operation are increasing. Nowadays, the risk of an unmanned aerial vehicle colliding with an aircraft with another unmanned aerial vehicle or object is high as ever before. It is this ever-increasing danger that is the reason for training remote pilots, who will be able to safely control unmanned aerial vehicles. The goal of this article is to propose a pilot training methodology for the multicopter configuration of UAV. In the future, the proposed methodology may contribute to the development of rules for the training of remote pilots. The proposed methodology can be used in the future as a guide for the safe operation of unmanned aerial vehicles for the general public

Keywords

Training, UAV, piloting skills

1. Úvod

Využívanie bezpilotných lietajúcich prostriedkov v posledných rokoch zažíva veľký rozmach a rok čo rok sa využívajú v čoraz viac odvetviach. Používaním týchto prostriedkov hustne aj prevádzka vo vzdušnom priestore takže je potrebné, aby piloti bezpilotných lietajúcich prostriedkov poznali pravidlá a boli správne vycvičení na pilotáž týchto prostriedkov.

Podobne komplexne vypracovaná metodika zatiaľ na Slovensku, ani v zahraničí neexistuje. Navrhovaná metodika nemá slúžiť len pre odbornú výučbu pilotov na diaľku trénovaných na letecké práce s UAV, ale aj širokú verejnosť, ktorej popisované cvičenia môžu pomôcť so získaním správnych vedomostí a zručností na bezpečnú prevádzku UAV.

Žilinská Univerzita v Žiline poskytuje možnosť výcviku pilotov na bezpilotné lietajúce prostriedky a počas samotného výcviku na to používa UAV Mavic 2 Pro (obrázok 1) od čínskeho výrobcu DJI.

Pri návrhu metodickéj príručky je potrebné myslieť na to, že nie všetky bezpilotné lietajúce prostriedky majú rovnakú letovú konfiguráciu a teda ani spôsob ovládania.

V dnešnej dobe sú známe 2 letové konfigurácie bezpilotných lietajúcich prostriedkov.

- Koptérová konfigurácia - Bepilotný lietajúci prostriedok s pohyblivými nosnými plochami.
- Konfigurácia s pevným krídlom - Bepilotný lietajúci prostriedok s fixnými nosnými plochami.

Prevádzka bezpilotných lietajúcich prostriedkov týchto dvoch konfigurácií je značne rozdielna, preto sa aj v samotnom výcviku dáva dôraz na rozdielne cvičenia počas výcviku.

Príručka je vypracovaná chronologicky, teda na základe časovej postupnosti počas výcviku.



Obrázok 1 : Bepilotný lietajúci prostriedok DJI Mavic 2 Pro. Zdroj: <http://blog.aeromodel.sk/wp-content/uploads/2018/08/DJI-Mavic-2-8.jpg>

Základom výcviku na bezpilotných lietajúcich prostriedkoch je simulátor. Výcvik na simulátore je možné absolvovať dvomi rôznymi spôsobmi, a to:

- Komplexný výcvik – zameraný na získanie a osvojenie si všetkých potrebných zručností na riadenie bezpilotných leteckých prostriedkov.

- Zrýchlený výcvik – pokiaľ má pilot predchádzajúce skúsenosti s riadením dronov, je možné absolvovať tento typ výcviku.



Obrázok 2: Príklad bezpilotného lietajúceho prostriedku s pevným krídlom. Zdroj: www.shorturl.at/isKM2.

2. Simulátor

Dôležitou súčasťou výcviku je absolvovanie výcviku na simulátore. Každý typ konfigurácie si vyžaduje iný typ výcviku. Keďže je návrh tejto metodiky určený pre koptérovú konfiguráciu, bol pre ňu prispôsobený aj samotný simulátor.

Pre tento prípad bol vybraný simulátor, ktorého základ je headset virtuálnej reality aby bola zabezpečená simulácia v čo najvyššej možnej miere.

2.1. Komplexný výcvik

Aj v prípade výcviku na koptérovú konfiguráciu a rovnako aj v prípade výcviku na konfiguráciu s pevným krídlom v rámci komplexného výcviku je potrebné absolvovať výcvik na simulátore v trvaní 3 hodín, pričom každá hodina obsahuje špecifické manévry, ktoré je potrebné trénovať, a to:

- 1. Hodina – Počas prvej hodiny sa trénujú najdôležitejšie manévry pre bezpečnú prevádzku bezpilotných lietajúcich prostriedkov koptérovej konfigurácie:
 - Vzlet
 - Vísanie vo vzduchu nad bodom
 - Pristátie
- 2. Počas druhej hodiny na simulátore bude pilot trénovať cvičenia, ktoré mu dodajú schopnosť orientovať sa v priestore. Dôležitým prvkom je let proti sebe, keďže počas neho je smerové ovládanie UAV opačné, a teda je potrebné aby si pilot zvykol aj na takéto riadenie.
 - Let proti sebe
 - Kružnica
 - Štvorec

Tieto cvičenia prispievajú k nadobudnutiu potrebných manuálnych letových zručností, aby pilot následne zvládol aj náročnejšie letové trajektórie.

- Počas poslednej – tretej hodiny na simulátore bude skúsenejším pilotom zadaná letová trasa a zvolené geometrické útvary, ktoré musí pilot vo výcviku zvládnuť. Cvičenie pozostáva z kompletného letu, teda vrátane úspešného vzletu a pristátia.

Pilot musí zvládnuť záverečnú skúšku, aby mohol pokračovať vo výcviku so skutočným bezpilotným prostriedkom.

2.2. Zrýchlený výcvik na simulátore

Pokiaľ pilot vo výcviku má už predchádzajúce skúsenosti s pilotovaním bezpilotného lietajúceho prostriedku, je možné absolvovať zrýchlený výcvik v trvaní jednej hodiny. V rámci zrýchleného výcviku bude otestovaný skúsenejším pilotom, či zvláda základné manévry a je oboznámený aj s orientáciou pilotovania bezpilotného lietajúceho prostriedku v priestore. Počas tohto cvičenia bude pilotovi vo výcviku zadaná letová trasa, ktorú musí odletieť. To, či je pilot vo výcviku schopný pilotáže v dostatočnej miere, je na rozhodnutí skúsenejšieho pilota a jeho subjektívnom názore.

Len v prípade pozitívneho výsledku je možné zrýchlený výcvik akceptovať a pilot môže pokračovať vo výcviku so skutočným bezpilotným lietajúcim prostriedkom. Pilot pritom musí preukázať základné znalosti pilotovania bezpilotného prostriedku v priestore. Podmienky zrýchleného výcviku platia ako pre konfiguráciu s pevným krídlom, tak aj pre koptérovú konfiguráciu.

Pokiaľ bol pilot vo výcviku počas tréningu na simulátore úspešný, pokračuje následne vo výcviku so skutočným bezpilotným lietajúcim prostriedkom. Počas tohto tréningu absolvuje pilot vo výcviku s asistenciou skúsenejšieho pilota niekoľko letov prostredníctvom kanála „žiak – pilot“, a s jeho asistenciou bude trénovať cvičenia zo simulátora.

3. Predletová príprava

Ako takmer posledný krok k úspešnému a bezpečnému vykonaniu letu je dôsledná predletová príprava. Počas nej má pilot poslednú možnosť si otestovať všetky potrebné systémy a zistiť tak prípadné chyby v nastavení UAV.

Predletovú prípravu bezpilotného lietajúceho prostriedku koptérovej konfigurácie sa vykoná podľa nasledujúcich krokov:

- Kontrola stavu batérií
- Vizualná a mechanická kontrola nosných a funkčných častí
- Uistenie sa, že v blízkosti nie sú žiadne nebezpečné prekážky, ktoré by mohli narušiť hladký priebeh letu
- Zapísanie potrebných údajov do logbooku bezpilotného lietajúceho prostriedku
- Zapnutie vysielča a pripojenie batérie
- Kontrola správneho pohybu ovládacích plôch pohybom páčok na vysielči
- Kontrola ťahu motora pridaním plynu na úroveň, kedy bezpilotný lietajúci prostriedok ešte nevzlieta

4. Praktický výcvik

Pokiaľ pilot vo výcviku prešiel všetkými požadovanými podmienkami, môže byť následne pripustený k praktickému výcviku. Rovnako ako to bolo počas výcviku na simulátore aj praktická časť výcviku na koptérovej konfigurácii je odlišná od praktickej časti na konfigurácii s pevným krídlom.

Množstvo bezpilotných lietajúcich prostriedkov od rôznych výrobcov má vlastné letové módy s rôznymi stupňami stabilizácie, ktoré môžu byť využívané počas výcviku. Ako príklad je možné uviesť výrobcu DJI, ktorý poskytuje 3 letové módy. Využívanie týchto módov je prospešné nielen počas výcviku, ale aj v priebehu samotných misií, avšak treba počítať s istými obmedzeniami najmä čo sa týka rýchlosti letu. Pokiaľ je niektorý z módov dostupný na cvičnom bezpilotnom prostriedku, odporúča sa ho použiť.

Ako už bolo spomenuté, Žilinská Univerzita v Žiline využíva pre účely výcviku UAV DJI Mavic 2 Pro. Tento bezpilotný lietajúci prostriedok disponuje niekoľkými módmi, v ktorých je možné let vykonať.

4.1. Jednotlivé módy

4.1.1. Positioning (P-Mode)

Režim P funguje najlepšie, keď je signál GPS silný. Dron využíva GPS a systémy Vision na lokalizáciu, stabilizáciu a navigáciu medzi prekážkami. V tomto režime sú povolené inteligentné letové režimy.

Ak sú aktivované systémy vpred a vzad a sú dostatočné svetelné podmienky, maximálny uhol letovej výšky je 25°, maximálna rýchlosť letu vpred je 50 km/h a maximálna rýchlosť v smere dozadu je 43 km/h.

Dron sa automaticky prepne do režimu Attitude (ATTI), keď sú systémy Vision nedostupné alebo deaktivované, keď je signál GPS slabý alebo keď kompas zaznamená rušenie. Ak nie sú dostupné systémy Vision, lietadlo sa nemôže samo umiestniť alebo samočinne zabrzdíť, čím sa zvyšuje riziko potenciálneho nebezpečenstva letu.

4.1.2. Sport (S-Mode)

V Móde S sú systémy Vision vypnuté a dron používa GPS iba na určovanie polohy. Maximálna rýchlosť letu je 72 km/h.

Inteligentné letové režimy nie sú k dispozícii a lietadlo nedokáže zistiť prekážky alebo sa im vyhnúť.

4.1.3. Tripod (T-Mode)

T-Mode je založený na móde P. Rýchlosť letu je obmedzená, čo zvyšuje stabilitu lietadla počas natačania. Maximálna rýchlosť letu, maximálna rýchlosť stúpania a maximálna rýchlosť zostupu je 1 m/s. Inteligentné letové režimy v režime T nie sú dostupné.

Praktický výcvik začína s využitím P-módu a pilot vo výcviku trénuje pod dozorom skúseného pilota cvičenia zo simulátora.

Trvanie praktického výcviku je stanovené na 8 hodín, pričom môže byť individuálne predĺžené podľa potreby pilota vo výcviku a podľa požiadaviek skúseného pilota. Praktický výcvik bude rozdelený a lietaný na 2 módy. Prvých 6 hodín prebieha v móde P, pričom posledné 2 hodiny výcviku v tomto móde obsahujú špeciálne cvičenia popísané ďalej v tomto dokumente. Posledné 2 hodiny prebiehajú v móde S.

4.1.4. Výcvik v P-Móde

Počas prvých 4 hodín pilot vo výcviku trénuje cvičenia zo simulátora, keďže patria k tomu najdôležitejšiemu, čo potrebuje pilot ovládať. Intenzita tréningu a jednotlivých cvičení je individuálne upravená podľa požiadaviek skúseného pilota.

Posledné dve hodiny sú venované špeciálnym tréningom, ktoré prispejú k zvýšeniu zručností priamo v teréne.

5. Hodina tréningu je venovaná sledovaciemu cvičeniu. Skúsený pilot zvolí najprv statický a následne pomaly-pohyblivý cieľ, ktorý bude následne pilot vo výcviku sledovať. Pilot sleduje ciele dronom z diaľky stanovenej skúseným pilotom. Vzdialenosť sa určuje na základe veľkosti sledovaného cieľa.

6. Hodina tréningu prebieha za znížených podmienok viditeľnosti. Počas nočného letu je uskutočnený jeden nenáročný let, ktorý pozostáva len zo základných prvkov, a to:

- a. Vzlet
- b. Vísenie na mieste nad bodom
- c. Let proti sebe
- d. Pristátie

Výcvik v S-Móde

Počas posledných dvoch hodín výcviku na koptérovej konfigurácii sa lieta v športovom móde.

1. Hodina – Pilot vo výcviku si opäť zopakuje základné prvky zo simulátora aby si osvojil novú citlivosť riadenia dronu.

2. Hodina – Skúsený pilot zadá pilotovi vo výcviku opäť statický a pomaly-pohyblivý cieľ, ktorý pilot zo vzdialenosti určenej skúseným pilotom sleduje.

Tieto cvičenia v S-Móde slúžia na zopakovanie si všetkých naučených manévrov počas výcviku so zvýšenou citlivosťou a vyššou náročnosťou riadenia.

5. Záver

Navrhovaná metodika výcviku a udržateľnosti schopností pilotáže bezpilotných lietajúcich prostriedkov poskytuje nadobudnutie základných zručností pilotáže UAV. Využitie inteligentného letového simulátora, ktorý dokáže s využitím virtuálnej reality vierohodne nasimulovať určitú situáciu, v ktorej je pilot vo výcviku trénovaný, môže mať pozitívny vplyv na účinnosť výcviku.

Navrhovaná metodika môže poslúžiť ako odrazový mostík pre vytvorenie jednotného štandardizovaného postupu pri školení profesionálneho personálu na určitý typ bezpilotného prostriedku. Metodika poskytuje len výcvik na všeobecné

ovládacie schopnosti UAV, keďže nie všetci účastníci, budú využívať bezpilotný lietajúci prostriedok na rovnaké účely prevádzky.

Efektívny výcvik môže pri neustálom raste využívania UAV zohrávať dôležitú úlohu pri zvýšení bezpečnosti. Je nevyhnutné osvojiť si manuálne letové zručnosti aby pilot na diaľku dokázal počas núdzových situáciách lepšie a rýchlejšie reagovať.

Pod'akovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu **KEGA 046ŽU-4/2019** s názvom „*Inovácia vzdelávania v oblasti prevádzky lietadiel spôsobilých lietať bez pilota*“.

Referencie

Barcelona, S., Brenna, Analysis, M., (2015). of Ageing Effect on Li-Polymer Batteries Published online in ScientificWorldJournal doi: 10.1155/2015/979321

Fahlstrom, P. G., Gleason, J. T., 2012. Introduction to UAV Systems. ISBN 978-1119978664.

Holoda Š., Kandra B., 2016 Problematika a vývoj legislatívy bezpilotných prostriedkov - UAV na Slovensku, In: New trends in civil aviation 2016, Žilina: Žilinská univerzita, ISBN 978-80-554-1252-8. - S. 32-35.

K. Kersandt, G. Muñoz and C. Barrado, "Self-training by Reinforcement Learning for Full-autonomous Drones of the Future*," 2018 IEEE/AIAA 37th Digital Avionics Systems Conference (DASC), London, 2018, pp. 1-10, doi: 10.1109/DASC.2018.8569503.

Novák, A., Jůn F., Škultéty F., Novák-Sedláčková, A., 2019. Measuring possible impact of GNSS interference on instrument approach on RWY 06 LZLI, In: Perner's Contacts [electronic], ISSN 1801-674X (online). s. 59-69

Novak, A., Mrazova, M., 2015. Research of physiological factors affecting pilot performance in flight simulation training device. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 17.3, 103-107.

Rozhodnutie č. 2/2019 zo 14.11. 2019, ktorým sa určujú podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota a vyhlasuje zákaz vykonania letu určených kategórií lietadiel vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky, Dopravný úrad.

V. T. Nguyen, K. Jung and T. Dang, "DroneVR: A Web Virtual Reality Simulator for Drone Operator," 2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR), San Diego, CA, USA, 2019, pp. 257-2575, doi: 10.1109/AIVR46125.2019.00060.