

Vizualizační nástroj pro pilota dronu v brýlích HoloLens 2

Jakub Komárek*

Abstrakt

Cílem práce je tvorba moderního nástroje pro usnadnění obsluhy dronu. Nástroj, který autor vytvořil, si klade za cíl usnadnit plánovací rutinu obvyklých misí a pomoci při jejím bezpečném plnění. Nástroj byl vytvořen také s ohledem na legislativní omezení provozu dronů a přispívá k jejich korektnímu dodržování. Problematika je řešena za pomoci klient-server aplikace v prostředí rozšířené reality v brýlích HoloLens 2. Pro pomoc při pilotáži autor implementoval průhledové rozhraní/HUD, z angl. head-up display, který se pohybuje spolu s dronem a okolo něho zobrazuje užitečná data – výškoměr, rychloměr a záznam z kamery. Snadnější plánování misí přináší implementovaná 3D mini-mapa, která je kopií a zmenšeninou reálného světa. V této mapě pak pilot plánuje mise, vidí pozici dronu v reálném čase a veškeré informace z mapy se navíc zobrazují i v okolí pilota v reálném světě pomocí rozšířené reality.

*xkomar33@vut.cz, *Fakulta informačních technologií, Vysoké učení technické v Brně*

1. Úvod

Drony jsou stále častěji využívány pro operace v oblastech, které jsou v blízkosti zástavby, nebezpečných překážek a obyvatelstva. Pilotáž je proto v těchto podmínkách nelehký úkol. S použitím konvenčních prostředků musí pilot souběžně sledovat jak ovládaný dron, tak obrazovku ovladače (pro kontrolu letových dat či záznamu z kamery), což je v těchto obtížných oblastech mentálně náročné a může navíc vytvářet nebezpečné situace.

Při rozsáhlejších operacích navíc není v lidských silách dron řídit ručně po celou dobu úkolu, a proto se drony velmi často programují pro automatické vykonání mise pod dohledem pilota. S tím se pojí další rizika a problémy. Inspekce fasád či střech budov představují praktický příklad výše zmíněného. U úkolu tohoto typu je často nutné velmi pečlivě programovat misi dronu, aby při jejím provádění nedošlo k havárii. Prostředky umožňující kontrolu programu jsou však omezené.

Současné nástroje (např. UgCS¹) sice umožňují takové mise programovat, ale nedisponují žádnou možností, jak ověřit proveditelnost mise a zkontrolovat ji přímo v místě provádění. Programovací nástroje často nedisponují přesnými 3D modely budov, nezohledňují možnou zeleň v okolí stavby, či možné

neočekávané překážky, typu pouliční lampy nebo stavební jeřáby, které by mohly překážet při provádění mise.

Tato práce se věnuje řešení zmíněných problémů a to experimentální metodou vizualizace letových dat dronu v prostředí rozšířené reality, která má za úkol poskytnout prostředky pro zvýšení bezpečnosti, usnadnění pilotáže a zpříjemnění používání dronů.

Práce rovněž adresuje problematiku autonomních režimů pilotáže dronu tím, že se snaží ulehčit programování, vyhodnocení proveditelnosti a samotné vykonání misí dronů.

Toto dílo navazuje na závěrečné práce [1] a [2].

2. Implementovaná aplikace

Aplikace je typu klient-server a je napsána v herním enginu Unity s využitím knihoven VLC², Mapbox³ a ProBuilder⁴. Veškerá logika je psána v jazyce C#. Program potřebuje ke korektnímu fungování internetové připojení pro stažení aktuálních geografických dat z OpenStreet map (Mapbox), dle aktuální pozice operátora. Aplikace má globální pole působnosti a lze ji tedy plně užít kdekoliv.

²VLC knihovna – github.com/videlalva/vlc-unity.

³Mapbox knihovna – mapbox.com/unity.

⁴ProBuilder knihovna – unity.com/features/probuilder.

¹UgCS – sphengineering.com/flight-planning/ugcs.

Aplikace dále vyžaduje zdroj telemetrických dat dronu a záznam kamery dronu. Ty zajišťuje telemetrický sever⁵ a RTMP video server. Díky serverovému řešení je možné připojit do tohoto ekosystému další kompatibilní aplikace, jako je například monitorovací aplikace v notebooku. Zdrojem dat pro tyto servery je upravená aplikace DJI SDK⁶, která periodicky zasílá požadovaná data na příslušné služby. Jednotlivé komponenty systému jsou propojeny Wi-Fi Hotspotem.

Rozhraní implementované aplikace se skládá ze dvou hlavních částí. První je HUD widget, který zobrazuje letové a systémové veličiny spolu se záznamem z kamery (inspirováno [3, 4]). Tato část má za úkol snížit psychickou námahu pilota. Druhou částí programu jsou objekty mise rozmístěné v prostoru okolo operátora (inspirováno [5]), se kterými je manipulováno skrze 3D mini-mapu (inspirováno [6, 7]). Tato část má usnadnit programování a inspekci mise.

2.1 Komentář k plakátu

Na propagačním obrázku [0] lze vidět celý systém z pohledu třetí osoby. Před pilotem se nachází 3D mini-map, která slouží pro úpravy mise a celkový přehled o jejím provádění. Dále se v zorném poli pilota nachází průhledový HUD displej, který sleduje drona. V prostoru jsou dále rozmístěny objekty mise.

Plánování misí – 3D mini-map

Detailní pohled na 3D mini-mapu je na obrázku [1]. Textura zemského povrchu a střech domů je načtena ze satelitních snímků. Boky budov jsou generovány synteticky. Mapa obsahuje vizualizaci výškového převýšení. Editace prvků mise probíhá za pomoci intuitivního „drag and drop“ mechanismu (přetáhnutí rukou). Prvky jsou v reálném čase přenášeny do „Word-scale“ vizualizace. Díky 3D pohledu lze snadno plánovat i vertikální mise dronu.

Objekty mise – Word-scale vizualizace

Entity mise autor omezil na čtyři typy. **Waypointy** (modré koule) označují naplánovanou trasu, spojnice mezi nimi pak reprezentuje letovou dráhu dronu. **Body zájmu** (fialové koule) označují místa, které bude dron natáčet při průletu naplánovanou dráhou. **Bariéry** a **varování** jsou zóny, ve kterých by se dron neměl nacházet. Pokud se v těchto zónách dron ocitne, bude spuštěn poplach ve formě vizuálního indikátoru, po kterém následuje varovná zpráva pomocí syntetizátoru

hlasu. Obdobné chování bude provedeno v případě výpadku signálu nebo překročení výškového limitu. Bariéru lze zahlédnout na obrázku [0] a naplánovanou trasu, s viditelnou kolizí na obrázku [2].

Sledování dronu – HUD displej

Detailní pohled na HUD widget, který dron následuje je na obrázku [3]. Widget nalevo obsahuje páskový indikátor výšky, na středu zaměřovací kosočtverec a napravo přenos z kamery. Kompas, který se nachází nahoře, je statický (uživatel ho vidí na stejném místě) a pomáhá uživateli snadno lokalizovat dron a klíčové prvky mise.

Pro zaměřování dronu nešla použít GPS pozice kvůli nepřesnosti a pozdnímu času odezvy. Z tohoto důvodu byla použita data z jednotky IMU, která udávají rychlost ve třech osách dronu. Pro výpočet pozice bylo nutné řešit diferenciální rovnici pro pohyb objektu, kterou autor aproximoval Eulerovou metodou, viz rovnice (1). Vzhledem k velké délce kroku a nepřesnosti senzorů se v pozici dronu po krátké době objeví chyba. Tato chyba je redukována postupnou konvergencí k GPS pozici. Řešení může pracovat i bez signálu GPS (například v budovách).

$$x(t_0 + h) = x(t_0) + hv(t_0) \quad (1)$$

Rovnice 1: Rovnice popisující výpočet pozice za pomocí IMU jednotky, kde $x(t_0)$ je aktuální pozice dronu (vektor o velikosti 3), h je délka kroku (průměrně 0.25 s), v je vektor rychlosti. Po výpočtu vyjde nová pozice $x(t_0 + h)$.

3. Závěr

Článek popisuje experimentální rozhraní v rozšířené realitě pro pilota dronu. Rozhraní usnadňuje pilotáž dronu tím, že se pilot může plně soustředit na plnění mise a sledování dronu na obloze, kde zároveň vidí všechny potřebné informace. Oproti existujícím řešením nástroj umožňuje vidět naprogramované mise přímo v reálném prostředí, díky čemuž je možné misi na místě provádění zkontrolovat a případně modifikovat.

Poděkování

Děkuji panu Ing. Danielu Bambuškoví za odborné konzultace a pomoc při tvorbě práce.

Literatura

- [1] Marek Václavík. Vizualizační nástroj pro pilota dronu v microsoft hololens 2, 2021.

⁵Telemetrický server – github.com/robofit/drone_server.

⁶Upravená aplikace DJI SDK poskytující letová data – github.com/robofit/drone_dji_streamer.

- [2] Martin Kyjac. Vizualizační nástroj pro pilota dronu v microsoft hololens 2, 2022.
- [3] Hooman Hedayati, Michael Walker, and Daniel Szafir. Improving collocated robot teleoperation with augmented reality. In *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 78–86, 2018.
- [4] Konstantinos Konstantoudakis, Kyriaki Christaki, Dimitrios Tsiakmakis, Dimitrios Sainidis, Georgios Albanis, Anastasios Dimou, and Petros Daras. Drone control in ar: an intuitive system for single-handed gesture control, drone tracking, and contextualized camera feed visualization in augmented reality. *Drones*, 6(2):43, 2022.
- [5] Stefanie Zollmann, Christof Hoppe, Tobias Langlotz, and Gerhard Reitmayr. Flyar: Augmented reality supported micro aerial vehicle navigation. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 20(4):560–568, 2014.
- [6] Nico Li, Stephen Cartwright, Aditya Shekhar Nit-tala, Ehud Sharlin, and Mario Costa Sousa. Flying frustum: A spatial interface for enhancing human-uav awareness. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Human-Agent Interaction*, pages 27–31, 2015.
- [7] Yifei Liu, Nancy Yang, Alyssa Li, Jesse Paterson, David McPherson, Tom Cheng, and Allen Y Yang. Usability evaluation for drone mission planning in virtual reality. In *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Applications in Health, Cultural Heritage, and Industry: 10th International Conference, VAMR 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part II 10*, pages 313–330. Springer, 2018.