

Plánování výměn baterií dronů

Zdeněk Bouček¹

V letecké robotice je velká pozornost věnována dlouhodobým aplikacím s několika drony najednou (viz Shakhathreh et al. (2019)). Nasazení více dronů je problematické z hlediska koordinace, ale i monitoringu. Hrozí zvýšené riziko nehod a je třeba většího počtu operátorů. Problémem při velkém počtu dronů je vybíjení baterií. Většinou jsou drony napájeny Lithium-polymerovými akumulátory, které poskytují maximální dobu letu v řádu desítek minut. Poté je třeba dron nabít nebo provést výměnu baterie. Díky výměně baterie lze dron téměř okamžitě znovu použít a proto nemusí být nahrazeno jeho místo jiným dronem.

V rámci projektu byl vyvinut systém Droneport představený v Severa et al. (2022); Bouček et al. (2021), který se skládá z přistávací platformy doplněné o manipulátor pro výměnu baterie a chytrou nabíječku pro skladování a dobíjení baterií. Dále systém obsahuje softwarové komponenty, kterými jsou zejména řízení letového provozu a simulační vrstva pro testování. V rámci řízení letového provozu jsou implementovány tzv. komandér a orchestrátor. Komandér má na starost komunikaci s drony a předávání informací orchestrátoru. Komunikace s drony je postavena na protokolu MAVLink 2.0, takže je využitelný s širokou škálou dronů. Orchestrátor, jež je popsán v rámci tohoto rozšířeného abstraktu, provádí predikci vyřízení platform a plánování výměn baterií.

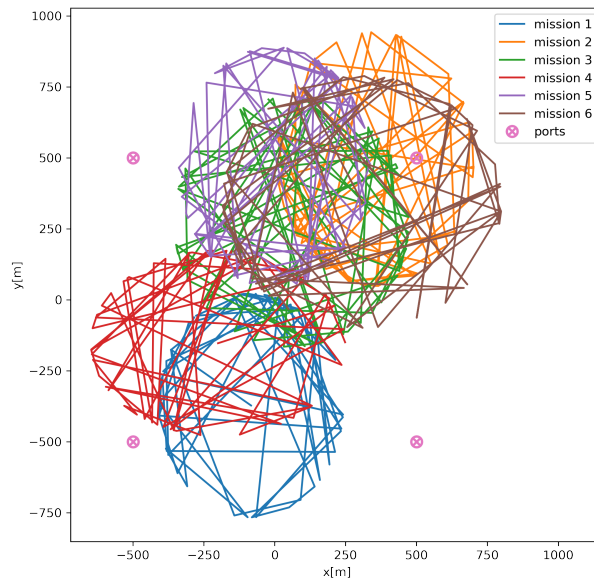
1 Orchestrátor

Orchestrátor monitoruje mise, provádí predikci vybíjení baterií a plánuje výměny tak, aby bylo možné mise navázat v původních bodech. Je schopen pracovat s několika platformami pro výměnu baterie a několika drony. Plán je složen z ID dronu, ID platformy a sekvenčního čísla položky v misi, u které má být dron stažen. Stažení je prováděno s ohledem na bezpečnou hladinu nabití baterie. Dále je dodržen požadavek na bezpečnou časovou rezervu při letu k a od platformy tak, aby nedocházelo ke kolizím. Samotné řešení je v současné verzi hledáno pomocí algoritmu A*.

Algoritmus A* hledá optimální řešení v grafu, který je konstruován na základě možných kombinací v plánu. Cílem je proletět celé mise. Pro každý vrchol je prováděna predikce kam až jsou schopny drony dle plánu výměn v misi doletět. Ohodnocení vrcholů grafu je prováděno na základě vybíjení baterií. Ohodnocení cesty k vrcholu je dáno sumou průběžného vybití všech dronů až k bezpečné hladině. Ohodnocení cesty z vrcholu do cíle je dáno heuristikou, jež vypočítává potřebné nabití baterie, aby drony z daného vrcholu dokončili mise. Vybíjení baterie je predikováno na základě informace o maximální době letu dronu, jeho cestovní rychlosti a vzdálenosti mezi jednotlivými body mise.

Orchestrátor předává nalezené řešení komandéru. Řešení je hledáno periodicky s aktualizovanými daty o platformách a dronech. Komandér monitoruje postup, posílá dronům příkazy dle plánu a dohlíží, aby výměny baterií byly prováděny v předepsaných intervalech.

¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Adaptivní inteligentní systémy, e-mail: zboucek@kky.zcu.cz



Obrázek 1: Mapa původních misí a platform pro výměnu baterie

2 Experiment

Na Obrázku 1 je znázorněna mapa původních misí s polohou čtyř výměnných platform. Každý dron byl vygenerován s jinou letovou rychlostí, počátečním nabitím i polohou. Mise byly vygenerovány náhodně pro let v elipse s drony v jejich středech tak, aby nemohly být dokončeny bez výměny baterie. Každá mise byla složena z 50 prvků. Řešení bylo hledáno pro šest dronů a čtyři výměnné platformy. Každá platforma byla vybavena osmi bateriemi. Finální plán obsahuje 14 výměn baterií a každý dron navštívil platformu jednou až třikrát. Návštěvy byly plánované s ohledem na vzdálenost k platformě v průběhu mise a blokaci platform. Původní plány misí by trvaly dle predikce 28-35 minut. Rozšířením o návštěvy platform byly mise prodlouženy na 35-47 minut, nicméně díky výměnám baterií by drony byly schopny své mise úspěšně dokončit.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen společným podnikem ECSEL na základě grantové dohody č. 826610. Společný podnik získává podporu z programu Evropské unie pro výzkum a inovace Horizon 2020 a Španělska, Rakouska, Belgie, České republiky, Francie, Itálie, Lotyšska, Nizozemska. Dále byl příspěvek podpořen grantovým projektem SGS-2022-022.

Literatura

- Bouček, Z., Neduchal, P., & Flídr, M. (2021). DronePort: Smart Drone Battery Management System. In: Ronzhin, A., Rigoll, G., Meshcheryakov, R., Interactive Collaborative Robotics. ICR 2021. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 12998. Springer, Cham.
- Severa, O., Bouček, Z., Neduchal, P., Bláha, L., Myslivec, T., & Flídr, M. Droneport: From Concept To Simulation. In *System Engineering for constrained embedded systems (DroneSE and RAPIDO '22)*, ACM, New York.
- Shakhatreh, H., Sawalmeh, A. H., Al-Fuqaha, A., Dou, Z., Almaita, E., Khalil, I., Othman, N. S., Khreishah, A., & Guizani, M. (2019). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges. *IEEE Access*, 7, 48572–48634.