

UAV SWARM COMMUNICATION AND MISSION PLANNING

Josef Kolísek

Bachelor Programme (3.), FEEC BUT

E-mail: xkolis02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Janoušek

E-mail: xjanou09@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: Project deals with the issue of swarm UAV flying and uses. The connection is realized by a Wi-Fi network which secure communication with drones and helps to send MAVLink commands through the ground control station via MAVProxy console. The operator is able to control all drones together or each drone separately.

Keywords: Autonomous drone, MAVLink, MAVProxy, Pixhawk, Swarm

1 ÚVOD

Problematika rojového létání se v dnešní době dostává do popředí více a více. S novými inovacemi v elektrotechnickém odvětví a se zvyšováním nároků na technologická zařízení je kladen důraz na automatizaci strojů. Nejsou opomíjeny ani letové jednotky a jejich využití v budoucnosti. Autonomní řízení UAV (Unmanned Aerial Vehicle), jakožto bezpilotního letounu řízeného na dálku, se stává zajímavějším jak pro širokou společnost, tak i pro soukromé organizace. Rojové létání disponuje širokou škálou využití. Lze jej využít pro zábavu společnosti např.: ekologické ohňostroje. Desítky, ba dokonce stovky dronů jsou schopny pomocí precizních instrukcí a přesných GPS souřadnic rozzářit oblohu. Také mohou sloužit k zabezpečení oblasti před vniknutím cizího objektu. Roje dronů mohou pomoci i při pátracích akcích v rizikových oblastech s častým výskytem požárů či povodní.

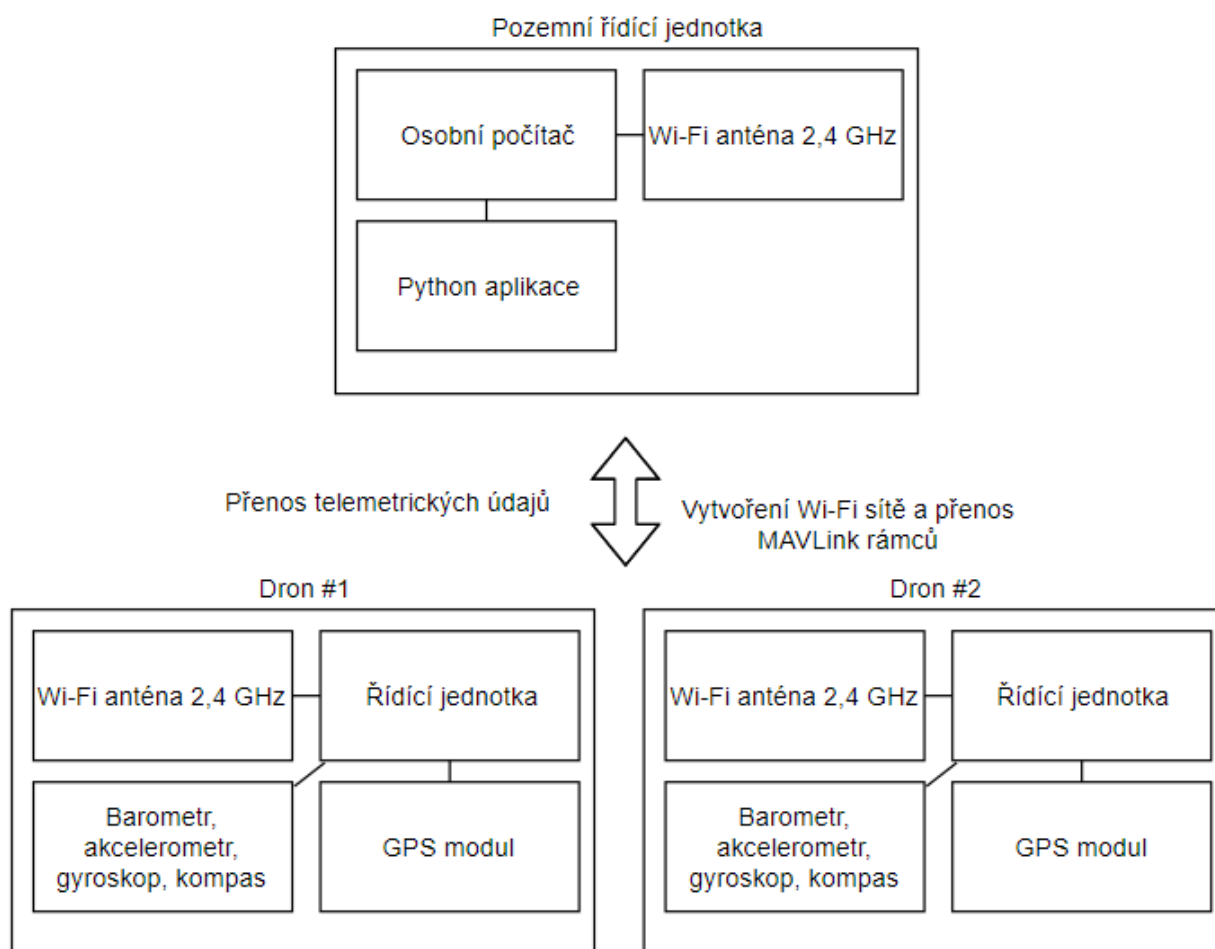
V tomto projektu jsem se zabýval řízením a vytvořením komunikačního kanálu mezi pozemní řídicí stanicí a rojem dronů. Ve své práci používám komunikační protokoly MAVLink pro zajištění bezpečného letu dronů za pomoci jedné řídicí stanice.

2 REALIZACE ROJOVÉHO LÉTÁNÍ

Náplň této práce spočívá v realizaci zapojení a komunikace roje dronů s pozemní řídicí stanicí. Komunikace s drony probíhá vzájemným připojením pozemní řídicí stanice a dronu. Pro spojení slouží připojené Wi-Fi moduly pracující na frekvenci 2,4 GHz, moduly jsou k řídicí stanici a dronu připojené sériovou linkou.

Komunikaci mezi drony a pozemní řídicí stanicí zajišťuje již zmíněný protokol MAVLink. Řídicí pokyny jsou realizovány softwarovou aplikací v jazyce Python, která odesílá MAVLink rámce z pozemní stanice frekvencí 2,4 GHz pomocí UDP protokolu do modulu připojeného k dronům, rámce dat zpracovává řídicí jednotka dronu. Připojeným komunikačním kanálem se pomocí MAVLink rámců nepřenáší jenom řídicí signály, ale také se zpětně přenáší telemetrická data o stavových parametrech dronů. Tato data jsou následně vypisována pozemní řídicí stanicí a slouží jako kontrolní informace o stavech dronů.

Propojení pozemní řídicí jednotky a dronů, vytvoření komunikační Wi-Fi sítě pro přenos MAVLink rámců je znázorněno na **Obrázek 1**. Každý jednotlivý dron je opatřen GPS modulem pro určení souřadnic a senzory pro stabilní let.



Obrázek 1: Schéma zapojení a komunikace dronů s pozemní řídicí stanicí

3 MAVPROXY A MISSION PLANNER

Knihovna MAVProxy slouží k vytvoření plně funkční pozemní řídicí stanice pro bezpilotní letouny podporující MAVLink protokol. Hlavním účelem je možnost vytváření síťové infrastruktury pro přenos protokolu MAVLink, vytváření paketů na síťové vrstvě a možnost přesměrování na libovolné porty. Software může být rozšířen o přídavné moduly nebo může být doplněn o další software jako je např.: Mission Planner. Obsahuje možnost směrování informací z pozemní řídicí stanice do dronu přes TPC nebo UDP protokol. Používá se také ke směrování vytvořených testovacích dronů s pomocí SITL (Software In The Loop) [1].

4 DRONEKIT- SITL

Dalším způsobem připojení pozemní řídicí stanice a dronu je s pomocí knihovny DroneKit. Knihovna byla využita pro vytvoření aplikace, která běží na řídicím počítači komunikujícím s řídicími letovými jednotkami Pixhawk se open source firmwarem ArduPilot. Komunikace s řídicí stanicí může probíhat v reálném čase s desítkami bezpilotních letounů, pro obsluhu komunikace se data posílají protokolem MAVLink. Použitá knihovna byla využita jako rozhraní pro čtení telemetrie, k získání aktuálních informací o stavu letounu, k síťovým parametrům o připojení dronů a využívá se také pro řízení mise i přímou kontrolu nad pohybem dronu.

Připojení k dronu přes pozemní stanici k dronu je nastaveno ve skriptu v jazyce Python. Po připojení bezpilotních letounů musí operátor nastavit jejich letové parametry. První parametr určuje cílovou

adresu, tedy adresu zpětné smyčky pro port UDP. Druhý parametr `wait_ready` se používá k určení, zda se počká, jestli se k dronu operátor připojí ihned nebo se počká na naplnění parametrů letounu. Ve většině případů se čeká na naplnění parametrů.

Pro ověření softwaru provádím před každým testovacím letem jeho simulaci. Simulace je důležitá k ověření letových instrukcí a zabránění kolizi jednotlivých dronů při jejich letu. Jedná se tak o bezpečnostní prvek, který je důležitým krokem před reálnými lety. Pro simulování jednotlivých dronů používám `Software In The Loop`, zkráceně SITL, který umožňuje nasimulovat letovou jednotku založenou na bázi `ArduPilot` v jakémkoliv reálném prostředí a komunikovat s ní pomocí `MAVLink` protokolu na síťové vrstvě. Obslužný skript využívá jednotlivých instancí knihovny `DroneKit-SITL` pro co nejrychlejší způsob spuštění simulace bezpilotních letounů. Nainstaluje se z pythonského `pip` nástroje a poskytuje několik jednoduchých příkazů pro spuštění předem vytvořených binárních souborů, které jsou vhodné pro daný hostitelský operační systém. Tento software používám k testování aplikací `DroneKit` a nových zdrojových kódů [2][3].

5 PROPOJENÍ ŘÍDÍCÍCH JEDNOTEK A POZEMNÍ STANICE

Komunikace mezi drony a pozemní řídicí stanicí je realizována Wi-Fi sítí komunikující na frekvenci 2,4 GHz. Na letové jednotce jsou připojeny senzory pro správnou stabilizaci dronů ve vzduchu. GPS modul na dronu je připojen k letové jednotce pomocí `UART` (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) portu, což je sériový port na letové jednotce. Wi-Fi modul s řídicí jednotkou komunikuje adresované síťové spojení pomocí `UDP` protokolu. `UDP` protokol byl v této práci upřednostněn před protokolem `TCP` kvůli jeho nízké latenci.

Připojení bylo realizováno v programovacím jazyku Python. Navázání spojení bylo naprogramováno s použitím knihovny `Dronekit`. Prvním krokem je přidání `UDP` portu do `MAVProxy` a následná definice typu připojení `UDP`

Pro přenos telemetrických údajů, nastavení parametrů dronů a letových stavů bezpilotních letounů lze využít i jiné způsoby přenosu dat, jakožto s pomocí rádiové telemetrické komunikaci použitím frekvence 433 MHz nebo s použitím komunikační frekvence 868 MHz, což je alternativa k vysílací frekvenci 900 MHz, která je ale v Evropě zakázána. Dalším způsobem je využití vysílání a přijímání údajů potřebných k řízení dronu prostřednictvím mobilních datových kanálů. Bohužel tyto kanály nejsou nastaveny na stálé připojení v reálném čase, ale na krátkodobé přenášení paketů dat např.: načítání webové stránky. V důsledku toho by mohlo dojít k častému vypadávání spojení mezi dronem a pozemní stanicí i mimo města, ve kterých by bylo ovládání ještě více ztíženo přetížením sítě. V dnešní době s přibývajícím technologií se nezavřelo ani na Bluetooth komunikaci a s technologií Bluetooth 5 má operátor větší toleranci ke vzdálenosti letu dronu.

```
Connecting...
Connected vehicle1
Connected vehicle2
Armují, vzlétám do 5m
Armování
ARM , probíhá vzlet
>> Výška = 0.0 m
>> Výška = 0.0 m
>> Výška = 0.0 m
>> Výška = 0.2 m
>> Výška = 1.5 m
>> Výška = 3.4 m
>> Výška = 4.5 m
výška dosažena
```

Obrázek 2: Odpověď dronů během provádění letových příkazů

6 ZÁVĚR

Během práce jsem se potýkal s problematikou komunikace mezi jednotlivými UAV. Vytvořil jsem komunikační Wi-Fi síť, zajišťující předávání informací z jednotlivých dronů do pozemní jednotky a naopak. Zajištění řízení mého programu je realizováno v jazyce Python. Pro přenos příkazů a telemetrie vytvářím pakety MAVLink, které slouží k plynulému letu roje dronů. Výsledkem této práce je roj dronů, komunikující s pozemní řídicí stanicí skrze vytvořenou Wi-Fi pracující na protokolu UDP. Tímto projektem lze dosáhnout řízení více UAV z jedné pozemní řídicí stanice místo řízení jednotek zvlášť. UAV lze do budoucna opatřit kamerou, aby bylo možné jej využít k zajištění bezpečnosti perimetru či při pátracích akcích.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat škole VUT za možnost projektu řízení roje dronů a předně bych chtěl poděkovat panu Ing. Jirímu Janouškovi za odbornou přípravu, za výborné vedení a pomoc na celém projektu.

REFERENCE

- [1] Síťové protokoly (VII. část), Protokol UDP [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.banan.cz/serialy/sitove-protokoly/Sitove-protokoly-VII-cast-Protokol-UDP>
- [2] Setting up a Simulated Vehicle (SITL) [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: https://dronekit-python.readthedocs.io/en/latest/develop/sitl_setup.html
- [3] About DroneKit [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://dronekit-python.readthedocs.io/en/latest/about/overview.html>