

Rozšíření řídicího systému modelu letadla Skydog o podporu vzdáleného a samočinného řízení Android aplikací

Michal Boček

Vedoucí práce: Ing. Josef Strnadel, Ph.D.

Cíle práce

- Android aplikace pro vzdálené řízení modelu letadla
- Automatické vyhýbání se letadla překážkám
- Návrat letadla do oblasti se signálem

Model letadla

Skydog model fy Honeywell Aerospace - nedostupný

Skywalker náhradní model použitý pro letové testy



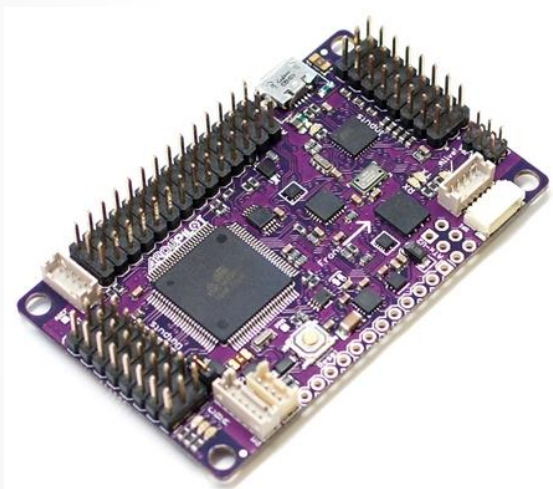
Skydog



Skywalker

Autopilot

Open-source platforma ArduPilot Mega (**APM**)
vycházející z platformy Arduino

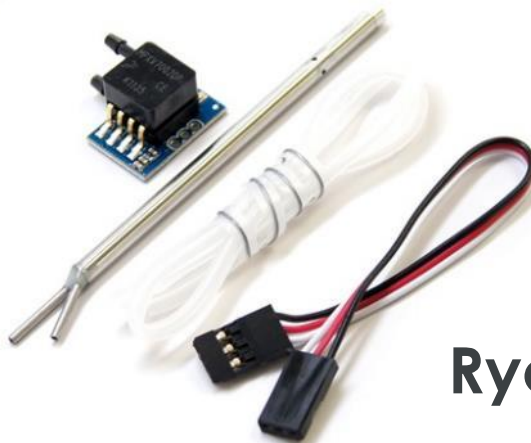


APM

- gyroskop
- akcelerometr
- výškoměr



GPS



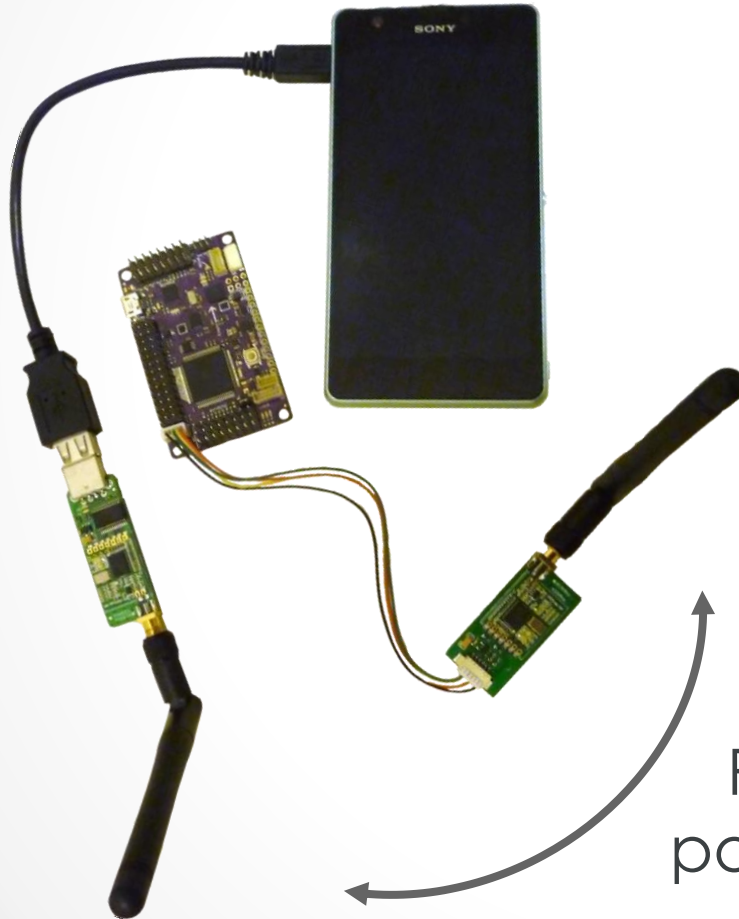
Rychloměr

Bezdrátové spojení

2x radio modul 433 MHz

1,6 km & 250 kb/s

USB kabel



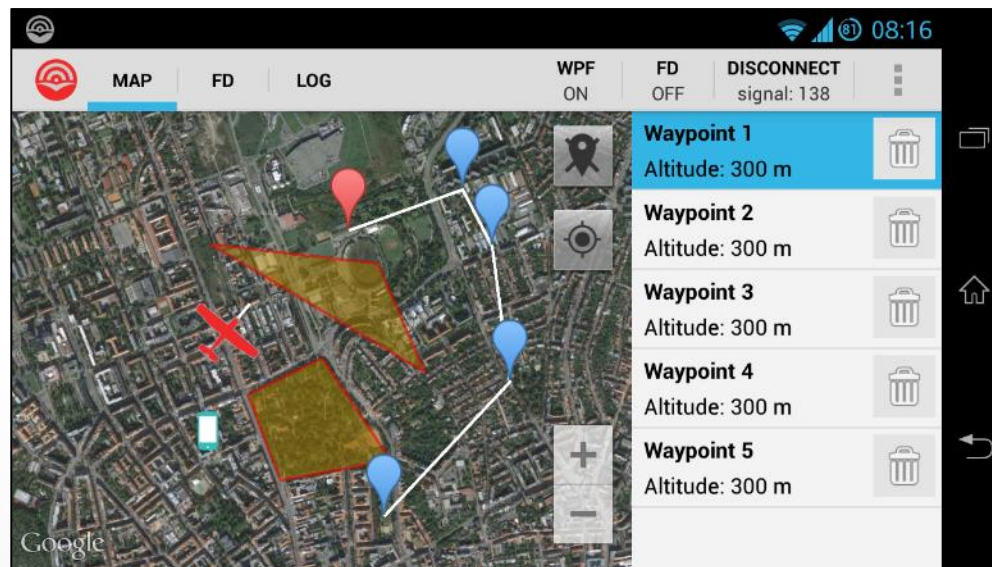
MAVLink protokol

Pro přenos parametrů
potřebných pro řízení letu

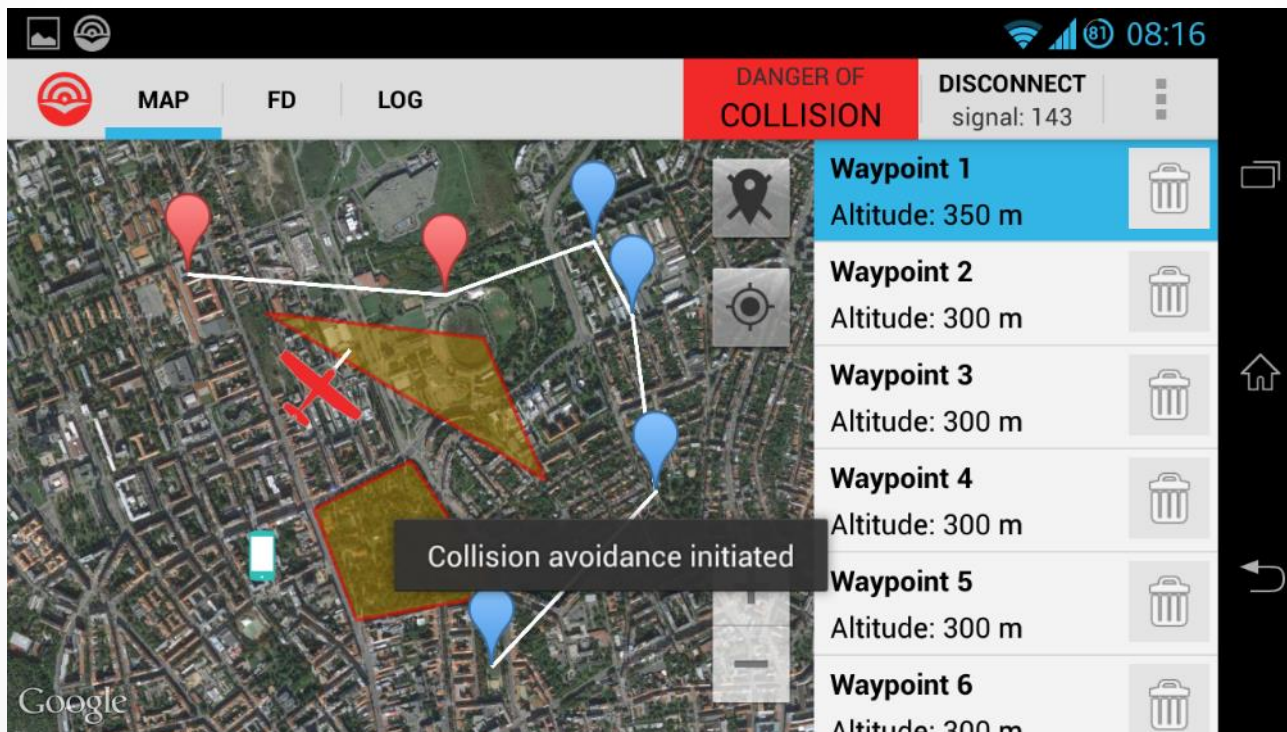
Vzdálené řízení letadla

Mód Waypoint Follower

1. Uživatel vytyčí traťové body
2. Po aktivaci módu letadlo traťové body obléťává
3. Vyhýbá se překážkám dle příkazů aplikace



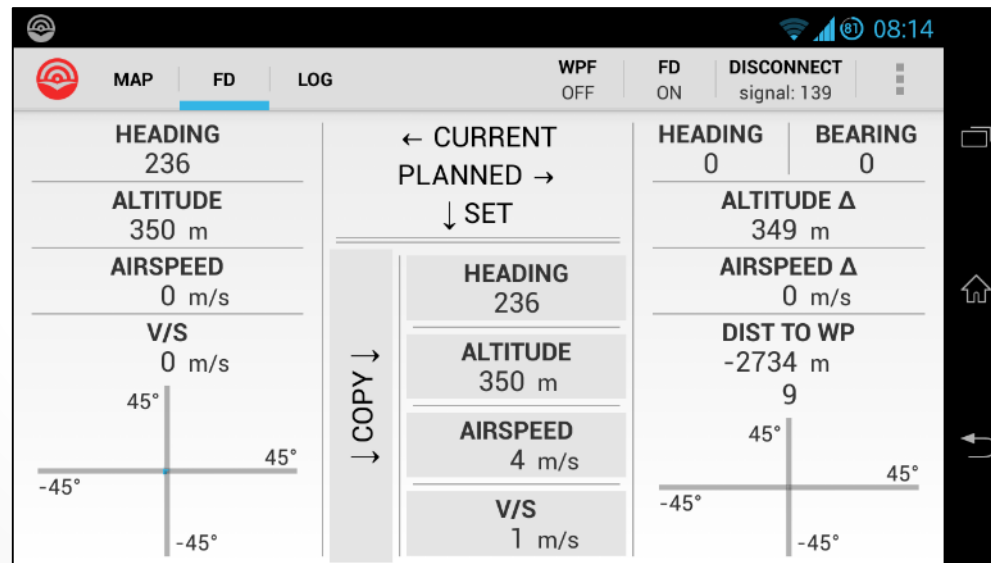
Protisrážkový systém módu Waypoint Follower



Vzdálené řízení letadla

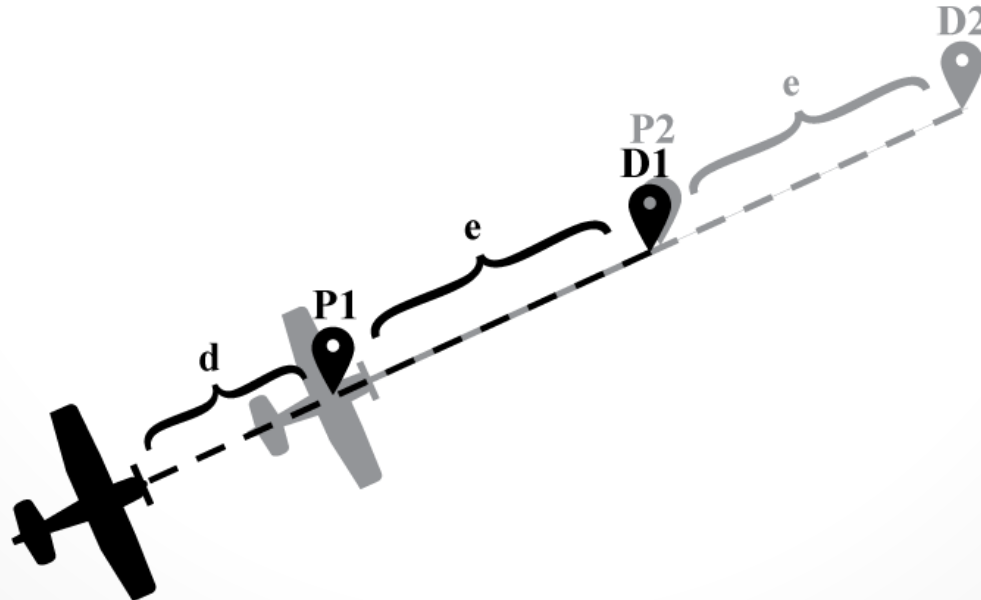
Mód Flight Director

1. Uživatel nastaví **kurz**, **výšku**, **rychlost** a **vertikální rychlost**
2. Po aktivaci módu letadlo dosáhne nastavených letových údajů a následně je udržuje
3. Vyhybá se překážkám dle příkazů aplikace

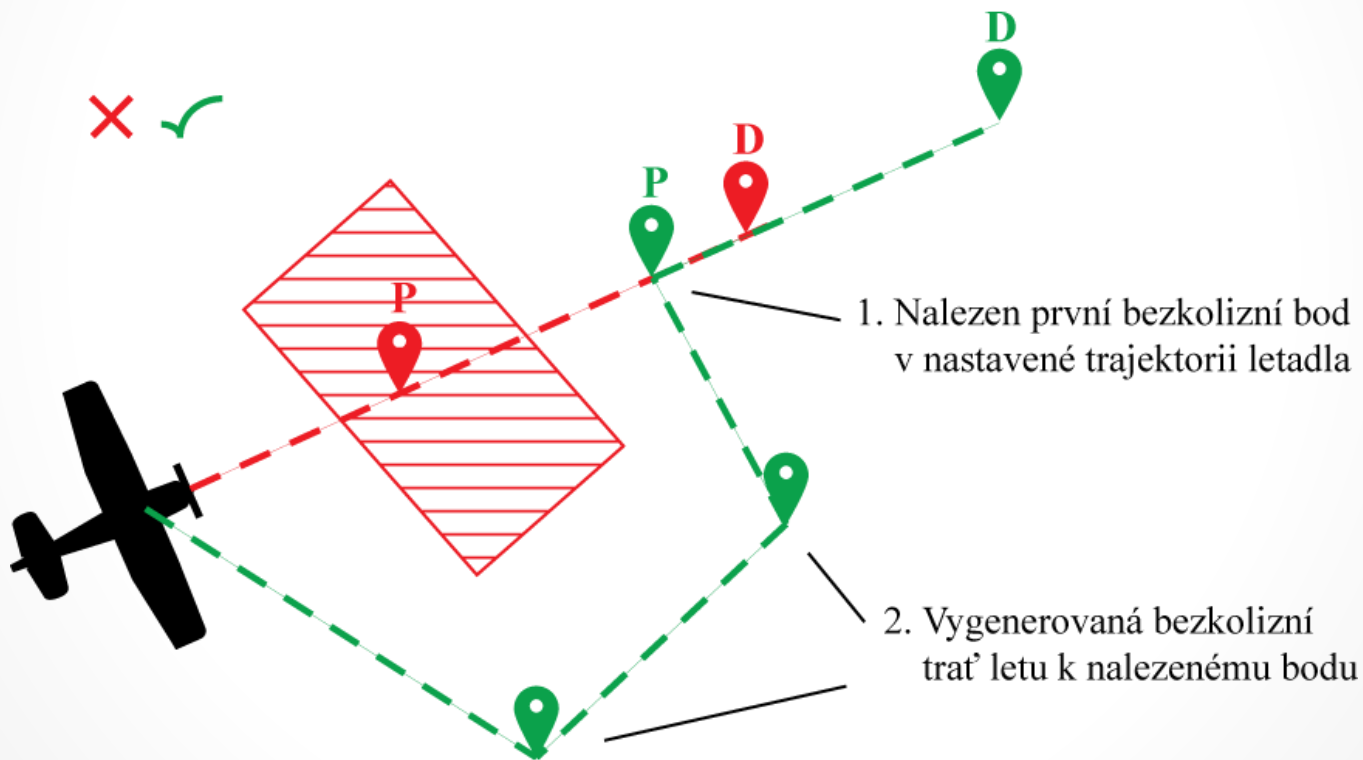


Udržování nastavených údajů

1. Autopilotu jsou odeslány dva traťové body **P** a **D** směřující k dosažení nastavených letových údajů
2. Jakmile letadlo dosáhne bodu **P**, jsou autopilotu odeslány další dva body **P** a **D**
3. Bod 2 se opakuje do vypnutí módu Flight Director



Protisrážkový systém módu Flight Director

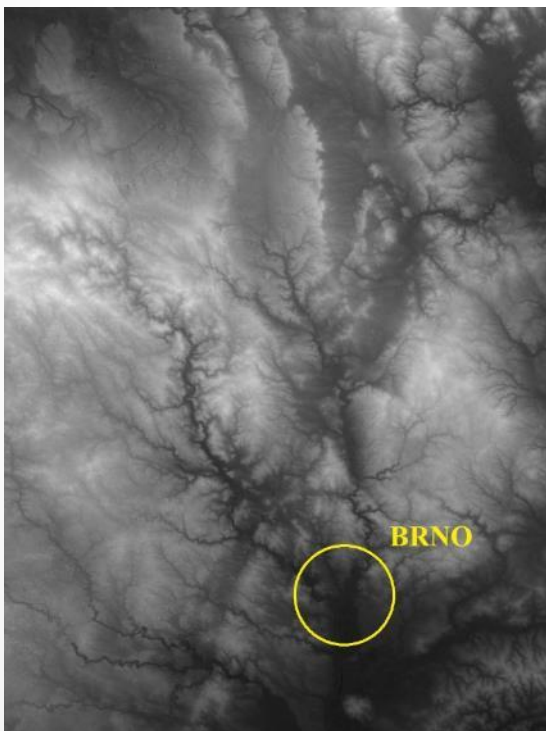


Reprezentace překážek

Model terénu NASA
GeoTIFF

+

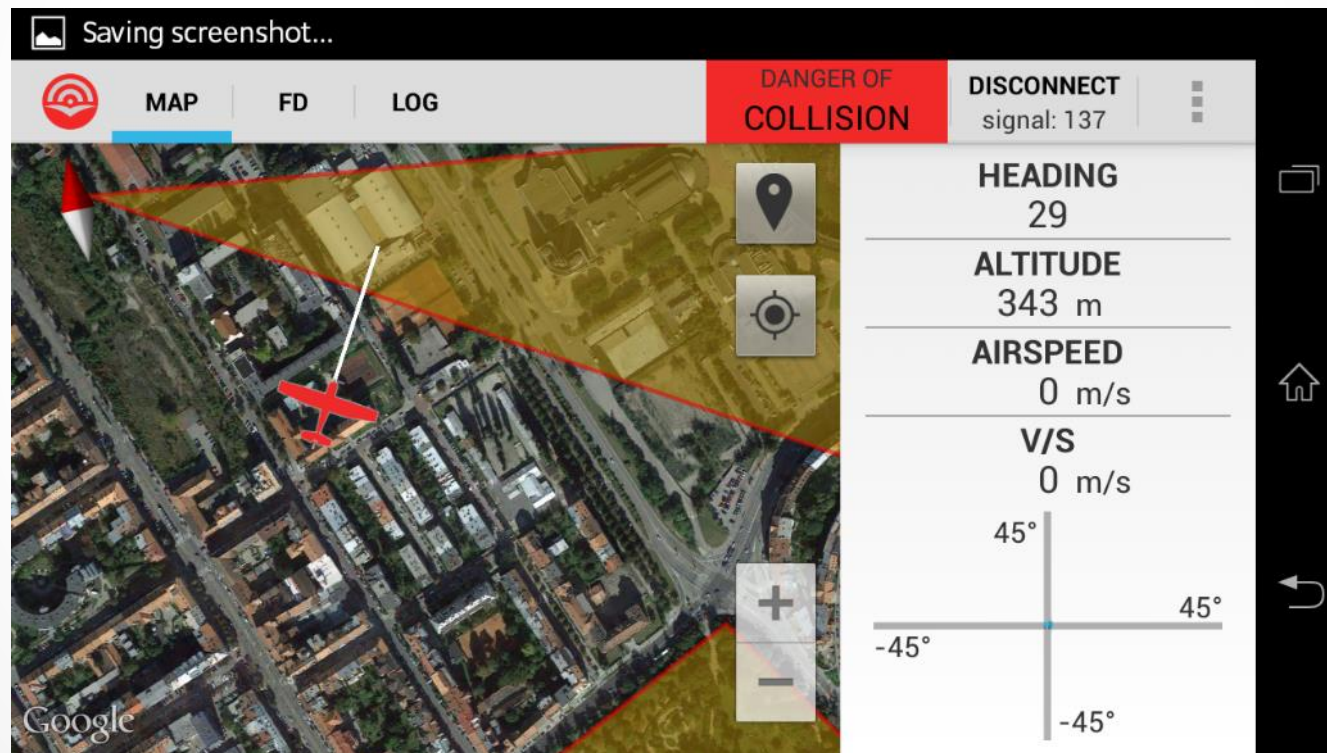
Databáze překážek
XML



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<obstacles>
  <obstacle>
    <coords>
      49.207568, 16.604625
      49.209018, 16.609067
      49.205009, 16.613187
      49.204224, 16.606578
    </coords>
    <elevation>400</elevation>
  </obstacle>
  <obstacle>
    <coords>
      49.237868, 16.557241
      49.237868, 16.557241
      49.237868, 16.557241
    </coords>
    <elevation>500</elevation>
  </obstacle>
</obstacles>
```

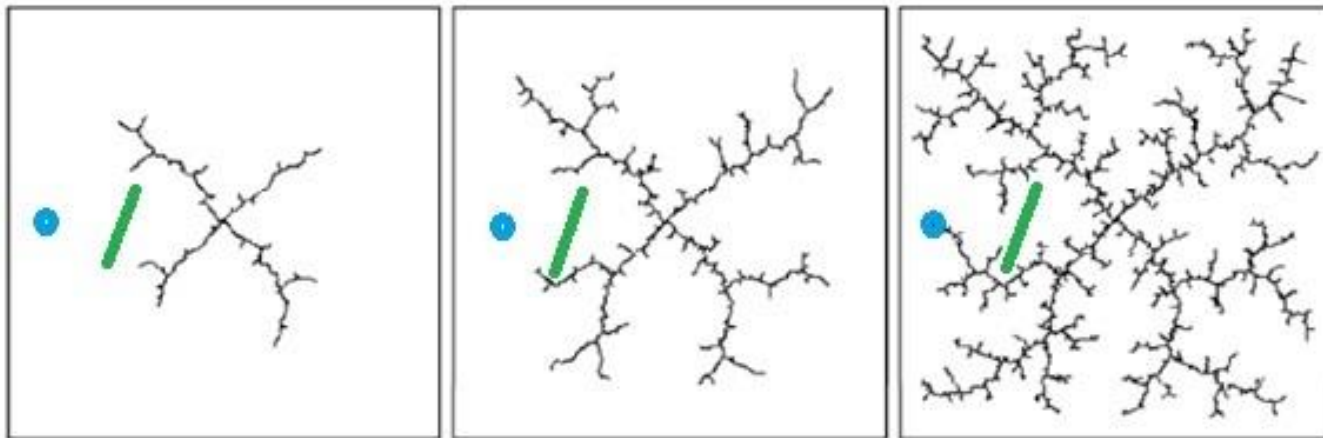
Detekce překážky

Vzdálenost pro kontrolu v nastavení aplikace



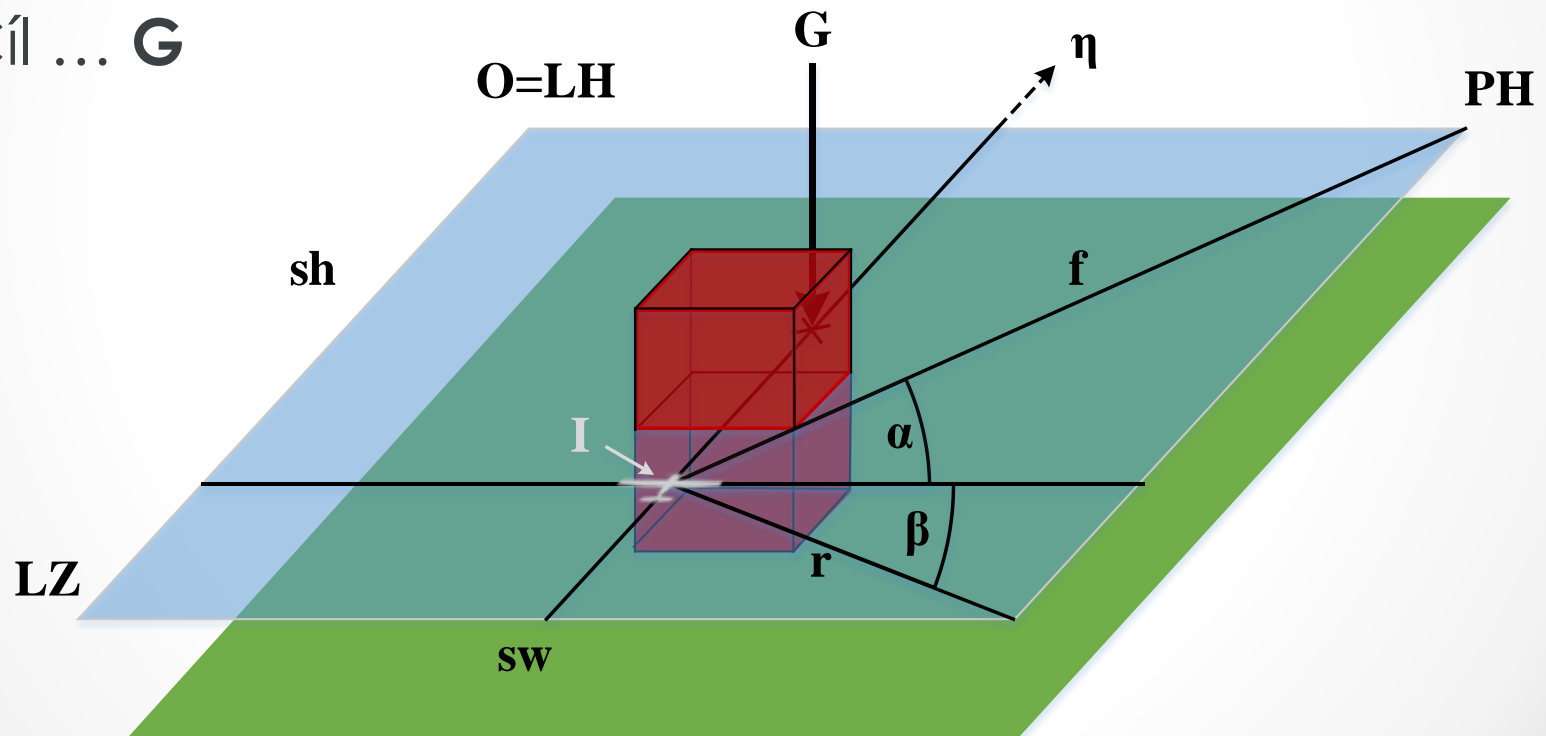
Algoritmus vyhnutí

- Rapidly-exploring random tree (**RRT**)
- Hledá cestu k cíli budováním binárního stromu
- Uzel stromu = souřadnice v prostoru
- Souřadnice jsou generovány v prostoru **náhodně**



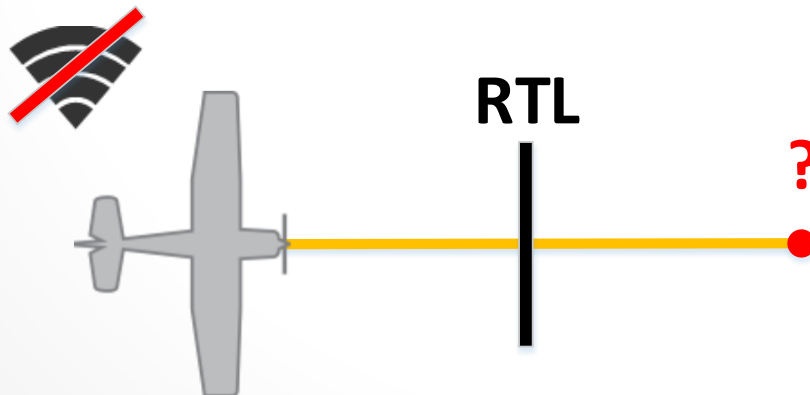
Vyhledávací prostor

- Vyhledávací prostor ... modrá plocha
- Pozice letadla ... **I**
- Cíl ... **G**



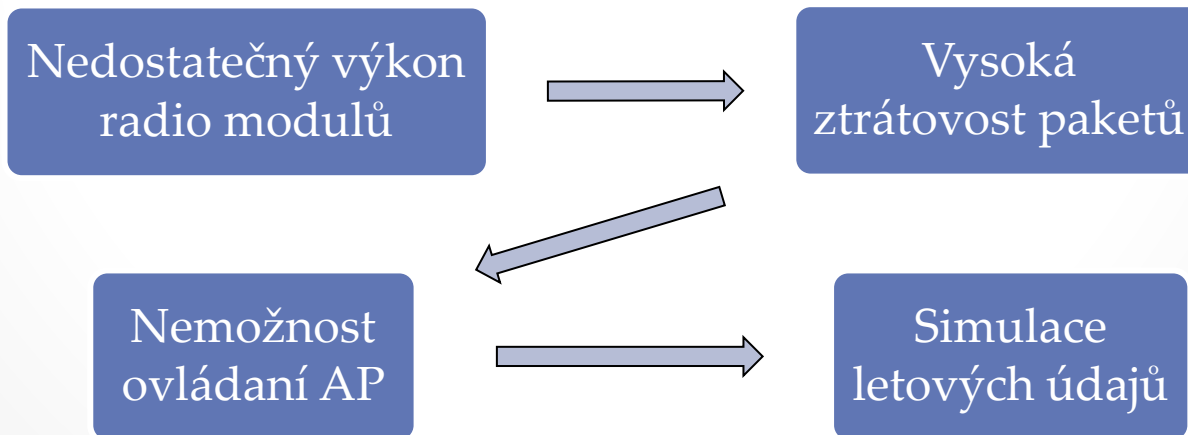
Návrat letadla do oblasti se signálem

- Autopilot APM umožňuje letový režim „**Return To Launch**“ (RTL) – návrat letadla nad místo vzletu
- **Výchozí spouštěcí akce:** 20 vteřin ztracený signál
- **Android aplikace:** ztracený signál po dobu poloviny času ke kontrole překážky (jednotky sekund)



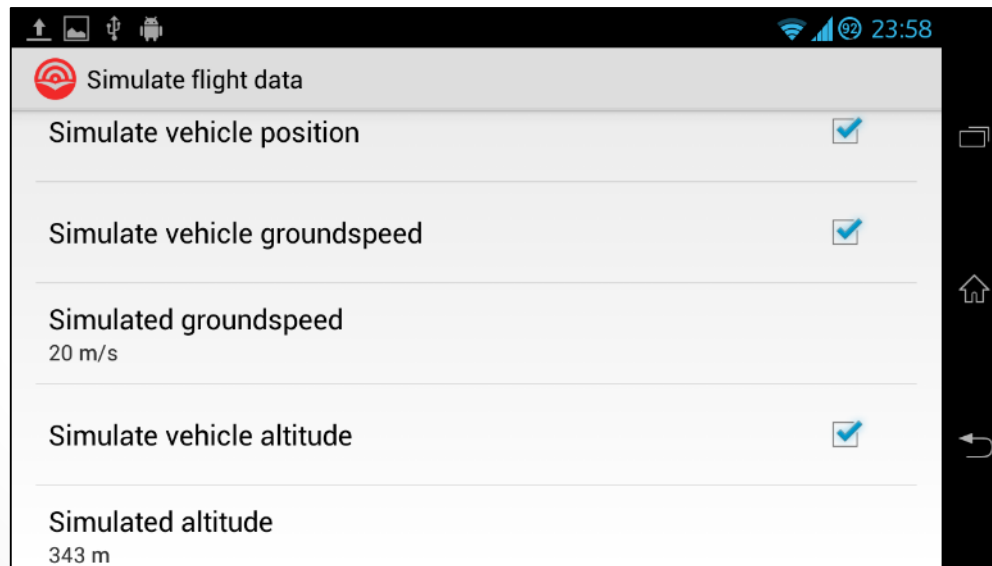
Ověření v praxi

- Ověřeno při letových testech:
 - Múd Waypoint Follower ✓
 - Přepnutí do režimu RTL ✓
- Neověřeno při letových testech:
 - Múd Flight Director ✗



Simulace letových údajů

- Implementováno pro ověření módu Flight Director
- Simulace pozice, rychlosti, výšky letadla
- Směr letadla určován otáčením desky APM (magnetometr)



Děkuji za pozornost
Prosím, Vaše dotazy

...

Michal Boček
xbocek02@stud.fit.vutbr.cz

Otázky oponenta

Parafrázováno:

1. Vhodnou formou přibližte celkový rozsah Vašich implementačních aktivit. Z technické zprávy na to nemám jednoznačný názor.
2. Jaké vlastní modifikace algoritmu RRT jste navrhnul a realizoval?

Vývoj aplikace

Úkol	Odhadovaný čas [%]
Struktura aplikace / uživatelské rozhraní	35
Přijetí a zpracování údajů od autopilota	15
Flight Director / Waypoint Follower	15
Reprezentace překážek	10
Algoritmus vyhnutí	10
Testování / letové testy	5

Odhadovaný čas: 500 normohodin

SLOC: 7000 (Java), 1000 (XML)

Modifikace RRT 1.

- Ne všechny body v prostoru při budování stromu jsou generovány náhodně
- S pravděpodobností **30 %** jsou generovány body **co nejbliže k cíli**
- Následek: rychlejší růst stromu směrem k cíli

Modifikace RRT 2.

Optimalizace nalezené bezkolizní trati letu:

Odstranění zbytečných traťových bodů

