



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

Měření polohy uvnitř budov pomocí inerciální jednotky

Bakalářská práce

Autor práce: MAREK COUFAL

Vedoucí práce: Ing. JAN KRÁL, Ph.D.

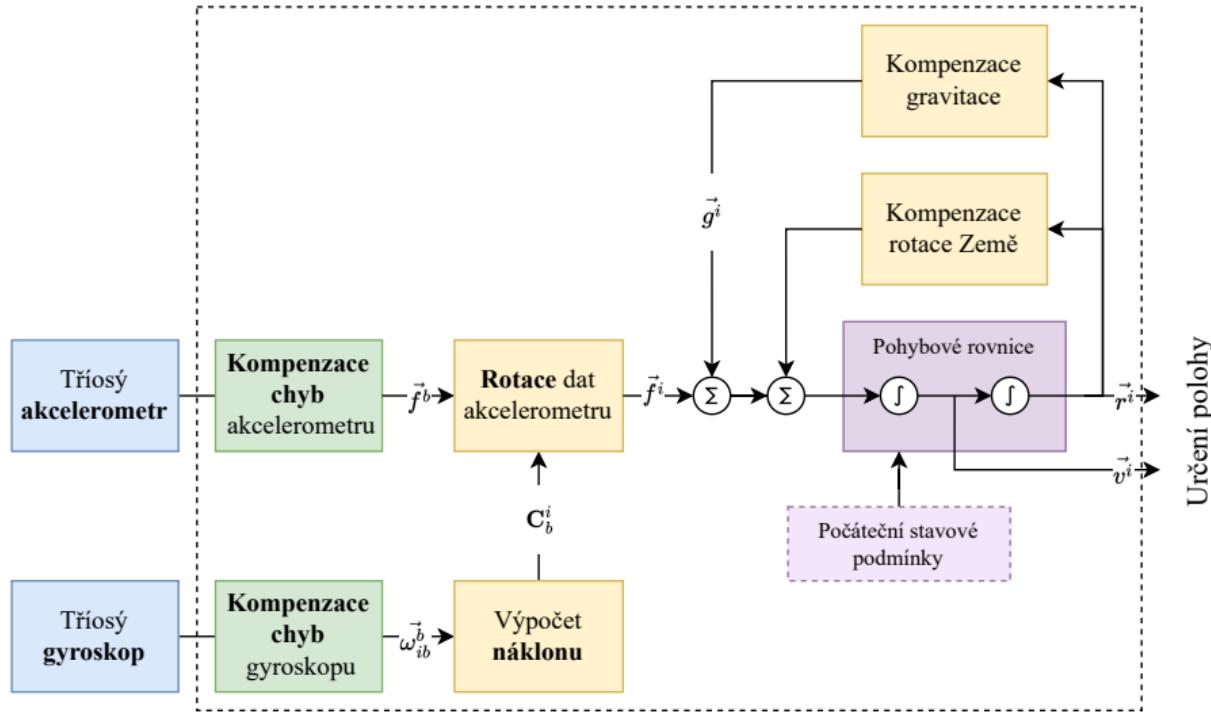
Oponent: Ing. JOSEF VYCHODIL, Ph.D.

Brno, 11. 6. 2024

Cíle práce

- Nastudovat
 - dostupné inerciální jednotky
- Hardware
 - návrh a realizace samostatné bezdrátové jednotky
 - ukládání dat do interní paměti
 - výběr vhodných senzorů
- Firmware
 - souběžný záznam dat z několika senzorů
 - přenos do počítače
- Software
 - převod naměřených dat
 - zpracování dat
 - využití v rámci laboratorní úlohy MPC-RAR

Princip fungování inerciální navigace



[1] TITTERTON, D. H. a WESTON, J. L. *Strapdown inertial navigation technology*. Second edition. Progress in astronautics and aeronautics, 207. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, c2004. ISBN 1-56347-693-2.

Nepřesnost

S časem díky integraci roste chyba měření.

Možnosti snížení chyby

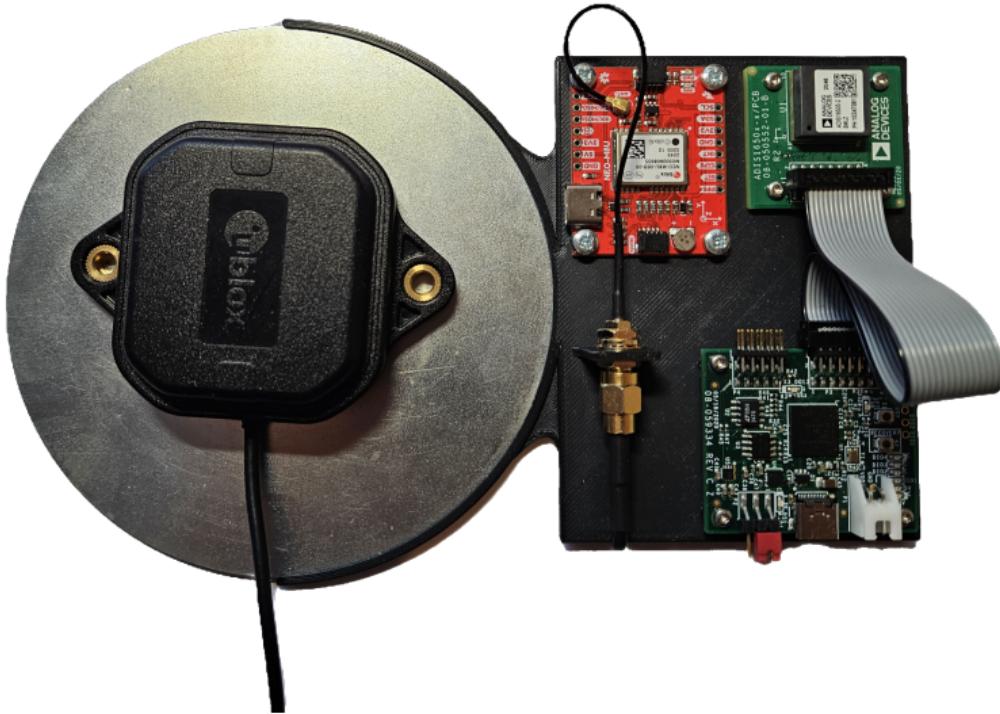
- GNSS - při částečně dostupném signálu
- Magnetometr - omezení gyro driftu v horizontální rovině

3D tištěný držák pro
zarovnání
geometrických os:

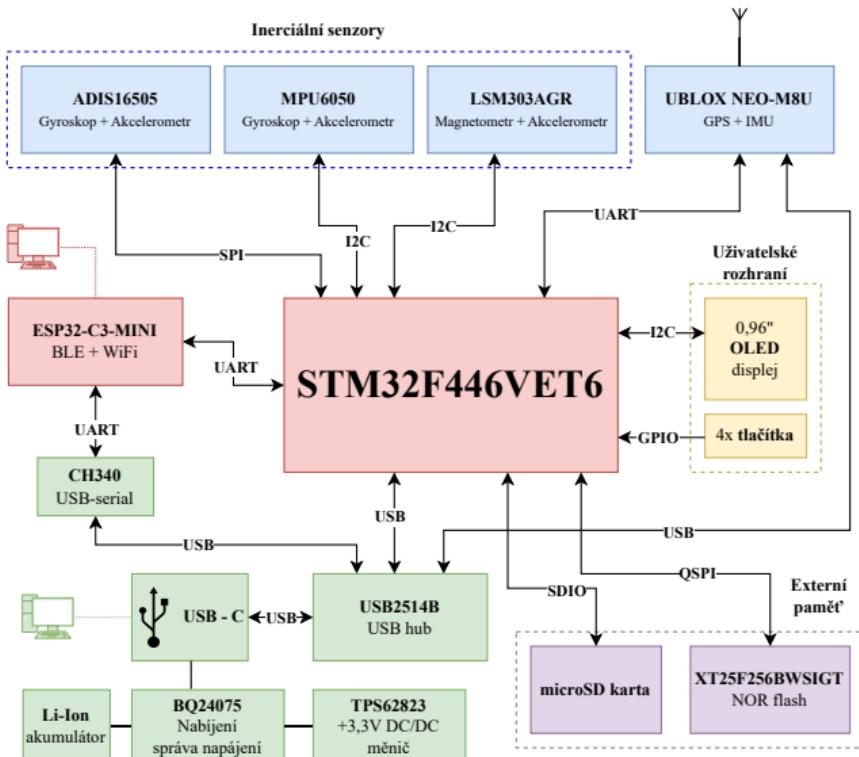
- IMU - ADIS16505
- GNSS - NEO-M8U

Zpracování dat:

- Matlab navigation toolbox - převážně pouze pro natočení, ne polohad
- Asynchronost USB komunikace

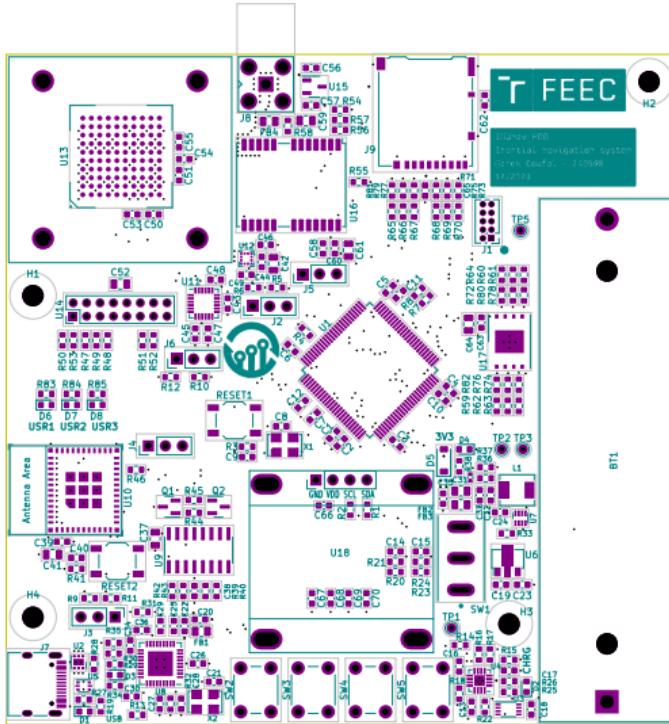


Hardware inerciální jednotky



Plošný spoj

- KiCad
 - Čtyřvrstvá deska 100 × 100 mm
 - Impedance vedení pro GNSS a USB
 - hřebínky na odposlech komunikací



3D modely



Sestavené zařízení



- STM32CubeIDE
- HAL
- FreeRTOS
- FatFS, USB Mass Storage Class
- Grafické rozhraní, tlačítka
- Zobrazení aktuálních hodnot
- Záznam dat
- Kalibrace IMU pomocí MATLAB Coder
- Převod dat z binární podoby do CSV pomocí Pythonu/

UTC: 16:16:56
BATT: 4.05 V
TEMP: 26.2 degC
PSU: 3.32 V

HOME|RECD|STOP|CALB

UTC: -020.68
Y: +016.50
Z: -058.88

LSM|RECD|STOP|CALB

[rad/s] [m/s^2]
X: -00.00 +00.02
Y: +00.01 -00.03
Z: -00.00 +09.83
dataCNT: 57990

ADIS|RECD|STOP|CALB

GPS: 3D-Fix
LAT: +49.223918915
LON: +16.588369370

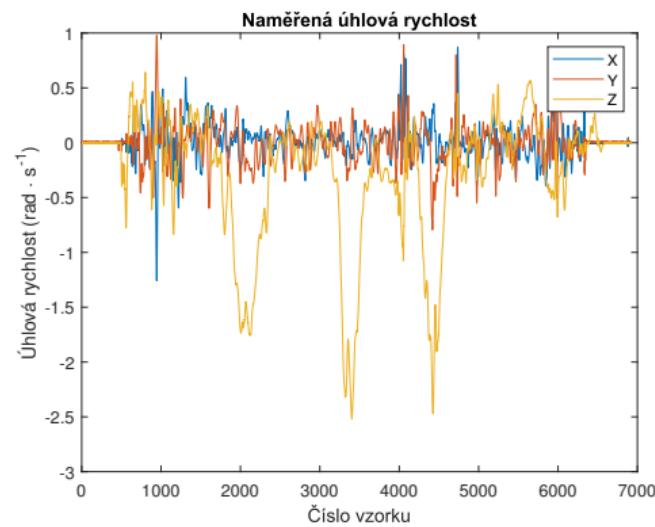
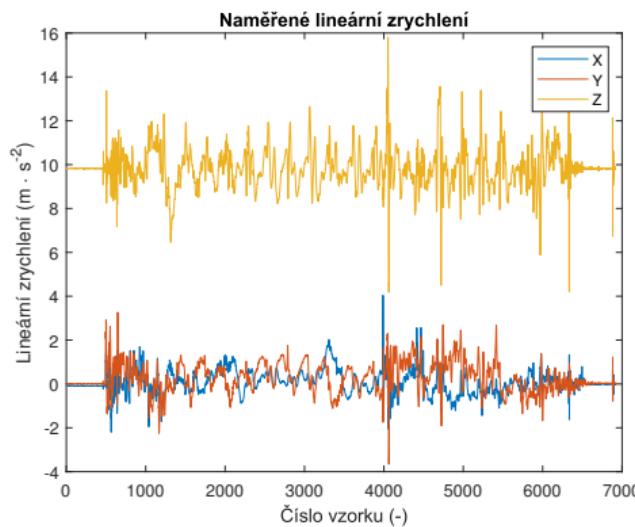
GNSS|RECD|STOP|CALB

[rad/s] [m/s^2]
X: -00.04 -00.02
Y: +00.00 +00.02
Z: -00.01 +10.22

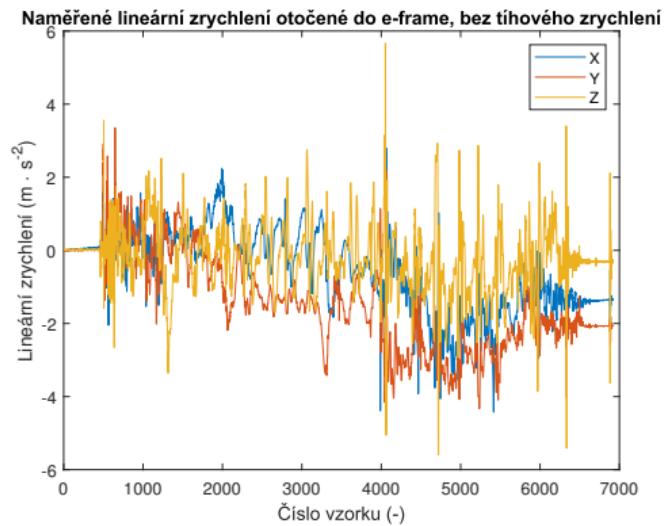
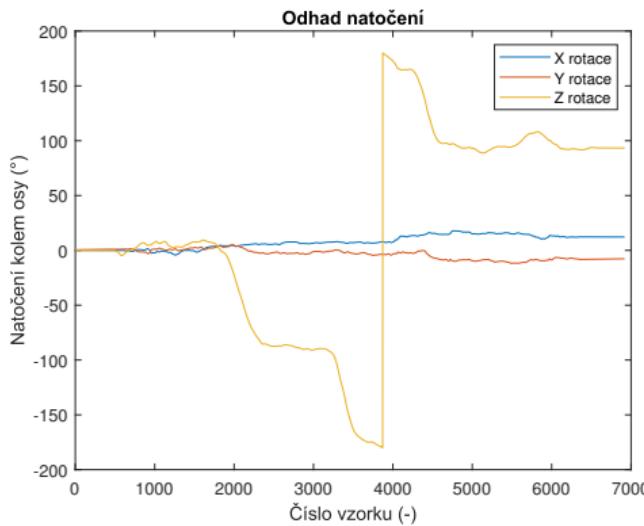
MPU|RECD|STOP|CALB

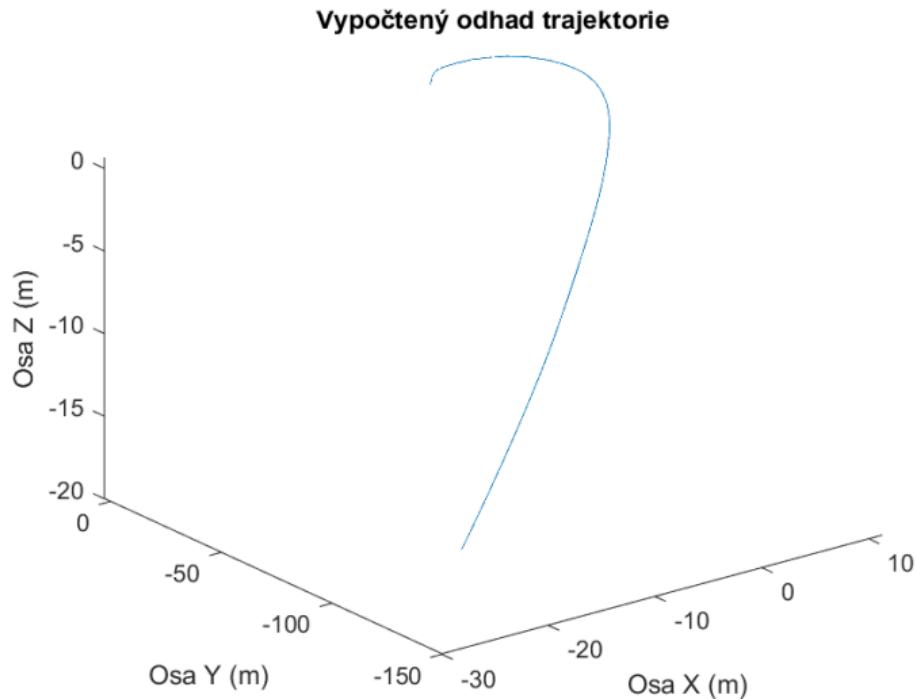
Recording in 2 s

HOME|RECD|STOP|CALB

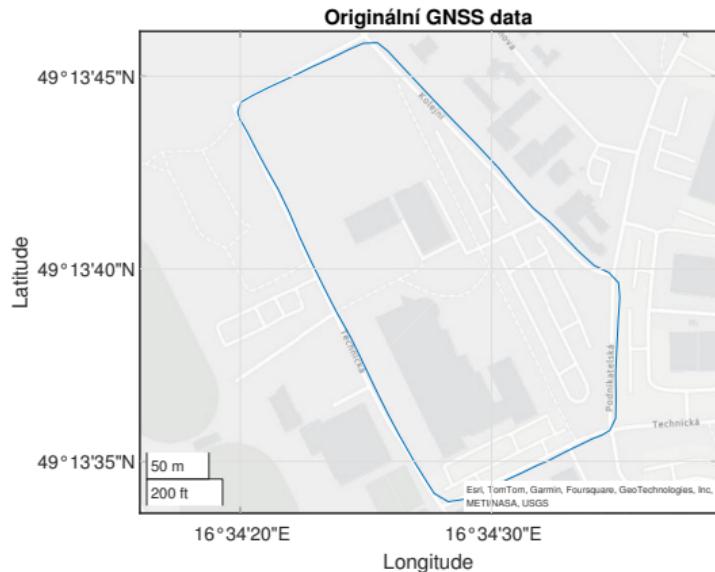


Software - čistě inerciální navigace - integrace





- Matlab Navigation Toolbox
- insFilterMARG
- EKF s 22 stavovým vektorem
- Problém s nastavením kovariační matice stavového vektoru a parametrů jednotlivých senzorů



Děkuji za pozornost!