

Projekt do předmětu Robotika

ROS driver GPS připojené k Velodyne (převod UDP paketů na ROS zprávy)

22. Prosince 2013

Autor: Tomáš Goldmann

xgoldm03@stud.fit.vutbr.cz

Obsah

Úvod a cíle projektu.....	1
Rozbor problematiky.....	1
Datový výstup Velodyne.....	1
ROS zpráva s navigačními daty.....	3
Popis implementace.....	3
Uzel pro získávání RAW pozičních dat.....	4
Uzel pro převod RAW pozičních dat do ROS zprávy s informacemi o poloze.....	4
Parametry ovladače	5
Testování.....	5
Závěr.....	5

Úvod a cíle projektu

Senzor Velodyne LiDAR 32E slouží pro 3D mapování prostoru pomocí rotačního laserového dálkoměru, kromě této hlavní funkce umožňuje i příjem GPS signálu, který následně zpracuje a získaná data odešle v TCP/IP paketu. Z Velodyne přicházejí prostřednictvím síťového rozhraní dva typy paketů, jeden obsahuje data o bodech popisující prostor a druhý poziční data. Cílem tohoto projektu je převést TCP/IP paket na takzvanou ROS zprávu (ROS message). Projekt byl implementován pro verzi ROS Groovy, měl by ovšem fungovat i s novější verzí Hydro.

Rozbor problematiky

Datový výstup Velodyne

Senzor Velodyne LiDAR 32E (dále Velodyne), jak již bylo v úvodu zmíněno, poskytuje dva typy paketů nad protokolem UDP z TCP/IP. Datové pakety posílá Velodyne na port 2368, zatímco pakety s pozičními daty na port 8308. Dle dokumentace¹ je odesláno 16-18 datových paketů mezi dvěma pozičními pakety, toto ovšem platí pro verze Velodyne do V1.8. Nad tuto verzi se počet odeslaných datových paketů mezi pozičními pakety může lišit.

Struktura datového paketu (port 2368):

1. Hlavička: 42B, začínající FF EE a končící 00 00, kontrolní součet obsahuje náhodnou hodnotu
2. Data: 12 bloků dat strukturovaných následovně:
 1. Start: 2B, FF EE
 2. Úhel: 2B, AB CD => CD AB => HEX=> úhel (0-35999) v 1/100 stupně
 3. Vzdálenost a intenzita: 32 bloků po 3B, (pro každý laserový kanál) strukturovaných následovně:
 1. Laser kanál č. 1:
 - Vzdálenost: 2B
 - Intenzita: 1B
 -
 32. Laser kanál č. 32:

¹ http://velodyne.com/lidar/doc/CD%20HDL%20Product%20Information/Velodyne%20HDL-INFO%20CD%20v%203.0/HDL-32%20Documents/___Presentation%20Velodyne%20Overview.pdf

- Vzdálenost: 2B
- Intenzita: 1B

3. Časová značka: 4B, AB CD EF GH => GH EF CD AB => HEX => mikrosekundy
4. Faktor použití: 2B

Struktura pozičního paketu (port 8308):

1. Hlavička: 42B, začínající s FF FF, hodnota kontrolního součtu je náhodná
2. Nulový oddělovač: 14B
3. Gyro-board 1: 8B, AB CD => CD AB => C (0=Úhlová rychlost, 1=Teplota, 2=Akcelerace ve směru X, 3=Akcelerace ve směru Y), DAB=naměřená hodnota
4. Gyro-board 2: 8B, AB CD => CD AB => C (0=Úhlová rychlost, 1=Teplota, 2=Akcelerace ve směru X, 3=Akcelerace ve směru Y), DAB=naměřená hodnota
5. Gyro-board 3: 8B, AB CD => CD AB => C (0=Úhlová rychlost, 1=Teplota, 2=Akcelerace ve směru X, 3=Akcelerace ve směru Y), DAB=naměřená hodnota
6. Nulový oddělovač: 160B
7. Časová značka: 4B, AB CD EF GH => GH EF CD AB => HEX=> mikrosekundy
8. NMEA věta: 72B, HEX => ASCII=>
\$GPRMC,03020,A,3709.3015,N,121009.5432,W,000.0,211.8,140812,013.8,E,D*03
9. Nulový oddělovač: 234B

V ovladači budeme využívat data z pozičního paketu, konkrétně z NMEA věty. Tato věta je typu RMC (*Recommended minimum specific GPS/Transit data*), jedná se o minimum informací, které je poskytované GPS senzorem. Struktura RMC je následující:

\$GPRMC,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,<12>*hh<CR><LF>

- <1>- určuje čas
- <2>- status (A=active, V=void) platná či neplatná pozice
- <3>,<4> - zeměpisná šířka (latitude)
- <5>,<6> - zeměpisná délka (longitude)
- <7> - rychlost v námořních uzlech
- <8> - azimut ve stupních
- <9> - datum
- <10> - chybí záznam o magnetickém rozptylu
- <11> - chybí záznam o orientaci magnetického rozptylu
- <12> - indikátor módu

ROS zpráva s navigačními daty

Pro výstup z ovládače je v projektu použita ROS zpráva typu `sensor_msgs/NavSatFix`, která obsahuje informaci latitude a longitude.

Struktura této zprávy je následující:

```
Header header
NavSatStatus status
float64 latitude
float64 longitude
float64 altitude
float64[9] position_covariance

uint8 COVARIANCE_TYPE_UNKNOWN = 0
uint8 COVARIANCE_TYPE_APPROXIMATED = 1
uint8 COVARIANCE_TYPE_DIAGONAL_KNOWN = 2
uint8 COVARIANCE_TYPE_KNOWN = 3

uint8 position_covariance_type
```

Zpráva obsažená v `sensor_msgs/NavSatFix` `sensor_msgs/NavSatStatus` má strukturu:

```
int8 STATUS_NO_FIX = -1
int8 STATUS_FIX = 0
int8 STATUS_SBAS_FIX = 1
int8 STATUS_GBAS_FIX = 2

int8 status

uint16 SERVICE_GPS = 1
uint16 SERVICE_GLONASS = 2
uint16 SERVICE_COMPASS = 4
uint16 SERVICE_GALILEO = 8

uint16 service
```

Popis implementace

Implementace je rozdělená do dvou částí, v první části jsou poziční data získaná ze síťového rozhraní a ve druhé části jsou tyto data převedena do `sensor_msgs/NavSatFix` zprávy. Protože je ovládač implementován v systému ROS jsou jednotlivé části tvořeny ROS uzly (ROS nodes).

Uzel pro získávání RAW pozičních dat

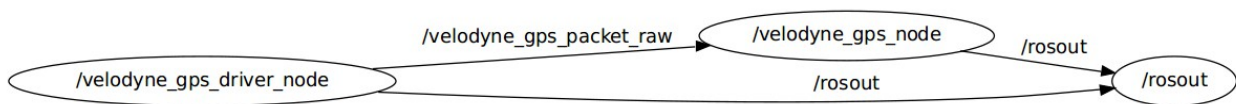
Tento uzel vychází ve svém základu z ROS ovladače pro získávání LIDAR paketů z Velodyne (`velodyne_driver`). Ovladač má podporu dvou vstupů, první z nich je určen pro příjem paketů ze síťového rozhraní a druhý pro příjem paketů z PCAP souboru. Tento vstup se využívá v případě provádění simulací, ale uplatnění nalezne i v případě testování tohoto projektu, kdy není Velodyne fyzicky k dispozici.

Uzel pro převod RAW pozičních dat do ROS zprávy s informacemi o poloze

Cílem tohoto uzlu je extrakce dat pro určení polohy a následný převod do výstupní ROS zprávy typu `sensor_msgs/NavSatFix`. V samotné implementaci se odehrávají tři hlavní činnosti. Při první jsou RAW data nahrána do struktury reprezentující poziční paket, ve druhém kroku dochází k extrakci NMEA zprávy a v posledním kroku se provádí zpracování. Pokud je chyba ve formátu RAW pozičních dat (nelze získat NMEA RMC) je paket zahozen.

Při zpracování je zapotřebí provést správný převod času, zeměpisné délky a zeměpisné šířky. Orientace světových stran se neurčuje u zeměpisné šířky písmeny reprezentující světové strany, ale jednoduše kladnou nebo zápornou hodnotou (jih a západ jsou v záporné hodnotě). Hodnota nadmořské výšky v RMC větě není uvedena, proto se tato hodnota ve výstupní zprávě nastaví na NaN. Jestliže jsou data validní, nastaví se status v ROS zprávě na `STATUS_FIX` jinak na `STATUS_NO_FIX`. Hodnota časového razítka pro výstupní zprávu je stejná s hodnotou vstupní RAW zprávy.

Ověřování kontrolního součtu z NMEA věty se nevyužívá. Patříčné funkce byly implementovány a otestovány, ale kontrolní součet NMEA věty z Velodyne poskytoval chybné hodnoty, popř. se výpočet musí provést způsobem, který není shodný se standardem výpočtu pro NMEA.



Obrázek 1: Graf zachycující ROS topics a ROS nodes ovladače

Parametry ovladače

Pro `velodyne_gps_driver` `velodyne_gps_driver_node`:

`pcap` – cesta k PCAP souboru

`packet_rate` – rychlost přenosů paketů v případě použití PCAP

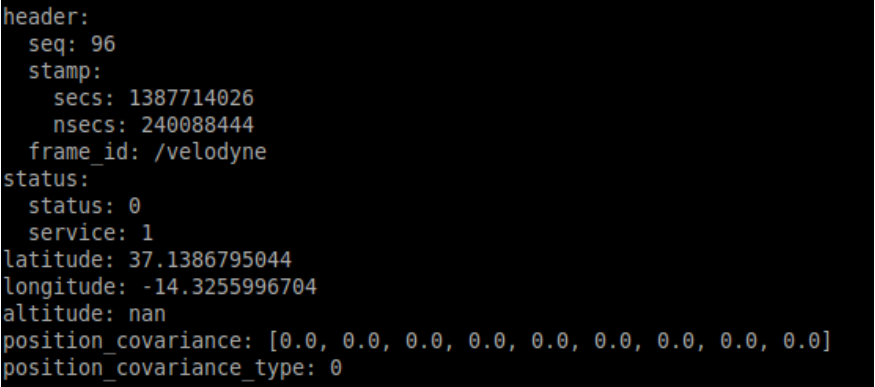
`frame_id` – id zařízení

Pro `velodyne_gps` `velodyne_gps_node` žádné další parametry nejsou, jako vstup se berou zprávy z `topic /velodyne_gps_packet_raw` a publikují se na `/velodyne_gps_nav_msg`.

Testování

Pro otestování je zapotřebí spustit oba ROS uzly. V případě, že chceme využít PCAP vstup je nutné nastavit při spuštění parametr `pcap` s cestou k PCAP souboru. Soubory se streamy paketů pro otestování ovladače byly získány z <http://velodyne.com/lidar/doc/CD%20HDL%20Product%20Information/Velodyne%20HDL-INFO%20CD%20v%201.0/Sample%20Captures/>.

```
roslaunch velodyne_gps_driver velodyne_gps_driver_node _pcap:=/home/viki/data.pcap
roslaunch velodyne_gps velodyne_gps_node
```



```
header:
  seq: 96
  stamp:
    secs: 1387714026
    nsecs: 240088444
  frame_id: /velodyne
status:
  status: 0
  service: 1
latitude: 37.1386795044
longitude: -14.3255996704
altitude: nan
position_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
position_covariance_type: 0
```

Obrázek 2: Ukázka výpisu zprávy (`sensor_msgs/NavSatFix`) z `topic /velodyne_gps_nav_msg`

Závěr

Implementovaný ovladač umožňuje příjem Velodyne pozičních dat. Ovladač je rozdělený do dvou částí, aby bylo možné případně vytvořit k prvním uzlu uzel pro extrakci dat z akcelerometru, které rovněž obsahuje poziční paket ze senzoru.