



Vývoj robotického řízení automobilu

ROBOAUTO

(ROBOCAR)

Souhrnná zpráva o projektu za r. 2013

Autoři: Tomáš Ondráček, Jan Najvárek
Řešitelská organizace: FIT VUT v Brně

Členové týmu: Tomáš Ondráček, Jan Najvárek, Pavel Brzobohatý, Pavel Černocký,
David Herman, Jiří Zbirovský, Adam Babinec

Občanské sdružení Roboauto: tym@roboauto.cz

Abstrakt

Tato zpráva popisuje aktuální výsledky projektu Vývoj robotického řízení automobilu a architekturu modelu robotického vozidla vytvořeného v rámci projektu Roboauto ve stavu ke konci roku 2013. Základem modelu je modelářský, který je osazeno těmito snímači: LIDAR, odometr, GPS, IMU(inerciální jednotka), elektronický kompas, kamera.

Klíčová slova

Autonomní řízení vozidla, robotická vozidla, navigační architektura robota, lokalizace, kamera, LIDAR, odometr, GPS, interciální jednotka, elektronický kompas, zpracování obrazu

Keywords

Autonomous car driving, robotic cars, robot navigation architecture, localization, camera, LIDAR, odometer, GPS, Inertial unit, Electronic compass, image processing

Úvod

V rámci projektu Roboauto bylo vytvořeno modelové vozítko, které dostatečně simuluje chování reálného vozidla a je schopno nést snímače a zařízení posléze použitelné i na reálném vozidle. Aktuálně máme 2 modelové platformy s názvy Karlík a Quido z nichž novější je popsána podrobněji v této zprávě. Toto modelové vozidlo je pracovně pojmenováno Quido. S vozidlem se tým úspěšně účastnil různých soutěží v letech 2008 – 2013 např. soutěže Robotour.

Technické provedení vozítka

Jako základ pro vytvoření pohyblivého vozidla (modelu) je použit modelářský podvozek 1:10, který je původně určen pro modely se spalovacím motorem. Podvozek má pohon na všechny 4 kola, dobré odpružení a byl upraven na elektrickou pohonnou jednotku.

Pro bezpečné uchycení snímačů na vozidle byl do vozidla přidán **kovový hliníkový rám**. Na něm jdou přípravky s navrtanými otvory umožňující přichycení i těžkých snímačů pomocí metrických šroubů. Kovový rám je pevně spojen s autem (způsobem kov-plast-kov).

Řídicí systém

Pro řízení jsou využity (1-2) notebooky s příslušnými rozhraními USB-RS232, USB-RS422, USB-I2C. Notebooky fungují pouze na svoje baterie. Počítače jsou spojeny v lokální ethernet síti přes malý LAN a Wifi router. V současné době výkonnostně postačuje pro kompletní řízení vozidla jediný notebook, druhý se používá v případě verze důkladnějšího zpracování videa.

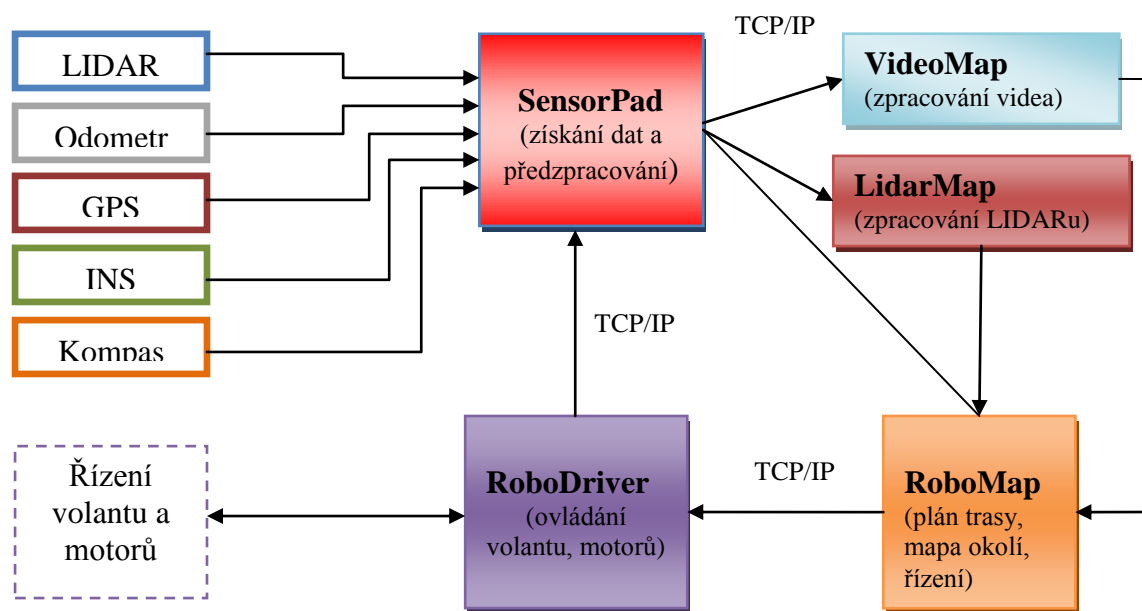
Senzory

Na vozidle jsou instalovány následující senzory:

- Optický radar **Lidar** LMS 100, připojen do notebooku přes RS422
- **GPS** pro určení globální polohy
- **IMU**(inerciální jednotka) obsahující 3D akcelerometry a 3D gyro připojené k notebooku přes CAN bus a RS232. V současnosti použita pro měření náklonů a jako gyrokompas.
- **Odometer** na převodovce připojen do notebooku přes RS232
- Magnetický **kompas** – připojen do notebooku přes I2C
- **Kamera** – pro lokální orientaci a určení pozice
- krátko-dosahových UZ snímačů pro bezpečné couvání

Softwarové řešení

Samotné softwarové řešení je koncipováno formou nezávislých aplikací, které spolu spolupracují přes protokol TCPIP.



Architektura aplikací

Základními softwarovými moduly jsou:

SensorPad – zajišťuje připojení a získání dat ze všech snímačů. Tyto data pak poskytuje pomocí TCP/IP streamu dalším aplikacím. Každá aplikace si může vybrat, která data chce ze SensorPadu získávat. Aplikace vytvořena v Delphi.

RoboDriver – zajišťuje spojení s výkonovou elektronikou vozidla, přijímá požadavky na řízení a ty aplikuje. Dokáže přijímat více zdrojů řízení a podle priority je aplikovat (např. Collision Avoidance modul zabraňující srážce má vyšší prioritu než samotné inteligentní řízení). Aplikace vytvořena v Delphi.

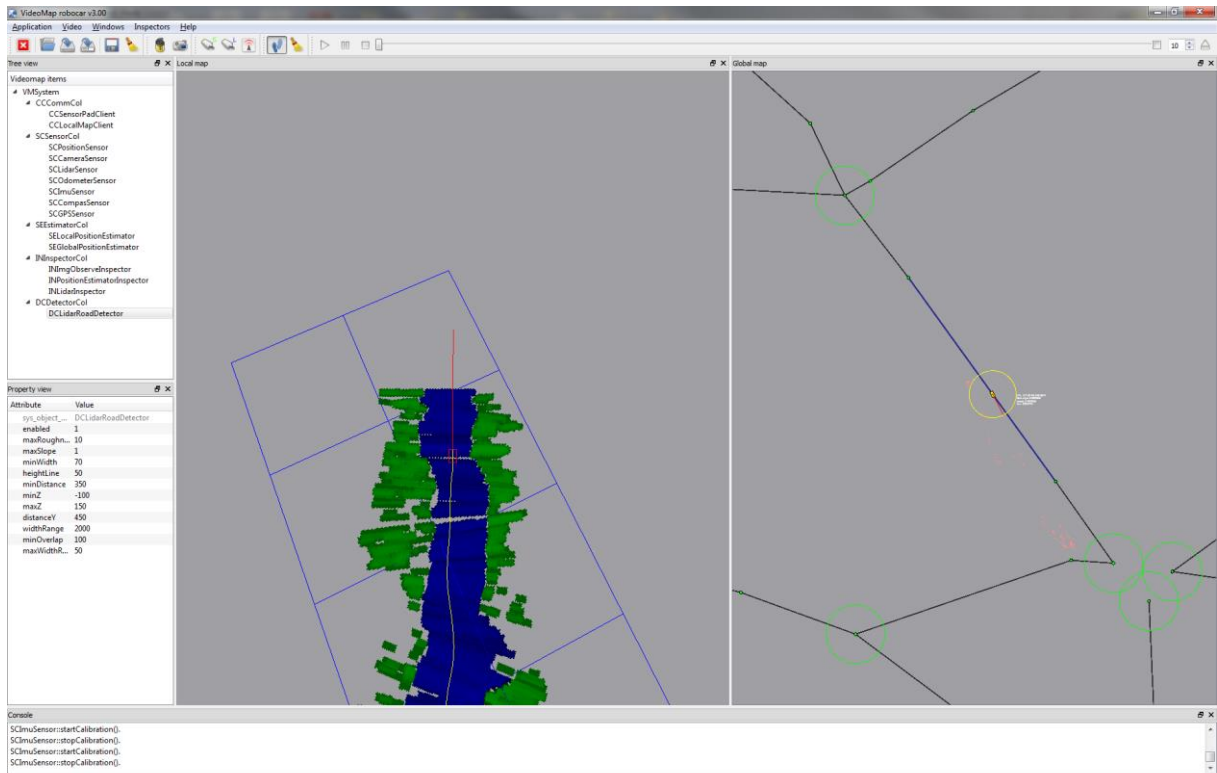
VideoMap – zpracování videa, identifikace cesty a překážek, využívá i informací z Lidaru. Vytvořeno v jazyce C++ s využitím knihovny OpenCV.

LidarMap – používá informací z Lidaru pro rozpoznání cesty a překážek. Vytvořeno v jazyce Delphi.

RoboMap – zajišťuje zpracování vstupních dat, díky nimž modeluje mapu okolí vozidla, a plánuje budoucí trasu. Pomocí propojení na RoboDriver řídí samotné vozidlo. Aplikace vytvořena v jazyce Java.

Videomap

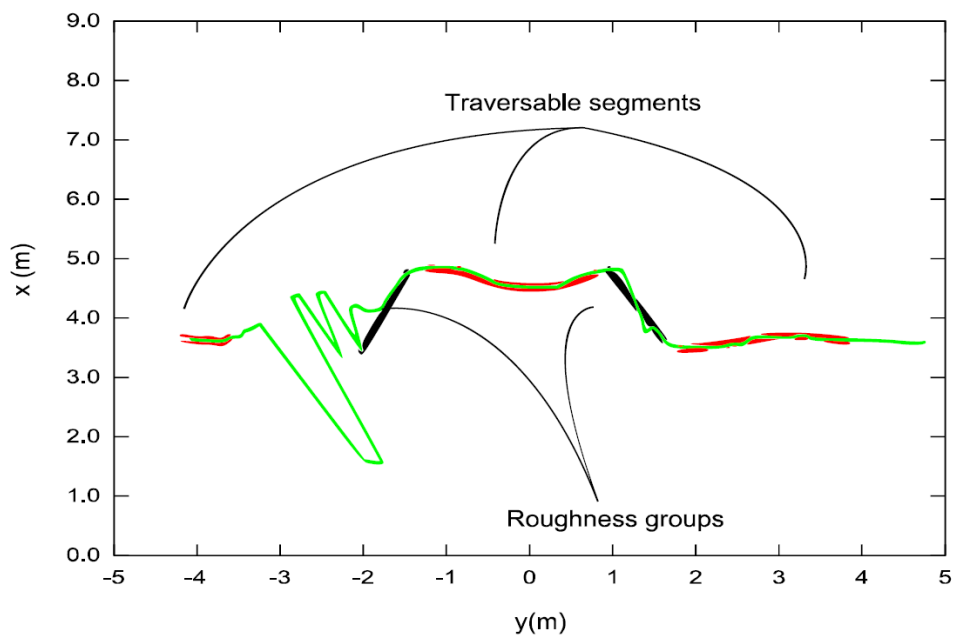
Modul pro zpracování video vstupu z kamery umístěné na stožáru vozidla (pro lepší rozhled).



Videomap

Lidarmap

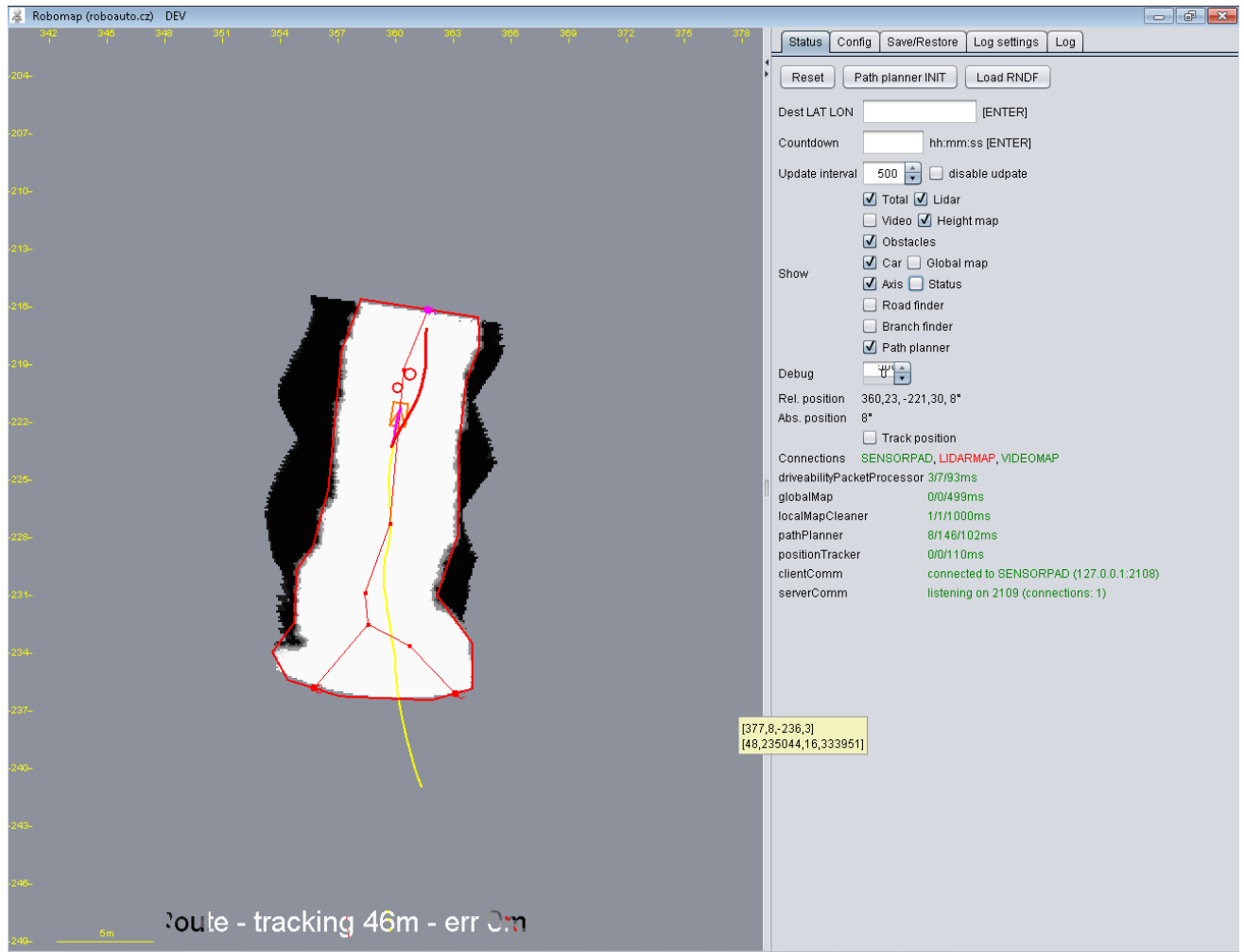
Modul pro zpracování dat z LIDARu, jehož výstupem je detekce cesty a dále detekce pohyblivých (okamžitých) překážek.



Zobrazení principu detekce cesty na základě jednoho skenu (snímku) LIDARu

RoboMap

Aplikace zajišťuje zpracování vstupních dat, díky nimž modeluje mapu okolí vozidla, a plánuje budoucí trasu. Aktuální verze dokáže rozpoznat vozovku (dle mapy sjízdnosti a tvaru), identifikuje křižovatky včetně výjezdů a rozpoznává statické a dynamické překážky.



Robomap – příklad mapování trasy s pohyblivými překážkami na soutěži Robotour. Bíle zobrazen sjízdný terén, černě zobrazen nesjízdný terén, pohyblivé překážky (např. osoby)

Výsledky soutěží – souhrn

Soutěže Robotour se účastníme pravidelně již od roku 2008, používáme tedy nabytých zkušeností z předchozích ročníků k tomu, abychom zdokonalili stávající ale i vyzkoušeli nové přístupy a algoritmy.

- Robotour 2008 (Praha) 3.-4. místo
- Robotour 2009 (Brno) 2. místo
- **Robotem rovně 2010 (Písek) 1. místo**
- Robotour 2010 (Bratislava) 2. místo
- Účast na Sick Robot Day 2010 (Waldkirch, Německo)
- Robotem rovně 2011 (Písek) 2. místo
- **Robotour 2011 (Vídeň) 1. místo**
- **Robotour 2012 (Praha) 1. místo**
- Robotour 2013 (Lodž, Polsko) 2. místo

Závěr

Ačkoli účast v soutěžích není primárním cílem projektu, poskytuje nám velmi cenný „reality check“ a motivaci dokončit fungující řešení v pevném termínu. Poprvé se podařilo dokončit alespoň jedno kolo soutěže (dojetí do cíle).

Díky soutěžím a srovnání se zkušenostmi ostatních soutěžících jsme dospěli k následujícím poznatkům:

- Je třeba zdokonalit algoritmy pro detekci cesty a to zejména v případech, kdy dochází k nejednotné klasifikaci různými druhy snímačů (typicky LIDAR vs. kamera)
- Je třeba zdokonalit algoritmus ohraničení cesty a doplnit do konečného automatu, jenž je jádrem součástí algoritmu stavy pro řešení hraničních případů (např. částečné vyjetí z cesty)
- Je třeba zdokonalit detekci odboček a křižovatek a orientaci v křižovatkách a dále detekci a řešení situace, kdy se robot vydá nesprávnou cestou, neboť přeplánování trasy často vede k situaci, kdy není možné dané kolo dokončit z časových důvodů

Práce na projektu budou i nadále pokračovat. Závěrem bychom rádi poděkovali organizátorům ROBOTOUR 2013 za výbornou organizaci soutěže a vůbec za realizaci tohoto zajímavého setkání nadšenců v oblasti robotiky.

V následující práci bychom se rádi také zaměřili na přenesení poznatků do oblasti klasických „velkých“ vozidel, např. ve spolupráci s VUT, která vlastní elektrické vozidlo Superb.

Sponzoři

Děkujeme za podporu našich sponzorů:

- [Artin](#) spol. s r.o. – vývoj software
- [Sick](#) spol. s r.o. – senzory a senzorické systémy

Reference

[1] *S. Thrun, M. Montemerlo, and A. Aron. Probabilistic Terrain Analysis For High-Speed Desert Driving.* Proc. Robotics Science and Systems, Philadelphia, PA, USA, August, pages 16--19, 2006

[2] *D. Stavens, G. Hoffmann, and S. Thrun. Online Speed Adaptation using Supervised Learning for High-Speed, Off-Road Autonomous Driving.* In Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence 2007 (IJCAI07). Hyderabad, India.

[3] *Občanské sdružení Robotika. Sborník Robotour 2007.* sborník ze soutěže ve Stromovce r. 2007

[4] *S. Thrun, W. Burgard, D. Fox Probabilistic Robotics.* MIT Press, 2005