

Řídicí systém senzorického subsystému mobilních robotů

Bc. Jan Kredba, Ing. Miroslav Holada, Ph.D.

Abstrakt

Předmětem tohoto příspěvku je návrh a realizace řídicí jednotky senzorického subsystému mobilních robotů, určeného zejména pro semiautonomní a autonomní průzkumné roboty a často v logistice nasazované autonomní vozíky. V rámci návrhu je kladen vysoký důraz na univerzálnost a snadnou konfigurovatelnou výsledného subsystému. Z tohoto důvodu bylo při jeho realizaci využito koncepce s jedinou centrální řídicí jednotkou a soustavou inteligentních senzorů, které provádějí základní předzpracování senzorických dat. Dílčím cílem práce je implementace inerciální navigace v rámci řídicí jednotky společně s návrhem inteligentních ultrazvukových senzorů pro mapování okolního prostředí robotu. Zde je pozornost věnována zejména číslíkovému zpracování signálu obdrženého od jednotlivých senzorů. Senzorický subsystém navržený v rámci práce je schopen poskytnout základní informace pro lokální i globální navigaci robotu a je možné jej přímo aplikovat do jeho řídicího systému.

Úvod

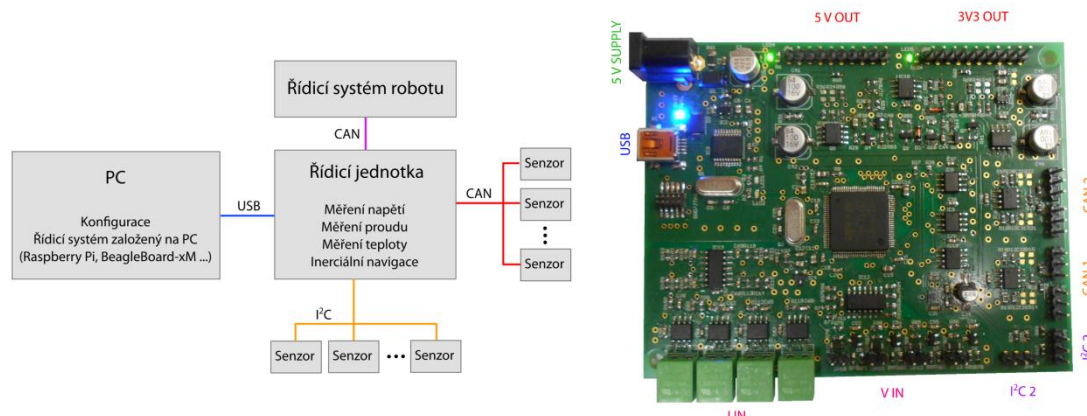
Mobilní roboty jsou stále častěji nasazovány v logistických procesech pro přepravu materiálních vstupů do výroby či v úlohách, kde je lidská přítomnost nevhodná či přímo nemožná kvůli bezpečnosti (například průzkumné či servisní roboty). Z důvodu zvýšení efektivity vykonávaných úkonů jsou roboty často provozovány v semiautonomním či autonomním režimu. Ty však ke své činnosti vyžadují zpětnou vazbu od okolního prostředí pro lokální a globální navigaci společně s informacemi o aktuálním stavu robotu umožňujícími jeho vlastní diagnostiku. Tato zpětná vazba je poskytována prostřednictvím senzorického subsystému.

Cílem tohoto příspěvku je poskytnout návrh koncepce senzorického subsystému včetně jeho realizace, který bude snadno konfigurovatelný a umožní přímou implementaci ve výsledném řídicím systému mobilního robotu. Pro splnění těchto požadavků byla využita koncepce s jednou řídicí jednotkou a soustavou inteligentních senzorů. Práce se zaměřuje zejména na návrh hardwaru řídicí jednotky a její doplnění o inteligentní ultrazvukové senzory. Ty ke své činnosti využívají pokročilé číslíkové zpracování signálu, které jim umožňuje dosažení mimořádných výsledků měření. Pro poskytování informací využitelných v globální navigaci robotu byla jednotka dále doplněna o implementaci inerciální navigace.

Experiment a metody

Z důvodu dodržení koncepce senzorického subsystému s jednou řídicí jednotkou a soustavou inteligentních senzorů byl hardware řídicí jednotky vybaven sběrníci I²C a CAN pro komunikaci s inteligentními senzory. Ty již provádějí základní zpracování senzorických dat a do řídicí jednotky odesílají pouze výsledky měření. Dále byla jednotka vybavena druhou sběrníci CAN a rozhraním USB pro komunikaci s ostatními subsystémy robotu. Pomocí nich je také možné do jednotky zapisovat konfigurační údaje, které jsou uloženy v paměti EEPROM. Schéma navrženého senzorického subsystému společně s hardwarovou realizací řídicí jednotky je vyobrazeno na obrázku 1.

Řídicí jednotka byla dále vybavena sadou snímačů pro měření napětí a proudu řídicích obvodů robotu, okolní teploty a tříosým gyroskopem v kombinaci s tříosým akcelerometrem pro inerciální navigaci. Ta byla v rámci softwaru implementována v konfiguraci strap-down systému, jenž poskytuje údaje o relativní změně polohy a orientace robotu.



Obrázek 1. Schéma navrženého senzorického subsystému pro mobilní roboty včetně hardwarové realizace řídicí jednotky

Kromě hardwaru samotné jednotky byly vyvinuty vlastní ultrazvukové senzory využívající jediného piezoelektrického rezonátoru pro vysílání i příjem ultrazvukové vlny a impedanční přizpůsobení zvyšující dynamický rozsah měření. Výsledný signál odražené ultrazvukové vlny byl číslicově zpracován kombinací korelační metody s vyhodnocením fázového posuvu.

Výsledky a diskuze

Uvedená koncepce senzorického subsystému umožňuje distribuci části výpočetního výkonu pro zpracování senzorických dat do inteligentních senzorů. Díky tomu jsou kladeny nízké nároky na výpočetní výkon řídicí jednotky i při využití sofistikovaných algoritmů číslicového zpracování signálu. Příklad distribuce tohoto výpočetního výkonu představují navržené ultrazvukové senzory, které díky pokročilému zpracování signálu umožňují měřit vzdálenost k několika překážkám zároveň s vyšší jak 99,5% přesností.

Závěr

Navržený senzorický subsystém představuje univerzální platformu, jež lze snadno konfigurovat, modifikovat a implementovat do výsledného řídicího systému robotu. V uvedené konfiguraci poskytuje základní údaje o vnitřním stavu robotu, relativní poloze robotu vůči referenčnímu bodu a rozmístění překážek v jeho okolí. Tyto informace postačují pro správnou funkci základních algoritmů autonomního řízení robotu.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2017.

Reference

- [1] SIEGWART, Roland. a Illah Reza NOURBAKSH. *Introduction to autonomous mobile robots*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004. ISBN 02-621-9502-X.
- [2] QUEOROS, R., F. Correa ALEGRIA, P. Silva GIRAO a A. Cruz SERRA. Cross-Correlation and Sine-Fitting Techniques for High-Resolution Ultrasonic Ranging. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, ročník 59, č. 12, Dec 2010: s. 3227–3236, ISSN 0018-9456, DOI:10.1109/TIM.2010. 2047305.
- [3] GROVES, P. D. Navigation using inertial sensors [Tutorial]. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, ročník 30, č. 2, Feb 2015: s. 42–69, ISSN 0885-8985, DOI:10.1109/MAES.2014.130191.