



Národní konference s mezinárodní účastí
INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2002

13. – 16. 5. 2002, Svratka, Česká republika

**APLIKACE ALGORITMŮ ZTOTOŽŇOVÁNÍ LOKÁLNÍ A
GLOBÁLNÍ MAPY PROSTŘEDÍ PRO LOKALIZACI MOBILNÍHO
ROBOTU**

Oto Lojek¹⁾, Pavel Houška²⁾, Vladislav Singule³⁾, Tomáš Březina⁴⁾

Abstrakt: Příspěvek se zabývá řešením otázky navigace autonomního lokomočního robotu (ALR) OMR III. Dalším úkolem bylo vytvořením navigačních modulů pro pohyb v částečně známém prostředí a zpřesňováním polohy robotu. Kodečítání ujeté dráhy se u robotů používá tzv. odometrických senzorických soustav. Pomocí scénových senzorů dokáže robot rozeznávat překážky v cestě a na základě získaných dat různými metodami zpřesňovat svoji polohu, získanou z odometrické senzorické soustavy.

Klíčová slova: mobilní robot, lokalizace, navigace, matching,

1. Úvod

Mobilní roboty se v současné době stále více a více prosazují. Jsou využívány například v pro přepravu nebezpečného materiálu ve člověku škodlivém prostředí, či jako průzkumníci planet ve vesmíru. Pro správnou činnost musí být tito mobilní roboti schopni plánovat svoji trasu, lokalizovat svoji pozici a dokázat se vyhnout překážkám. Roboti a touto schopností pak nazýváme autonomní. Pojem autonomní znamená, že robot bude schopen samostatného pohybu (bez lidského zásahu) ve svém pracovním prostředí. Pracovní prostředí robotu může být známé (např. navigace pomocí majákových soustav), částečně známé (např. navigace pomocí pasivních značek) nebo neznámé (robot se musí pohybovat a získávat informace o svém okolí pomocí scénových senzorických soustav).

¹⁾ Ing. Oto Lojek, UMT, FSI-VUT v Brně, Technická 2, 616 69, Brno, ČR
e-mail: lojek@kn.vutbr.cz

²⁾ Ing. Pavel Houška, UMT, FSI-VUT v Brně, Technická 2, 616 69, Brno, ČR
e-mail: PavlikH@seznam.cz

³⁾ Doc. Ing. Vladislav Singule, CSc, UVSSaR, FSI-VUT v Brně, Technická 2, 616 69, Brno, ČR
e-mail: singule@zam.fme.vutbr.cz

⁴⁾ RNDr. Ing. Tomáš Březina, CSc, ÚAI FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69, Brno, ČR,
e-mail: tom@kinf.fme.vutbr.cz

2. Formulace problému

Cílem této práce bylo vytvoření algoritmů pro orientaci a lokalizaci polohy ALR v částečně známém a neznámém prostředí. Úkolem algoritmů bylo skládání map postupně získaných s laserového dálkoměru PLS 200 a jejich poskládáním pak vytvořit globální mapu okolí ALR za účelem jeho navigace. Při dalším pohybu robota je pak mapa upravována podle změn v jeho okolí. Jako identifikační charakteristiky jsou v tomto případě použity hrany objektů („extrakce hran“). Dalším úkolem je pak zpřesňování údajů o ujeté dráze a úhlu natočení, získaných z optických enkodérů.

3. Mobilní robot ALR OMR III

Algoritmy byly vyvíjeny pro použití na robot ALR OMR III. Jedná se o koncepci tzv. všesměrového podvozku. Všeměrnost je umožněna trojicí kol, vybavených po obvodě valivými členy. Hlavní činností tohoto autonomního lokomočního robota je samostatný přejezd z bodu A do bodu B. Robot tedy musí mít představu o svém okolí a o překážkách na svojí trase, kterým se rovněž musí dokázat vyhnout. U robota se předpokládá použití u tzv. IN-DOOR aplikací. Dosah laserového dálkoměru je omezen a pokud by se v dostatečné vzdálenosti nenacházel žádný objekt, podle kterého by se robot mohl orientovat, je jeho navigace prakticky nemožná. Těmto předpokladům je přizpůsobena i celá konstrukce ALR OMR III.



Obr. 1: Mobilní robot ALR OMR III

4. Senzorika ALR OMR III

Laserový dálkoměr PLS 200 (německé firmy SICK)

Tento dálkoměr představuje jediný scénový senzor. Měření vzdálenosti je realizováno metodou měření tranzitního času. Je vyslán krátký impuls jehož optický

výkon je 10W. Deflekce laserového infračerveného paprsku je provedena rotujícím zrcátkem v jedné rovině. Nasnímáním jednoho řezu v úhlu 180° trvá 40ms při úhlovém rozlišení 0,5°. Maximální měřitelná vzdálenost je 80m s garantovanou chybou ± 50 mm. Z naměřených vzdáleností potom vznikne mapa pracovního prostředí ALR OMR III.

Optický kodér

Trojice těchto senzorů tvoří soustavu odometrických senzorů. Každý z nich je tvořen rotačním kodérem PIR, který je vybaven diskem s 34 otvory a optickým senzorem SFH 910 firmy SIEMENS. Optický senzor je dvoukanálový, tvořený dvěma shodnými částmi a to vysílací a přijímací diodou. Obě diody pracují v infračervené části spektra. Pro přesné rozlišení logické 0 a 1 je kodér vybaven Schmittovým klopným obvodem.

4. Určování absolutní polohy ALR OMR III

Pro určování polohy ALR OMR III byla zvolena metoda ztotožňování globální mapy s mapou lokální (tzv. matching). Přibližnou polohu ALR OMR III určuje odometrická senzorická soustava. Tuto přibližnou polohu je nutné pro další správnou orientaci ALR OMR III zpřesnit. Protože aplikační oblast ALR OMR III je směřována na tzv. INDOOR aplikace, je výhodné využít pro zpřesnění přirozených značek prostředí. V našem případě se jedná o hranové příznaky.



Obr. 2: Blokový obecný diagram průběhu ztotožňovacích algoritmů

Při vlastním ztotožňování se porovnává lokální model prostředí získaný v reálném čase pomocí scénové senzorické soustavy (Obr. 2) s globálním modelem prostředí uloženým v paměti ALR OMR III. Jestliže existují dvě mapy, které mohou být ztotožněny, pak lze

snadno vypočítat aktuální odchylku vzdálenosti a natočení, získanou pomocí odometrické senzorické soustavy.

5. Algoritmus ztotožňování globální a lokální mapy prostředí

Lokální mapa prostředí vznikne jako rovinný řez okolního prostředí ve výšce umístění laserového dálkoměru PLS v úhlovém rozsahu 180° . Mapa vznikne spojením jednotlivých koncových bodů naměřených vzdáleností a jejich aproximací.

Aby bylo možné uskutečnit vlastní zpřesnění, je nutné nalézt takovou část globální mapy, která je shodná s lokální mapou. Pro správnou funkci algoritmu je nutné, aby odchylka natočení a polohy nebyla příliš velká.

Po nalezení shodných částí map, můžeme přistoupit k jejich úhlovému ztotožnění. Lokální mapu postupně natáčíme a porovnáváme se shodnou částí globální mapy. Hledaný úhel natočení je ten, kde absolutní hodnota rozdílu součtu směrnic úseček lokální mapy a globální mapy je minimální.

Dalším krokem je posuvové ztotožnění. Nejprve ztotožňujeme v ose x. Posunujeme mapou po x-ové souřadnici a jako hledaný posuv bereme ten, jehož absolutní rozdíl x-ových souřadnic lokální mapy s mapou globální je minimální. U y-ové souřadnice je postup analogický. Výsledkem je pak zpřesněná poloha ALR OMR III.

6. Závěr

Pro odzkoušení funkčnosti byla vytvořena modelová místnost za účelem získání reálných dat. V této místnosti bylo provedeno snímání v šesti různých bodech s natočením laserového dálkoměru PLS o 60° .

Při simulaci algoritmu na PC byly zjišťovány statické odchylky při ztotožňování map polohy u x-ové a y-ové souřadnice. Ta nepřekročila $\pm 180\text{mm}$ a velikost úhlové odchylky se pohybovala v rozsahu $\pm 6,8^\circ$. Tyto odchylky jsou srovnatelné s jinými dosud publikovanými metodami a jsou vhodné pro použití na robot ALR OMR III. Pro skutečné ověření funkčnosti je ale nutná reálná realizace algoritmu.

Výzkumné a vývojové práce na mobilním robotu probíhají za podpory projektu Fondu rozvoje vysokých škol MŠMT č. VS 96122 „Laboratoř pro výzkum a vývoj mechatronických systémů“ a výzkumného záměru č. CZ J22/96:260000013 „Automatizace technologií výrobních procesů“.

7. Literatura

- [1] O. Lojek: Tvorba globální mapy, pro navigaci ALR, [Diplomová práce], VUT FS, Brno 1999
- [2] G. Weiß, Ch. Wetzler, E. Puttkamer: Keeping Track Of Position and Orientation of Moving Indoor Systems by Correlation of Range-Finder Scan
- [3] T. Edlinger, G. Weiss: Exploration, Navigation and Self localization in an Autonomous Mobile Robot. 11. Fragespräch Autonome Mobile systeme '95, str. 142-151, Karlsruhe, 1995
- [4] Singule, V., Šimeček, K., Malý, A., Houška, P., Lojek, O.: Design and Some of Realisation of the Omnidirectional Mobile Robot. Proceedings of International Conference „Mechatronics 2000“. Warsaw 2000, 71-74