



INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2005

NÁRODNÍ KONFERENCE

s mezinárodní účastí

Svratka, Česká republika, 9. - 12. května 2005

HOW TO BUILD A ROBOT WITH NO MONEY, MERKUR, LEGO AND OLD STEPPER MOTOR.

S. Věchet*, J. Krejsa⁺, R. Grepl[×]

Summary: *Robot localization and path planning belong to actual problems in robotics. Markov localization seems to be currently the most promising localization method in known environment. The method is based on calculation and update of the probability distribution of "being at certain location". Regarding the path planning problem we use Rapidly Exploring Random Trees (RRT) method, which is fast and easy to implement. In this paper we describe our simple real robots which were used for theoretical principles verification.*

1. Úvod

Lokalizace a plánování trajektorie robotu ve známém prostředí patří k aktuálním problémům současné robotiky. Slibnou metodou lokalizace robotu se jeví být metoda Markovské lokalizace (Markov Localization - ML). Jedná se o metodu založenou na statistickém hodnocení polohy robotu v mapě. Pokud je poloha určena s požadovanou přesností je nutné naplánovat určitou trajektorii pohybu. K tomu může velice dobře sloužit námi použitá metoda Rychle mapujících náhodných stromů (Rapidly Exploring Random Trees – RRT). Tato metoda je velice oblíbená pro svou rychlost a jednoduchou implementaci.

V rámci ověřovací části teoretických experimentů metody ML a RRT, byly na Ústavu mechaniky těles, biomechaniky a mechatroniky použity dva typy jednoduchých mobilních robotů. Tyto roboty sloužily k hardwarovým testům výše zmíněných metod umělé inteligence. Hlavní část tohoto článku je věnována právě hardwarové konstrukci těchto robotů.

Simulační experimenty jsou prováděny v prostředí Borland Delphi. V rámci těchto experimentů jsou ověřovány základní teoretické poznatky o obou výše zmíněných metodách. Je vytvořeno kompletní simulační prostředí, zahrnující model prostředí a model agenta (robotu). Jako model prostředí je použita diskrétní dvourozměrná mřížka. Velikost mřížky je možné pro jednotlivé experimenty upravovat tak aby lépe odpovídala (simulačnímu/reálnému) modelu použitého robotu (typicky 10cm-1m). Na simulační model robotu jsou kladena různá omezení, která se týkala zejména směru pohybu, velikosti pohybu v daném směru, ale také vlastní velikosti robotu. Použitým metodám a simulačním experimentům se podrobněji věnuje související literatura (Krejsa, Věchet 2005).

* Ing. Stanislav Věchet, PhD., VUT Brno, Technická 2, 616 69, Brno, Czech Republic, email: vechet.s@fme.vutbr.cz

+ Ing. Jiří Krejsa, PhD., ÚT AV ČR, pobočka Brno, Technická 2, 616 69, Brno, Czech Republic; tel: +420 541142885, email: jkrejsa@umt.fme.vutbr.cz

× Ing. Robert Grepl, PhD., VUT Brno, Technická 2, 616 69, Brno, Czech Republic, email: grepl@fme.vutbr.cz

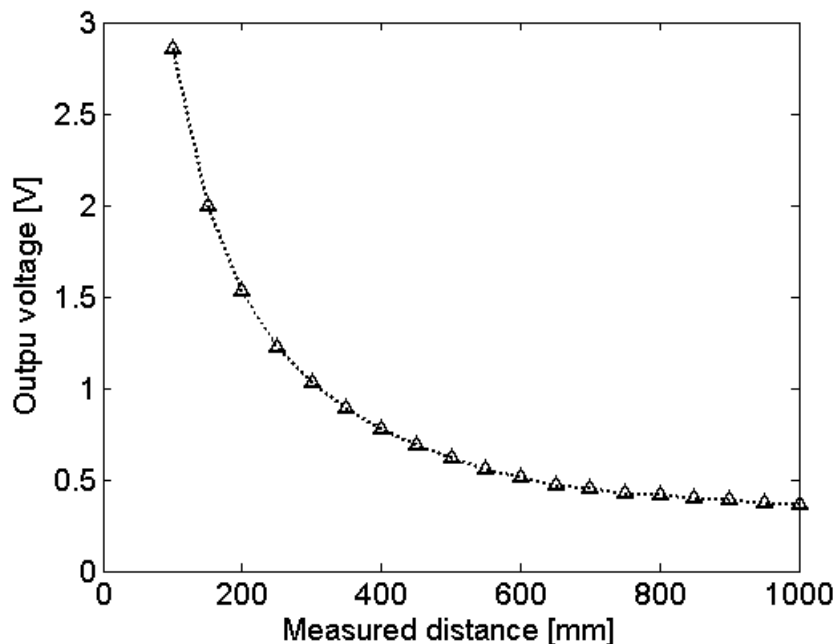
2. Použité sensory

Pro získávání informací o prostředí je možno použít různých typů sensorů. Nejjednodušší typ, dotykový sensor je pro tento účel nevhodný vzhledem ke svému velmi omezenému rozsahu. Dále je možné použít bezkontaktních sensorů optických či akustických. Vzhledem k tomu, že v naší laboratoři jsou zkušenosti s praktickým použitím infračervených sensorů, byl zvolen právě tento typ sensoru. Jako vhodný byl vybrán snadno dostupný, jednoduše použitelný a relativně levný ir sensor firmy Sharp GP2D12. Technické parametry jsou stručně shrnuty v tabulce 1.

Tab. 1 Parametry sensoru Sharp GP2D12

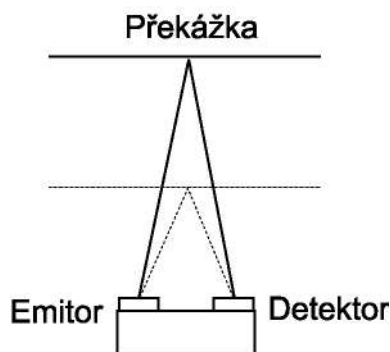
<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Napájecí napětí	-0.3 až +7 V
Výstupní napětí	-0.3 až +7.3 V
Pracovní teplota	-10 až +60 °C
Rozsah vzdáleností	10 až 80 cm

Na obrázku 1 je zobrazena závislost výstupního napětí sensoru na naměřené vzdálenosti. Lze poznamenat že data jsou ve velké shodě s oficiálním datasheetem výrobce a pro různé sensory se neliší.



Obr. 1 Závislost výstupního napětí na měřené vzdálenosti sensoru GP2D12

Sensor používá pro měření vzdálenosti metodu triangulace, z čehož vyplývá velmi malá závislost na barvě a osvětlení měřeného povrchu. Princip této metody měření vzdálenosti je znázorněn na obrázku 2.



Obr. 2 Metoda triangulace

3. Kolový robot

Pro ověření získaných výsledků ze simulačních experimentů metody ML byl navržen a následně sestaven jednoduchý mobilní robot. Vzhledem k omezenému dosahu použitého sensoru (10-80cm) byla navržena odpovídající velikost robotu, tak aby se co nejvíce blížila simulačním předpokladům, tedy aby robot byl řádově menší než je dosah sensoru. Toto omezení bylo splněno díky velmi jednoduché konstrukci robotu a použitým typem dalšího hardwaru. Technické parametry kolového robotu jsou shrnuty v tabulce 2.

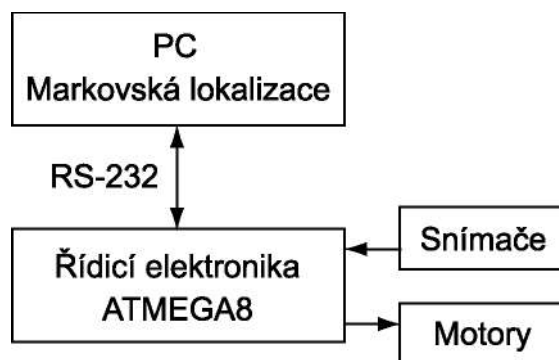
Tab. 2 Technické parametry kolového robotu

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Druh pohonu	Dva krokové motory TEAC
Sensorické vybavení	Dva snímače GP2D12
Maximální rychlost pohybu	10cm/s
Řídicí elektronika	ATMEGA8
Zdroj el. energie	Stabilizovaný zdroj 15V,0.3mA

Vlastní robot sestává ze tří vzájemně propojených částí.

1. Pohyb robotu je zajištěn pomocí dvou krokových motorů TEAC. Tyto motory slouží jak k pohybu vpřed/vzad, tak k pohybu kolem svislé osy tedy vlevo/vpravo. Vzhledem k jednoduchosti celé koncepce je minimální velikost pohybu v přímém směru omezena na 1cm, rotace kolem osy pak na 5°.
2. Snímání okolí zajišťují dva sensory IR SHARP, které jsou pootočený proti sobě o 180° tak aby celková snímaná velikost okolí byla 360°. Tyto sensory jsou připevněny na modelářský servomotor HS-322 firmy HITEC. Servomotor zajišťuje pohyb senzoru v rozsahu 180°, čímž je zajištěna celková velikost zobrazovaného prostoru, již zmíněných 360°.
3. Řídicí jednotka je tvořena mikroprocesorem ATMEGA8. Tato jednotka zajišťuje řízení krokových motorů, zajišťuje pohyb senzoru, provádí snímání okolí a v neposlední řadě komunikuje s PC po standardní seriové lince RS-232.

Jako základ konstrukce robotu posloužila stavebnice Merkur, která je velmi snadno dostupná a umožňuje ve velice krátkém čase postavit velmi pevnou konstrukci. Pohyb robotu zajišťují dva krokové motory, které jsou propojeny napřímo s gumovými koly ze stavebnice LEGO.



Obr. 3 Řízení kolového robotu

Obrázek 3 ukazuje hierarchii řízení kolového robotu. Vlastní algoritmus lokalizace je prováděn na PC, kolový robot slouží pouze jako interface do reálného prostředí.

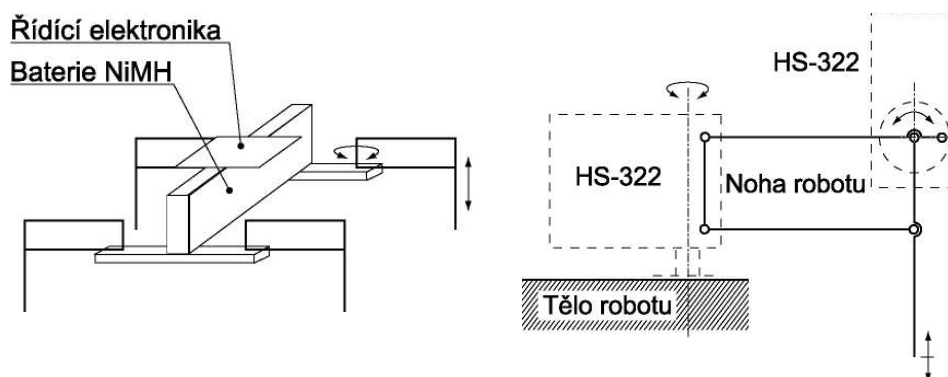
4. Kráčivý robot

Robot použitý během experimentů s RRT byl navržen jako kráčivý. Konstrukce je tvořena z jednoduchých hliníkových profilů upravených do požadovaného tvaru. Jako spojovací materiál jsou použity běžně dostupné šrouby M3. Pantografický mechanismus noh je vytvořen za pomoci modelářských kulových čepů. Každá ze čtyř noh má dva stupně volnosti. Pohyb zajišťují modelářské servomotory HS-322 firmy HITEC. Technické parametry servomotorů jsou shrnuty v tabulce 3.

Tab. 3 Parametry servomotorů HS-322

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Rozměry	40x20x36mm
Hmotnost	45g
Rychlost pohybu	60° za 0.16s
Kroutící moment	3 kg/cm
Napájecí napětí	4.8 až 6V

Jedná se o nejlevnější model na trhu, který byl vybrán právě pro svou nízkou cenu a také vzhledem k jednoduchosti konstrukce robotu. I přes omezení daná parametry servomotorů je robot schopen dynamické chůze rychlostí 0.1ms^{-1} . Jednoduché schéma robotu je zobrazeno na obrázku 4.



Obr. 4 Schéma kráčivého robotu

Robot může být řízen z PC, nebo malou mikroprocesorovou jednotkou, která zajišťuje autonomní chování. Základ elektroniky tvoří dva procesory.

1. ATMEL 2051: zprostředkovává komunikaci s PC po sériové lince RS-232. Dále je tímto procesorem ovládán pohyb jednotlivých servomotorů.
2. ATMEGA8: tento procesor zajišťuje plné autonomní chování robotu v případě, že není připojen na PC. V jeho FLASH paměti jsou nahrány základní instrukce pro pohyb v neznámém prostředí.

Jako sensory jsou použity dva dotykové snímače, které zprostředkovávají pouze nejzákladnější informace o okolním prostředí. Napájení robotu zajišťuje pětičlánek SANYO 7V/2000mAh, který je umístěn v těle robotu. Základní technické parametry kráčivého robotu jsou shrnuty v tabulce 4.

Tab. 4 Parametry kráčivého robotu

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Počet noh	4
Počet stupňů volnosti na jednu nohu	2°V
Maximální rychlost pohybu	0.1m/s
Druh pohonu	Servomotor HS-322
Řídící elektronika	ATMEGA8, ATMEL 2051
Zdroj el. energie	Baterie NiMH 7V/2000mAh

5. Závěr

V tomto článku jsme se snažili představit dva typy jednoduchých robotů: kolový, kráčivý, které byly postaveny z minimálního počtu dílů a s maximálním využitím snadno dostupných konstrukčních prvků. Cílem bylo ukázat možnost ověření simulačních experimentů na velice jednoduchých reálných soustavách. Je ovšem nutno mít na zřeteli, že na těchto jednoduchých robotech je možno ověřovat pouze základní vlastnosti vybraných metod.

Jako další krok se jeví postupně nahradit tyto jednoduché roboty složitějšími zařízeními, která budou poskytovat širší možnosti jak pracovat s vybranými metodami. Jako příklad dalších prací v nejbližším období může posloužit nahrazení jednoduchých infračervených snímačů vzdálenosti přesným laserovým scannerem SICK LMS 291.

6. Poděkování

Tato práce vznikla za podpory Ministerstva školství a projektu MSM 0021630518 „Simulační modelování mechatronických soustav“.

7. Literatura

Krejsa J., Věchet S.: Marcov Localization for Mobile Robots, v tisku *Inženýrská mechanika 2005*, Svratka

Krejsa J., Věchet S.: Path Planning for Four-legged Walking Robot Using Rapidly Exploring Random Trees, v tisku *Inženýrská mechanika 2005*, Svratka