

# MOBILE ROBOT GUIDANCE

**Ladislav Podivín**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xpodiv00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ondřej Lebeda

E-mail: Ondrej.Lebedas@phd.feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper deals with design of control algorithms for GPS guided mobile robot *Ryder*. Especially two main abstract layers of mobile robot control are discussed - planning algorithm and algorithm providing steering control. The *Ryder* robot is equipped with several types of range sensors and based on Ackerman's steering. Its purpose is autonomous movement from start point to goal point without any collision with obstacles.

## 1 ÚVOD

Konstrukce strojů, jež vykazují určitou míru inteligentního chování, byla vždy výzvou. Toto platí zvláště pro stroje schopné samostatného pohybu - pro mobilní roboty. Nejdůležitějšími prvky jejich realizace jsou navigace a řízení. Právě tyto dva aspekty jsou diskutovány v rámci tohoto příspěvku, jehož cílem je seznámit s hlavními body návrhu řízení mobilního robotu *Ryder*.

*Ryder* je určen k tomu, aby byl schopen autonomního přesunu dle zadaných souřadnic systému GPS. Přesun se musí navíc odehrát bez kolizí s předměty, které brání jízdě. Za tímto účelem je robot vybaven GPS přijímačem a senzory k měření vzdálenosti od překážek.

## 2 ŘÍZENÍ MOBILNÍHO ROBOTU

Na řízení mobilního robotu se dá pohlížet jako na dvě abstraktní vrstvy. Vyšší vrstvu tvoří tzv. plánovací algoritmus, který na základě dostupných údajů plánuje cestu robotu prostředím.

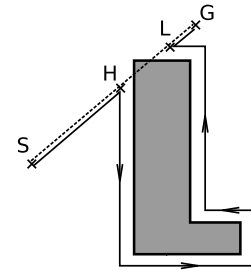
Nižší vrstva zahrnuje tzv. nízkoúrovňové (low-level) řízení. Tím je myšleno přímo řízení daného typu podvozku.

### 2.1 PLÁNOVACÍ ALGORITMUS

Pro účely mobilní robotiky existuje celá řada plánovacích algoritmů, jejich klasifikací se zabývá například [1].

Jako jádro plánovacího algoritmu robotu *Ryder* byl zvolen přístup *Bug2*, který navzdory své jednoduchosti vykazuje poměrně dobré a snadno předvídatelné výsledky.

Základ činnosti algoritmu Bug2 se dá rozdělit do dvou fází. V první fázi robot sleduje přímku mezi startovním a cílovým bodem. Ve druhé sleduje obvod překážky, dokud opět neprotne přímku start cíl. Poté robot začne opět vykonávat první fázi algoritmu viz obrázek 1.



**Obrázek 1:** Algoritmus Bug2

## 2.2 ŘÍZENÍ PODVOZKU

Ryder je postaven na Ackermanově podvozku (podvozek typu auto). Tento podvozek je nelineární soustavou, z čehož vyplývají pro návrh řízení určitá omezení.

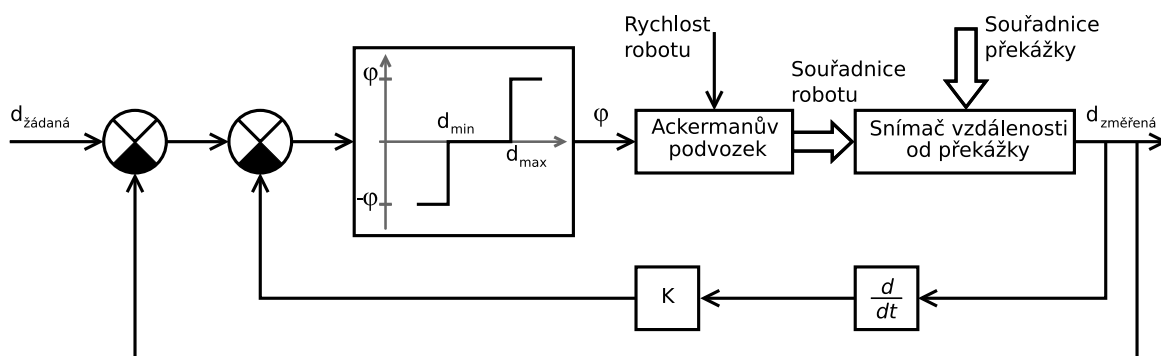
Řízení podvozku musí splnit požadavky nadřazené vrstvy, takže v tomto případě musí být podvozek schopen sledovat přímku a obvod překážky. To znamená v prvním případě regulovat orientaci podvozku a ve druhém případě regulovat boční vzdálenost podvozku od překážky.

Toho je docíleno pomocí třístavového reléového regulátoru. Vstupem regulační smyčky je buď požadovaný úhel natočení podvozku nebo požadovaná boční vzdálenost od překážky. Akčním zásahem je pak natočení předních kol podvozku.

Kvůli snížení oscilací, které může trajektorie robotu vykazovat z důvodu použití reléových regulátorů, obsahuje regulační smyčka dále ještě derivační zpětnou vazbu.

Na obrázku 2 je zobrazeno schéma regulační smyčky obvodu, který zajišťuje sledování překážky. Vzdálenost od překážky je zde označena jako  $d$  a natočení předních kol je označeno jako  $\varphi$ .

V případě obvodu sledování přímky start cíl je situace velice podobná.

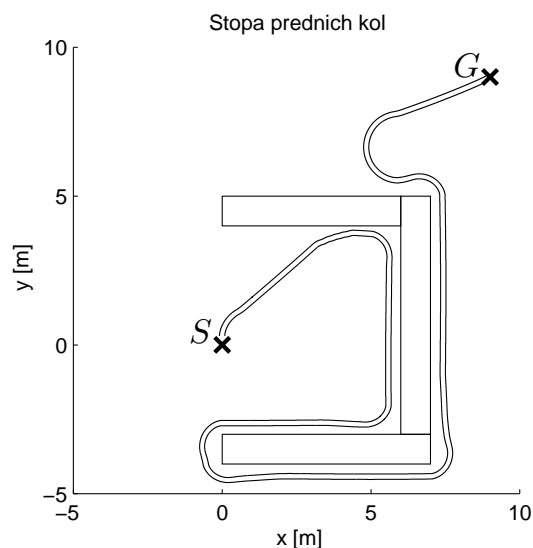


**Obrázek 2:** Regulační smyčka obvodu sledování překážky

## 3 VÝSLEDKY SIMULACE

Za účelem ověření realizovatelnosti navrženého řešení byl zpracován v prostředí Matlab Simulink jednoduchý simulátor, který se skládá z kinematického modelu Ackermanova podvozku (dle [2] je pro návrh řízení kinematický model dostačující) a z s-funkce v jazyce C, která implementuje algoritmus Bug2.

Simulačním výstupem je grafické znázornění trajektorie přední nebo zadní nápravy. Na základě tohoto výstupu bylo rozhodnuto o tom, že je koncepce realizovatelná, protože je schopna dovést robot ze startovního bodu do cílového bez kolizí s překážkami. To dokládá obrázek 3, kde dvojitá čára představuje stopu předních kol a uzavřené pravoúhlé útvary překážky.



**Obrázek 3:** Výstup simulace. S - startovní bod, G - cílový bod

#### 4 ZÁVĚR

Pro robot Ryder s Ackermanovým podvozkem jsem navrhl řízení. Při návrhu jsem se snažil o řešení, které bude jednak splňovat požadavky kladené na tento robot a zároveň bude co nejjednodušší. Snahu o jednoduchost řešení jsem vyvíjel proto, aby jej bylo možno snadno aplikovat na reálný systém. Jednoduché řešení také poskytuje lepší základ pro budoucí vývoj.

Vyšší úroveň řízení (tzn. plánování cesty) je založena na plánovacím algoritmu typu Bug2. Nízkoúrovňové řízení (tzn. řízení podvozku) je realizováno na základě použití softwarových třístavových reléových regulátorů s derivační zpětnou vazbou.

Realizovatelnost navržené koncepce jsem úspěšně ověřil na modelu zpracovaném v prostředí Matlab Simulink. Bylo ověřeno, že navržené řízení je schopno dovést robot ze startovní pozice do pozice cílové bez kolizí s překážkami.

#### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky FRVŠ G1 1438/2007.

#### REFERENCE

- [1] LaValle M. S. *Planning Algorithms* University of Illinois, Published by Cambridge University Press, 2006  
Lze získat z URL: <<http://planning.cs.uiuc.edu/>>
- [2] Laumond J. P. *Robot motion planning and control*, LAAS-CNRS Toulouse, 1998