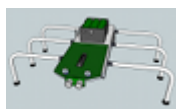


Kráčajúci mobilný robot Cricket I.

Kostroš Juraj · Elektrotechnika, Študentské práce

08.06.2009



Robotika je v poslednej dobe veľmi dynamicky sa rozvíjajúce odvetvie. Moderné priemyselné roboty uľahčujú ťažkú, namáhavú a často nebezpečnú prácu, ale v bežnej domácnosti nie je ich použitie možné. Tu nastupujú mobilné roboty. Dnes už existuje mnoho ich implementácii ako napr. vysávače, kosačky, hračky a iné. Táto práca sa zaoberá komplexným návrhom šesťnohého kráčajúceho mobilného robota, jeho mechaniky, elektroniky, snímačov a riadenia. Ďalšie informácie nájdete aj na [osobnej stránke](#) alebo [katedrovej wiki](#).

Výhody a nevýhody kráčajúcich robotov

V súčasnosti sú kráčajúce lokomočné systémy v oblasti mobilnej robotiky druhou najrozšírenejšou alternatívou riešenia pohybového subsystému po kolesových podvozkoch. Oproti kolesovým a pásovým systémom majú niekoľko výhod, ktoré im umožňujú praktické využitie tam, kde iné typy podvozkov nie je možné použiť.

Výhody:

- Prekonávanie relatívne vysokých prekážok
- Pohyb po schodoch
- Pohyb po extrémne členitom povrchu
- Zdolávanie príkrych svahov
- Plynulý pohyb po značne zložitom teréne
- Vysoká priechodnosť
- Menšie poškodenie mäkkého podlažia

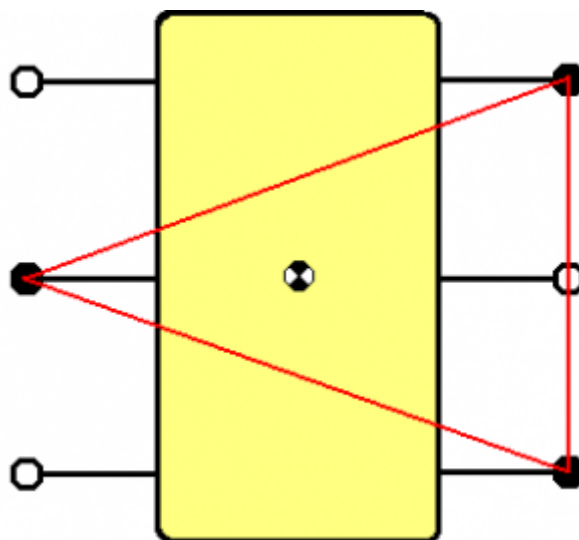
Nevýhody:

- Vyšší počet stupňov voľnosti
- Vyšší počet akčných členov
- Zložitejší riadiaci systém
- Zložitejšia mechanická konštrukcia
- Zložitejšie algoritmy riadenia
- Typicky umožňujú pomalší pohyb ako kolesové roboty

Statická a dynamická stabilita

Kráčajúci robot je staticky stabilný ak je jeho stabilita zachovaná v každom časovom okamihu jeho pohybu. Formálne môžeme povedať že statická stabilita je zaistená ak je projekcia ťažiska robota vo všetkých časových okamihoch vo vnútri konvexného polygónu definovaného nohami (Obr.1), ktoré sa aktuálne dotýkajú podložky. Ak je u robota zaistená statická stabilita má výhodu v tom, že sa nemôže prevrhnúť ani pri chybách vzniknutých pri nevhodnom synchronizovaní pohybu jednotlivých končatín, alebo pri nerovnakom kontakte končatín s povrchom vplyvom nerovnosti povrchu, či dokonca pri uviaznutí niektorej končatiny.

Ak je robot udržiavaný v riadenej chôdzi a pritom neodpovedá definícii statickej stability, hovoríme, že ide o stabilitu dynamickú. Je teda evidentné že pre dynamickú stabilitu medzi staticky stabilnými momentmi je nutné využiť zotrvačnosť hmoty, čo zvyčajne znamená komplikácie pri návrhu a tvorbe kráčajúceho mechanizmu.

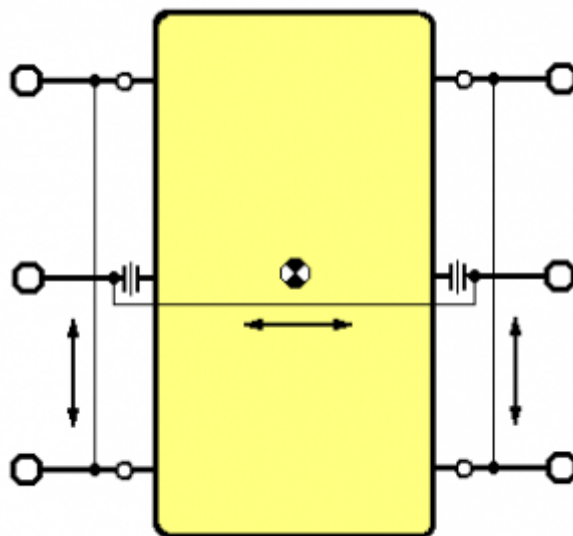


Obr.1 Usporiadanie staticky stabilnej konštrukcie kráčajúceho mobilného robota

Pri šesť a viacnôhých robotoch nie je potrebný presun ťažiska aby boli staticky stabilné, je to dané ich konštrukciou. Statická stabilita je jednoduchšia pri prevedení, ale limituje postavenie tela robota, maximálnu rýchlosť a rozsah pohybu.

Mechanická konštrukcia

Robota má šesť nôh čo má za následok, že jeho konštrukcia je staticky stabilná. Každá noha má iba jeden stupeň voľnosti a preto nohy musia byť navzájom prepojené tiahmi. Tento typ usporiadania kinematiky šesťnôhého robota bol vyvinutý na MIT. Prepojenie nôh možno vidieť na obrázku (Obr.2.) Predná pravá a zadná pravá noha sú prepojené tiahom, tak isto je to aj na ľavej strane. Stredná ľavá a stredná pravá noha sú taktiež prepojené tiahom. Toto usporiadanie má veľkú výhodu v tom, že na pohyb stačí použiť iba tri pohony.



Obr.2 Prepojenie nôh tiahkami

Pohonný subsystém

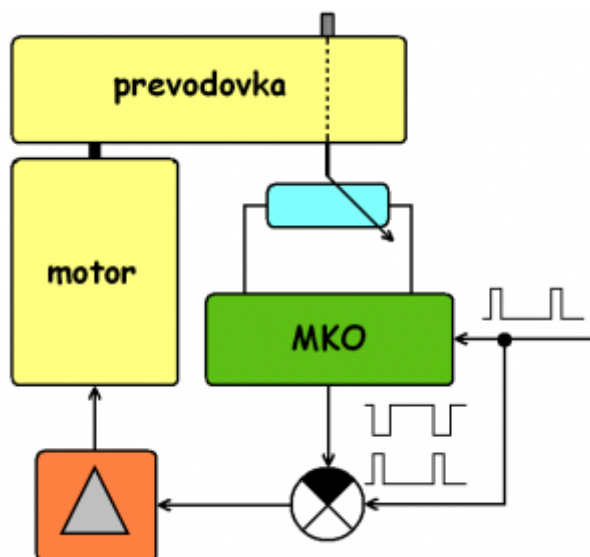
Ako pohonný subsystém som zvolil modelársky servopohon, (ďalej servo) lebo je pomerne lacný a spoľahlivý. Štandardné typy poskytujú krútiaci moment okolo 30Ncm/4,8V prípadne až 40Ncm/6V Servo obsahuje jednosmerný motor prevodovku a z výstupným hriadeľom spriahnutý miniatúrny potenciometer, použitý ako senzor uhla natočenia, pre regulačný obvod polohy. Pri menších a lacnejších servách je potenciometer pripojený priamo na výstupný hriadeľ. U serv vyšších kategórií je pripojený cez zvláštny prevod (tzv. nepriamy náhon), ktorý veľmi dobre chráni pred prenosom vibrácií. Požadovaná hodnota natočenia výstupného hriadeľa je vo forme PWM signálu s úrovňou TTL (pulse wide modulation - impulzne šírková modulácia).

PWM signál je taký, ktorý ma konštantnú amplitúdu a mení sa len šírka impulzu. Na riadenie serva je potrebná perióda 20ms a šírka impulzu v rozpätí od 1 do 2 ms. Šírka impulzu 1ms zodpovedá maximálnemu ľavému natočeniu a 2 ms maximálnemu pravému natočeniu

výstupného hriadeľa. Stredná poloha hriadeľa je pri šírke impulzu 1,5 ms. Rozsah uhla natočenia býva u väčšiny servomotorov 180°. Poloha výstupného hriadeľa je mimo tento rozsah mechanicky aretovaná v prevodovke. Prevodový pomer určuje pomer medzi rýchlosťou a ťahom serva. Bežné je, že sa serva vyrábajú vo dvojiciach, ktoré majú rovnaký motor a elektroniku, ale líšia sa prevodmi - napr. serva *Hitec HS-625* a *HS-645*. Jedno z nich ponúka vyšší krútiaci moment pri nižšej rýchlosti, druhé má zvýšenú rýchlosť na úkor momentu. Prevody sú najčastejšie plastové, pre väčšie zaťaženie a väčšiu spoľahlivosť sa používajú kovové.

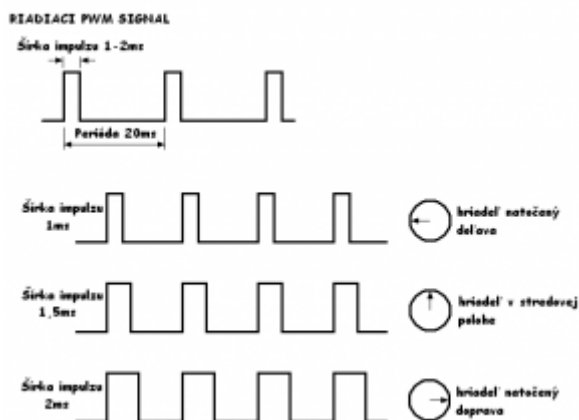
Dnešné modelárske servá obsahujú elektromotor s prevodovkou a riadiacou elektronikou. Zjednodušené zapojenie elektroniky je na blokovej schéme. Do vstupu prichádza riadiaci impulz (Obr. 3), ktorý spustí monostabilný klopný obvod, ten vygeneruje impulz o dĺžke zodpovedajúcej momentálnej polohe serva a opačnej polarite ako je vstupný riadiaci impulz. Tieto dva impulzy sa porovnávajú a výsledkom je rozdielový impulz, ktorý po zosilnení cez mostíkový spínač spôsobí roztočenie elektromotora jedným, alebo druhým smerom. Elektromotor cez prevodovku otáča výstupným hriadeľom a súčasne aj potenciometrom, ktorý pôsobí ako spätná väzba do

monostabilného klopného obvodu. Smer otáčania je taký, že impulz generovaný monostabilným klopným obvodom sa svojou dĺžkou približuje dĺžke vstupného riadiaceho impulzu a keď sú obidva impulzy rovnako dlhé, elektromotor sa zastaví. Servo dosiahlo polohu, ktorá zodpovedá momentálne prijímanému riadiacemu impulzu.



Obr.3 Bloková schéma modelárskeho serva

Toto je klasický spôsob riadenia modelárskeho servopohonu. V tejto aplikácii sa servo v rozsahu 0° - 180° čo vyhovuje našim požiadavkám a nemusíme servo modifikovať.



Obr.4 Riadiaci signál PWM a závislosť natočenia hriadel'a serva od riadiaceho impulzu

Senzorický subsystém

Robot má 4 druhy snímačov:

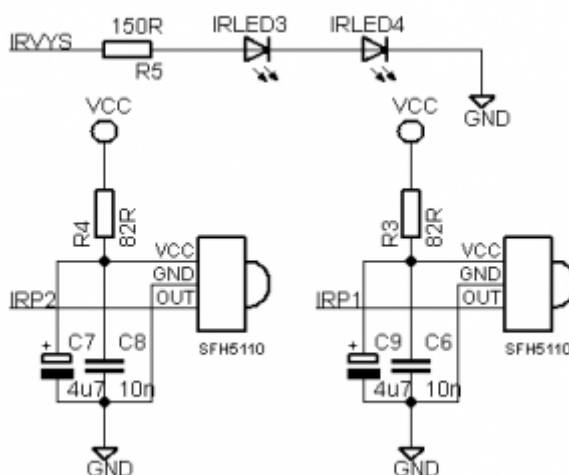
- Impulzne modulované IR snímače prekážok
- Fotoelektrické snímače
- Snímač napätia akumulátora
- Ultrazvukový snímač

Impulzne modulovaný IR snímač prekážok

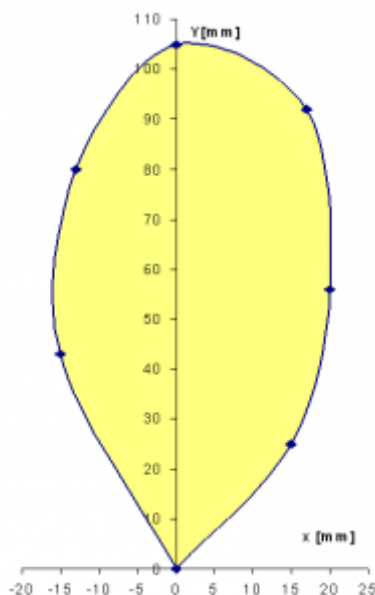
Infračervený detektor prekážok (IR detektor/senzor) slúži na detekovanie prekážok v

blízkom okolí robota, rádovo desiatky centimetrov, nazýva sa „*Near proximity sensor*“. Tieto snímače sú citlivé v oblasti vlnových dĺžok pod viditeľným svetlom, najčastejšie okolo vlnovej dĺžky 880 nm a sú necitlivé na svetelné žiarenie iných vlnových dĺžok. Princípom IR snímača prekážok je detekcia odrazeného infračerveného svetla od prekážky. Toto svetlo je emitované infračervenou (ďalej IR) LED. Ako senzor býva použitý fototranzistor citlivý v infračervenej oblasti (IR tranzistor), alebo IR fotocitlivá dióda. Tento snímač poskytuje dvojhodnotový signál - detekuje odrazený IR signál/nedetkuje odrazený IR signál, respektíve detekuje prekážku/nedetkuje prekážku. Nevýhodou IR snímačov pracujúcich na princípe detekcie odrazeného IR svetla je, že množstvo odrazeného svetla je závislé na farbe prekážky a druhu povrchu. Pre úplnosť dodajme, že intenzita emitovaného (a samozrejme i odrazeného) IR svetla je nepriamo úmerná druhej mocnine vzdialenosti. V praxi je z pravidla IR fototranzistor nahradený, respektíve doplnený špecializovaným IR prijímačom s integrovaným demodulátorom, zosilňovačom a filtrom (ako napr. *Sharp GP1U52X*, *Siemens SFH506*, *SFH5110* apod.).

Výhodou týchto modulov (vdďaka zabudovanému demodulátoru) je, že sú citlivé iba na modulované IR žiarenie o určitej vlnovej dĺžke generovanej IR LED (vysielačom). Modulačná frekvencia býva najčastejšie 36, 38, 48 a 56 kHz. Dôvodom použitia modulácie je eliminovanie vplyvu IR žiarenia v okolitom svetle. Vzhľadom k vyššie uvedenému princípu využívajúceho modulované infračerveného svetla je potreba budenie IR LED modulovať. To je v zásade možné riešiť hardwarovo, alebo softwarovo. Použitie modulovaného svetla je v praxi nevyhnutné, kvôli vysokým hodnotám okolitého IR žiarenia. V našom prípade moduláciu IR žiarenia robíme softwarovo a to pomocou PWM kanálu mikrokontrolera.



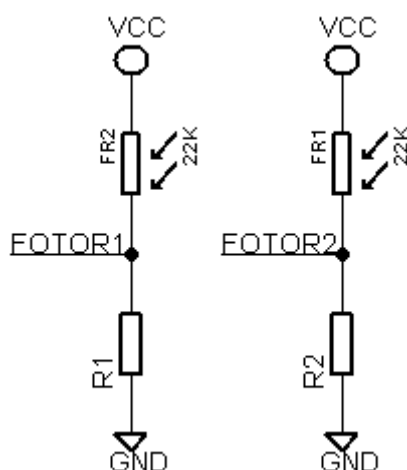
Obr.5 Infračervené snímače spolu s vysielačmi



Obr.6 Reálna smerová charakteristika infračerveného snímača prekážok

Fotoelektrické snímače

Ako fotoelektrický snímač je použitý fotorezistor, ktorý má odpor 4-12-10lux/300kOhm-0lux.



Obr.7 Fotoelektrické snímače osvetlenia

Je zapojený ako delič napätia spolu s rezistorom a pomocou A/D prevodníka mikrokontrolera sa meria napätie na deliči. Podľa veľkosti napätia určujeme intenzitu okolitého osvetlenia. Aby sme mohli tento typ snímača použiť na sledovanie zdroja svetla, tak potrebujeme dva snímače vedľa seba a vyhodnocovať vzájomnú diferenciu medzi snímačmi a na jej základe určovať ktorým smerom sa má robot natočiť aby sledoval zdroj svetla.

Pokračovanie článku nájdete na [nasledujúcej stránke](#)

Literatúra

1. Petr Novák, Mobilí roboty-pohony,senzory,riadenie BEN - technická literatúra, Praha 2005

2. <http://www.societyofrobots.com/>
 3. <http://chiumanfu.solarbotics.net/>
 4. http://matescb.skvorsmalt.cz/robotika_kybernetika/VUT_Brno_Robotika.pdf
 5. <http://www.mcs.alma.edu/LMICSE/LabMaterials/AlgoComp/Lab5/AlgCoL5.htm>
 6. <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf08tech.shtml>
 7. http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=32330
-