



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VYROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

MOŽNOSTI MONITOROVÁNÍ HAZARDNÍHO PROSTŘEDÍ

POSSIBILITY OF HAZARDOUS ENVIRONMENT MONITORING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MACH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systému a robotiky

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student(ka): Jan Mach

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Možnosti monitorování hazardního prostředí

v anglickém jazyce:

Possibility of hazardous environment monitoring

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je koncipována na řešerši v oblasti překonávání běžných překážek (schody, prahy, rošty a pod.) v neradioaktivním prostředí jaderné elektrárny Temelín.
Návrh koncepce mobilního monitorovacího zařízení.

Cíle bakalářské práce:

Řešerše mobilních průmyslových robotu a manipulátoru.
Řešerše možností překonávání překážek ve známém prostředí.
Návrh koncepce podvozku mobilního monitorovacího zařízení.
Návrh koncepce polohovacího zařízení pro průmyslovou kameru umístěného na mobilním podvozku.

Seznam odborné literatury:

www.infozdroje.cz

[www stránky výrobců mobilních robotů](#)

[www stránky výrobců modelářské techniky](#)

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 10.11.2010

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá mobilní robotikou a jejím využitím v průmyslu, konkrétně v průmyslu energetickém. Důraz je kladen na schopnost pohybu a překonávání překážek. Cílem této práce je poskytnout čtenáři základní přehled o mobilní robotice, o podvozcích, jejich druzích, výhodách a účelu použití. V druhé části je popsán návrh koncepce podvozku mobilního monitorovacího zařízení pro zadanou aplikaci. Následuje návrh koncepce polohovacího zařízení na kterém bude umístěno zařízení pro monitorování. Tyto koncepce mají za účel nastítnit možné řešení práce a byly řešeny s ohledem na funkčnost zařízení a cenu. Výstupem je předpokládané mobilní monitorovací zařízení, které by mělo být schopné plnit zadané úkoly.

Klíčová slova

Robot, mobilní robot, robotika, podvozek, technika, monitorování

Abstract

This bachelor's thesis is about mobile robotics and usage it in electricity industry. First part solve ability of taking the fences and provide basic facts about mobile robotics, kind of chassis and purpose of usage to reader. Second part includes concepts of truck and position device with monitoring system. This concepts solve submission with reference to utility of monitoring device, mobile robot and price. Output of this work is constructive solving of mobile monitoring robot.

Keywords

Robot, mobile robot, robotics, chassis, engineering, monitoring

Bibliografická citace

MACH, J. *Možnosti monitorování hazardního prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 42 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Prohlášení autora o původnosti práce

Já, Jan Mach, prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu.

V Brně dne 27.5.2011

1. ÚVOD	11
2. MOBILNÍ PRŮMYSLOVÉ ROBOTY A MANIPULÁTORY	13
2.1. VÝKLADOVÝ SLOVNÍK	13
2.2. ARCHITEKTURA MOBILNÍCH ROBOTŮ	15
2.3. ROZDĚLENÍ MOBILNÍCH ROBOTŮ	16
2.4. PRINCIP ČINNOSTI MOBILNÍCH ROBOTŮ	17
2.5. POSTUP NÁVRHU KONCEPCE MOBILNÍCH ROBOTŮ	17
3. MOŽNOSTI PŘEKONÁVÁNÍ PŘEKÁŽEK	19
3.1. ROZDĚLENÍ PODVOZKŮ MOBILNÍCH ROBOTŮ	19
3.2. ROZDĚLENÍ MOBILNÍCH ROBOTŮ PODLE HLEDISKA VZORU VZNIKU	19
3.3. MOBILNÍ ROBOTY NA KOLOVÉM PODVOZKU	19
3.4. MOBILNÍ ROBOTY NA PÁSOVÉM PODVOZKU	25
3.5. KRÁČEJÍCÍ MOBILNÍ ROBOTY	27
4. TRENDY	29
5. KONCEPCE PODVOZKU MOBILNÍHO MONITOROVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	31
5.1. POŽADAVKY KLADENÉ NA MOBILNÍ MONITOROVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	31
5.2. MOŽNOSTI KONFIGURACÍ SUBSYSTEMŮ.....	31
5.3. VÝBĚR PODVOZKU	32
6. KONCEPCE POLOHOVACÍHO ZAŘÍZENÍ PRO PRŮMYSLOVOU KAMERU	35
6.1. POŽADAVKY KLADENÉ NA POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	35
6.2. NÁVRH POLOHOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	35
7. ZÁVĚR	39
8. LITERATURA, ODKAZY A SEZNAM PŘÍLOH	41
8.1. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ODKAZŮ	41
8.2. SEZNAM ZAJÍMAVÝCH INTERNETOVÝCH STRÁNEK.....	42
8.3. SEZNAM PŘÍLOH	42

1. Úvod

Když se řekne robot, většina lidí si nejspíše představí autonomní technické zařízení humanoidního typu s dvounohým lokomočním systémem, trupem, hlavou a pažemi. Nejspíše podobně jako se můžeme setkat v díle R.U.R. od Karla Čapka. Skutečnost je ovšem jiná. Pravdou je, že drtivá většina robotů se této představě zdaleka nepodobá. Možná někdy v budoucnu budou mezi námi existovat roboty podobné lidem, tedy androidi, ale zatím patří pouze do představ sci-fi literatury a filmů. Je to dáno tím, že současná věda a technika není na dostatečné technologicko-vědecké úrovni, aby mohli komfortně existovat, tím je myšleno zejména absence dostatečně kompaktního a výkonného zdroje energie a také autonomního řídicího subsystému. V současné době se roboty vyskytují nejvíce v průmyslu, konkrétně ve strojírenství a to hlavně ve formě stacionárních průmyslových robotů a manipulátorů. Je tak proto, že nám zde robotizace přináší mnoho nesporných výhod, například díky tomu můžeme přesně a rychle svařovat, montovat a manipulovat. Jako další výhodu mohu uvést vyřazení lidí ze stereotypní a únavné práce, např. paletizace. Díky vysoké přesnosti najdou také uplatnění v chirurgických operacích a v manipulaci se laboratorními vzorky. Vývoj stacionárních robotů je již dnes z hlediska konstrukce dokončenou záležitostí a pokračuje se v optimalizaci řídicích systémů a automatizace. Dnes se ovšem začíná prosazovat také robotika mobilní, ať se jedná pro použití v nebezpečném prostředí, výzkum a vývoj, pro inspekční a servisní činnost, nebo pro vojenské využití. Začínají také vznikat roboty pro pomoc v domácnostech, zmínit mohu například robotické vysavače a zahradní sekačky nebo hračky. Lze předpokládat, že takovýchto typů robotů bude přibývat a že najdou uplatnění i v dalších aplikacích. K masivnímu rozšíření mobilních robotů v průmyslu, ale vede ještě daleká cesta. Je to nejspíše z důvodu omezeného využití a ještě stále vysokých nákladů na vývoj, výrobu a provoz. Proto lze předpokládat použití zatím pouze tam, kde je to nezbytně nutné nebo kde se to vyplatí. Pro představu například v prostředí, kde hrozí újma na zdraví nebo zmaření lidského života nebo v prostředí těžko přístupném pro údržbu, např. potrubí nebo stísněné prostory. Další možností využití je k mezioperační manipulaci v průmyslu. To mohou zajistit různé manipulační vozíky, manipulační ramena a tak podobně.

2. Mobilní průmyslové roboty a manipulátory

2.1. Výkladový slovník

Zde bude uvedeno několik základních pojmů vztahujících se k mobilní robotice. Slovník je převzat z [3].

1. Robot – je automatický nebo počítačem řízený integrovaný systém, schopný autonomní cílově orientované interakce s přirozeným prostředím, podle instrukcí člověka. Tato interakce spočívá ve vnímání a rozpoznávání tohoto prostředí a v manipulaci s předměty, popř. v pohybování se v tomto prostředí. [Ivan Havel]
2. Průmyslový robot:
 - a) Je počítačem řízená integrovaná soustava, schopná autonomní cílově orientované interakce s reálným technologickým prostředím v souladu s instrukcemi člověka.
 - b) Víceúčelové zařízení s vlastním pohonem manipulačních mechanismů, vykonávajících variabilní řízené pohyby dle pružných řídicích programů řídicího systému a informací senzorů pro zajištění vzájemného působení robotu a technologického prostředí. Je určen pro automatickou operační a mezioperační manipulaci s obrobky a materiálem u výrobních strojů a pro uskutečňování technologických operací. Může být stacionární či lokomoční (mobilní).
 - c) Je autonomně a samočinně fungující stroj – automat, který je učen k reprodukci některých pohybových a duševních funkcí člověka při provádění pomocných a základních výrobních operací bez bezprostřední účasti člověka a který je k tomuto účelu vybaven některými jeho schopnostmi (sluchem, zrakem, hmatem, pamětí apod.), schopnost samovýuky, samoorganizace a adaptace, tj. přizpůsobit se danému prostředí. [P. N. Beljanin]
3. Autonomní lokomoční – mobilní robot (AL-MR) – je robot, jehož činnost je autonomní (nezávislá na člověku – operátorovi), ve vymezeném pracovním prostoru, ve kterém se pohybuje pomocí lokomočního ústrojí. Má své vlastní nesené zdroje energie a svoji nesenou řídicí a senzorickou soustavu.
4. Systém:
 - a) Je množina prvků, dějů, jevů, které spolu navzájem souvisí určitým způsobem a aktivně na sebe působí (interaktivní vazba). [Kudláček]
 - b) Je komplex prvků, nacházejících se ve vzájemné interakci. [Hall]
 - c) Abstraktní objekt vytvořený na soustavě z hlediska vymezeného řešitele a vymezené úrovně rozlišovací, abstrakce, zobecnění a formalizace. Systém je nadřazen pojmu soustava [P. Janíček, E. Ondráček] a má tyto vlastnosti:
 - ohraničenost části reálné soustavy nebo odrazu reálné skutečnosti

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- aktivní vazba (interakce) mezi prvky systému a jeho okolím
 - strukturovanost
 - funkce a určení
5. Soustava – je množina prvků a množina vazeb mezi nimi, která je předmětem zájmu řešitele a pro níž vymezil rozlišovací úroveň. Je tedy reálným i abstraktním objektem se systémovými vlastnostmi, na kterém člověk řeší vymezený problém. [P. Janíček]
 6. Soustava reálná – je objekt, který může být na dané rozlišovací úrovni vytvářen a vyšetřován jako soubor prvků, vazeb mezi nimi a na vazbách probíhajících interakcí.
 7. Senzor – je prvek, na který působí snímaná veličina a který získanou informaci převádí obvykle na elektrický signál. Je to tedy fyzikální převodník jednoho druhu energie na jiný (popř. stejný). Ve většině případů aplikací pro ALR-MR se jedná o převodníky analogové – číslicové.
 8. Řídící soustava ALR – je hardware (kdy se ve většině případů jedná o určitou sestavu procesorových komponent a periferních obvodů) a softwarové programové vybavení s určitou hierarchií řešení jednotlivých úloh, které zabezpečují činnost ALR-MR v pracovním prostředí.
 9. Hardware – je technické vybavení zahrnující elektronické a elektrické obvody, senzory, výpočetní, řídicí a komunikační zařízení.
 10. Stupeň volnosti – je počet nezávislých pohybů kinematického řetězce pohybového ústrojí robotu.
 11. Technika – je soubor prostředků a předmětů vytvořených člověkem na základě vědeckých poznatků s cílem uspokojit potřeby společnosti.
 12. Vnější sensorika – zajišťuje sledování vnějšího stavu robotického systému (např. lokalizace předmětů, popis vlastností předmětů, zjištění polohy a orientace předmětů apod.).
 13. Vnitřní sensorika – zajišťuje sledování vnitřního stavu robotického systému (např. údaje o poloze, rychlosti, zrychlení, přenášeném výkonu, kroutícím momentu, silovém působení, apod.).
 14. Navigace – je cílové řízení mobility technického prostředku. U robotů může být ruční (teleoperátorová), poloautomatická (smíšená), automatická (autonomní). V robotice je navigace dělena na lokální a globální.
 15. Software – je programové vybavení řídicích systémů mobilních robotů.
 16. Machineware – je součástí mechanického a elektrického (silnoproudého i slaboproudého) subsystému, tj. mechanická část konstrukce technických objektů, tedy i ALR-MR.

17. Brainware – je softwarové vybavení počítačových systémů založených na bázi znalostních a expertních systémů, tedy prostředků umělé inteligence.
18. Řídicí systém – je zařízení pro zpracování dat od senzorického podsystému a dále určené k vydávání řídicích signálů výkonnému modulu (zařízení) v souladu se zadaným programem nebo nadřazeným řízením.
19. Mobilita – je schopnost objektu přemístění se, pohyblivost prvku či soustavy prvků.
20. Lokomoce – je souhrn technických prostředků, určených pro přemísťování technického objektu z místa na místo.

2.2. Architektura mobilních robotů

Mobilní robot je složitý technický systém skládající se z mnoha subsystémů, architektura je obecně tvořena, převzato z [3]:

➤ Machineware:

- Lokomoční ústrojí
- Pohonné jednotky lokomočního ústrojí
- Primární zdroj elektrické energie
- Elektrická palubní síť
- Prostředky pro dobíjení zdrojů
- Vezená účelová nadstavba

➤ Hardware:

- Umělé inteligentní měniče elektrické energie pro řízení pohonných jednotek
- Víceúrovňový uměle inteligentní senzorický subsystém
- Monitoring stavů zdroje elektrické energie – akumulátorů
- Více úrovňový řídicí systém mobilního robotu jako celku
- Prostředky komunikace mezi robotem a nadřazeným systémem (popř. operátorem)

➤ Software:

- Řízení lokomoce
- Zpracování dat senzorického subsystému
- Tvorba map okolního prostředí
- Plánování činnosti
- Navigace (lokální i globální)
- Vyhýbání se překážkám (statickým i dynamickým)

2.3. Rozdělení mobilních robotů

Mobilní roboty můžeme rozdělit do mnoha skupin podle různých hledisek.

Podle řízení:

- Dálkově řízené
- Naprogramované (autonomní)

Podle účelu použití:

- Inspekční
- Servisní
- Manipulační
- Průzkumné
- Jiné

Podle pracovního prostředí:

- Vnitřní aplikace
- Venkovní aplikace

Další hledisko prostředí:

- Známé prostředí
- Neznámé prostředí
- Částečně známe prostředí

Podle prostředí pohybu:

- Pozemní
- Létající
- Vodní

2.4. Princip činnosti mobilních robotů

Mobilní robot jako technický systém musí během své činnosti vykonávat mnoho operací. Například senzorický subsystém musí neustále poskytovat řídicí jednotce informace o okolí, stavu zařízení a poloze. Ta pak na základě těchto informací vyhodnocuje data a používá je pro plnění zadaných úkolů. Popřípadě vyšle signál pohonu lokomočního ústrojí nebo manipulátoru a vykoná požadovaný pohyb. Dalším příkladem může být transceiver, který musí pomocí protokolů komunikovat s nadřazenou řídicí jednotkou a popř. operátorem, poskytovat mu všechny potřebné údaje, vizuální obraz, zvuk atp. k vyhodnocení. U autonomních robotů je důležité, aby byly schopny samostatně plnit zadané úkoly a také aby měli naprogramované reakce pro určité běžné i mimořádné situace, které by mohly nastat, třeba ztráta komunikace s nadřazenou řídicí jednotkou, různé poruchy, závady, nebo vyhýbání se pevným i pohyblivým překážkám, zdolávání schodů, roštů, prahů. Jak je vidět, tak na řídicí jednotku jsou kladeny velké nároky, jednak na programování tak výpočetní výkon.

2.5. Postup návrhu koncepce mobilních robotů

V první řadě je třeba analyzovat tyto faktory:

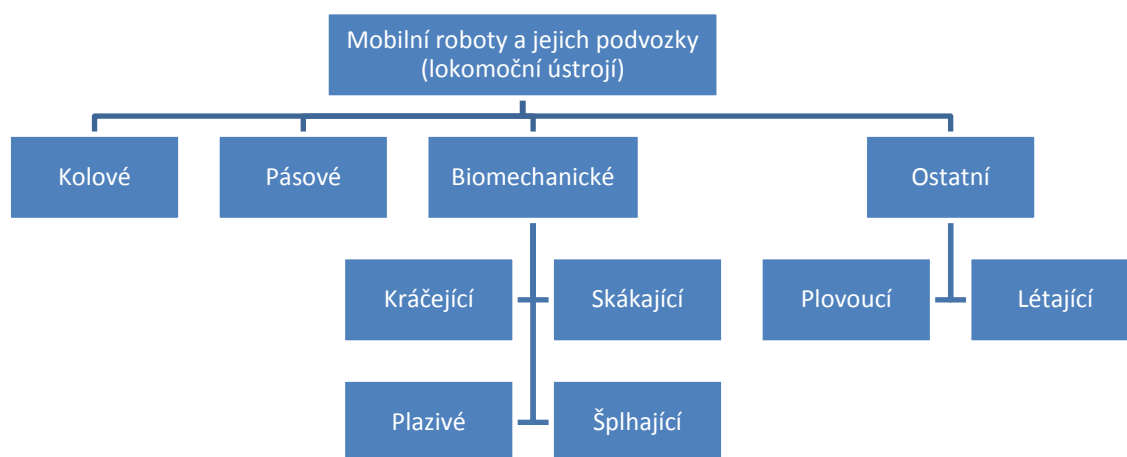
- pracovní prostředí
- prováděná činnost
- řešená úloha

Podle pracovního prostředí by jsme se měli zamyslet nad výběrem typu podvozku. V první řadě jestli se bude mobilní robot pohybovat uvnitř nebo vně budov, jestli vně tak, jaký bude reliéf toho povrchu, hustota a druh překážek. Musíme si také rozmyslet jakou požadujeme výdrž akumulátoru pro dané úkoly, jakou manévrovací schopnost podvozku, atp. Dalším aspektem bude určitě způsob řízení, to už ale spíše spadá na úroveň prováděné činnosti. Zde je třeba volit, jestli je vhodnější dálkové nebo autonomní řízení. Způsob navigace, určení polohy v prostoru a směry rychlostí a zrychlení, dále které senzory budou třeba. Jestli se bude robot pohybovat ve známém nebo neznámém prostředí. Tím by měla být shrnuta schopnost mobilního robotu se vůbec pohybovat v pracovním prostoru, ještě tedy zbývá realizace požadovaných úloh. Ty jsou prováděny pomocí vezené nebo nesené nástavby, například manipulátorem, měřicími senzory, nákladním prostorem, snímacím zařízením nebo jinak. Pokud se nám podaří všechny tyto hlediska vyřešit a zrealizovat výrobu, tak dalším krokem je zprovoznění robota pomocí softwaru nebo dálkového ovládání. Tímto by měla být etapa návrhu robota hotova.

3. Možnosti překonávání překážek

Následující kapitola pojednává o podvozcích mobilních robotů a je koncipována jako rešerše textu převzatého z [1].

3.1. Rozdělení podvozků mobilních robotů



3.2. Rozdělení mobilních robotů podle hlediska vzniku

- Biologické soustavy: Vycházejí z pozorování přírody a snahy napodobit.
- Umělé soustavy: Využití pokroků techniky, využití kola, páky, kladky apod.

3.3. Mobilní roboty na kolovém podvozku

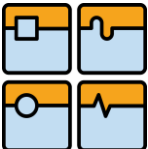
Pod tímto pojmem si lze představit takové podvozky, resp. mobilní roboty, které jako svoje lokomoční ústrojí používají kola ve své klasické podobě a nejsou spojovány do větších celků, jako je tomu u článkových pojezdů.

Existují mobilní roboty, které ke svému pohybu využívají jedno, dvě, tři, čtyři, šest, či více kol.

Konstrukční požadavky na kolové mobilní roboty

Některé části mobilních robotů jsou shodné se stacionárními roboty (manipulátory, senzorika, apod.), ale můžeme nalézt zcela specifické části pouze pro mobilní roboty:

- lokomoční subsystém
- navigační subsystém

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 20
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

U kolových mobilních robotů je prvotním problémem navrhnout koncepci (uspořádání) kolového podvozku, počet a uspořádání kol hnacích, hnaných a směrových. Dále určení hnacího kroutícího momentu a výkonu zvolené pohonné jednotky. Čtyři kola zajišťují větší stabilitu, zvláště jsou-li všechna poháněna. Jsou však konstrukčně složitější. Tříkolové podvozky jsou konstrukčně jednodušší, mají nižší hmotnost a lepší možnost navigace. Tříkolové podvozky se však složitěji řídí do požadovaného směru. Kola větších průměrů dovolují překonat i malé překážky, ležící na podlaze (prahy, kabely el. napětí apod.), vše do výšky cca 10 cm. Na vědomí je třeba brát, že zvětšením průměru kola se zvyšuje těžiště podvozku, resp. celého mobilního robotu, což má za následek zhoršení jízdních vlastností a snížení přesnosti polohování.

Jednokolové a dvukolové mobilní roboty

V oblasti jednokolových mobilních robotů lze uvést jako příklad Gyrover. Tento typ je svou konstrukcí unikátní. Kolo je gyroskopicky vyvažováno, aby nedošlo ke „sklopení“.



3.1 - Gyrover II - [6]

Dvukolové roboty nacházejí uplatnění ve vojenském a policejním použití k průzkumu budov. Jejich výhodou je kompaktní konstrukce a jednoduché řízení, kola jsou nezávisle poháněna. Nevýhoda je mála schopnost zdolávat překážky.



3.2 - Recon scout robot - [7]

Tři a čtyřkolové mobilní roboty

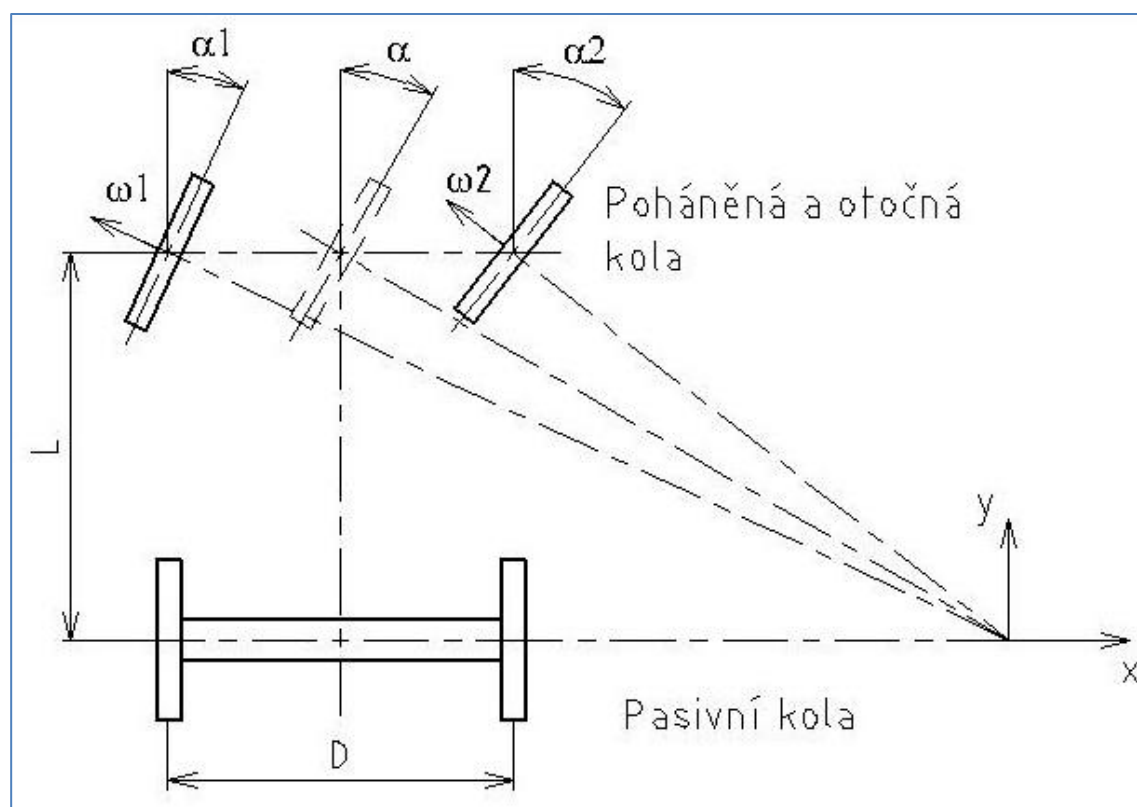
Do této skupiny lze zařadit celou řadu mobilních robotů s rozdělením do skupin jako jsou diferenčně řízené roboty, roboty s více stupni volnosti, synchronně řízené roboty nebo kolové roboty řízené Ackermanovým způsobem.



3.3 - Scarab rover - [8]

- Diferenčně řízené roboty: Tento typ robotů se vyznačuje tím, že mají nezávisle poháněná dvě kola ve předu (popř. vzadu) volně otočné nepoháněné směrové kolo (popř. kola). Diferenčně řízený robot má směrová kola neřiditelná a nezávislé řízení otáčení hnacích kol.
- Roboty s více stupni volnosti: Roboty tohoto typu mají uprostřed dvě řízená a poháněná kola, vpředu a vzadu po dvou pomocných kolech. Tento robot může hnací kola libovolně natáčet, takže může provádět i velmi nezvyklé pohyby, jako je například jízda do boku, nebo zatáčení se středem křivosti, který se nepohybuje pouze na kolmici k tečně k dráze jízdy, ale pohybuje se kdekoli okolo. Výhodou tohoto podvozku je vysoká manévrovací schopnost a vysoká únosnost nákladu a stabilita. Nevýhodou je nízká schopnost překonávání překážek. Tyto roboty se také někdy nazývají jako všesměrové.
- Synchronně řízené roboty: Tento typ lokomočního ústrojí má tři nebo čtyři kola, všechna poháněná a řízená tak, že mají navzájem stále stejné natočení a rychlost, přičemž se používá společný hnací řetěz na natáčení kol a jeden společný řetěz na pohon kol. Výhoda synchronně řízeného lokomočního ústrojí je v menší složitosti konstrukce s ohledem na vnitřní geometrii a vysokou manévrovací schopnost. Nevýhodou je nízká schopnost překonávání nerovností povrchu a překážek, řádově s výškou několik milimetrů

- Kolové roboty řízené Ackermanovým způsobem: Na obrázku jsou znázorněny různé varianty uspořádání hnacích, otočných a pasivních kol včetně příkladu modelu tříkolového lokomočního ústrojí. Čtyřkolová varianta má dvě poháněná kola, která musí být vybavena mechanickým nebo elektrickým diferenciálem, a ve předu (popř. vzadu) otočná nepoháněná kola. Tříkolový robot řízený Ackermanovým způsobem znázorněný na obrázku má jedno poháněné kolo a dvě kola řiditelná, nebo dvě poháněná a jediné řiditelné. Jak ukazuje obrázek, protažením středů os kol se získá jejich průsečík, který tvoří bod, jako pomyslný střed okolo kterého se lokomoční ústrojí otáčí (zanedbává se moment setrvačnosti a odstředivé síly). Tvoří se tak kružnice k nimž vektory rychlosti tvoří tangenty.



3.4 - Schéma řízení Ackermanovým způsobem

Šesti a vícekolové mobilní roboty

Šestikolové mobilní roboty lze zařadit do zvláštní skupiny, protože jsou řízeny smykem, stejně jako pásové podvozky, popř. mají řízena přední dvě a zadní dvě kola.

Šestikolové podvozky jsou konstruovány převážně pro venkovní (outdoor) použití, poněvadž dokážou zdolávat členitější terén a nerovnosti. Jelikož jsou konstruovány pro venkovní prostředí vyžadují, aby tomu odpovídaly i jejich pohony.

V současnosti jsou mobilní roboty na šestikolovém podvozku využívány také v jaderném nebo chemickém průmyslu a v neposlední řadě i v těžebním průmyslu. Roboty se při své práci musí pohybovat rovněž v rozsáhlých komplexech budov a proto jsou na ně kladeny různé požadavky. Jedním ze základních požadavků je, aby byly roboty řízené rádiem. Roboty jsou vybaveny různými snímači, TV kamerami apod. Operátor tak vidí na monitoru okolí robota v reálném čase.

Praktické využití robotů s více jak šesti koly je zcela minimální. Vznikají pouze jen jako laboratorní modely k dalšímu zkoumání lokomočních a navigačních vlastností.



3.5 - Robot pro aplikace v jaderném průmyslu - [9]

Speciální kolové mobilní roboty

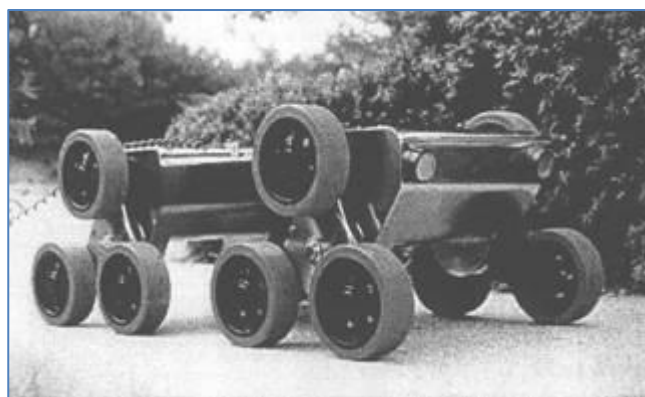
Kolové podvozky se od sebe liší počtem použitých kol a tvoří tak nejrozšířenější skupinu mobilních robotických systémů v indoor i outdoor aplikacích. Liší se rovněž počtem hnacích a hnaných kol, stejně tak způsobem řízení. Do skupiny kolových podvozků zahrnujeme rovněž speciální podvozky, které využívají speciálních kol, nebo se spojují do větších celků, jako všesměrová kola, Weinsteinova kola a článkové pojezdy, MaxWheel kola, šnekové podvozky nebo kola robotů zdolávajících kolmé zdi.

- Všeměrová kola: Všeměrová kola dovolují, na rozdíl od běžných kolových podvozků, jak jízdu v přímém směru, zatáčení okolo středu rotace, tak natáčení kolem svislé osy. Samotné všesměrové kolo se skládá z náboje, který je na obvodu opatřen valivými elementy ve tvaru válečku, nebo soudečku. Náboj je pevně spojený s hřídelí. Poháněn je pouze náboj a valivé elementy se mohou volně otáčet. Kolo může uskutečňovat dva druhy pohybu:
 - Rotace okolo osy náboje kdy elementy zůstávají v klidu.
 - Translaci ve směru osy náboje. Element, který je v kontaktu s podlahou se otáčí a náboj je fixován.

Podvozky robotů konstruované se všesměrovými koly se mohou volně pohybovat ve všech směrech a zatáčet či rotovat na velmi malém prostoru. Jsou také okamžité změny směru pohybu a to s nulovým poloměrem (v ostrém úhlu).

Předností tohoto typu podvozku je vysoká dynamičnost jízdy a vysoká manévrovací schopnost v omezeném prostoru. Nevýhodou je nutná vysoká preciznost provedení kol, tj. výrobní a montážní přesnost nízká schopnost překonávání překážek. Existují různé typy všesměrových kol jako jsou například Stanfordské kolo, Univerzální kolo nebo kolo Illanator.

- Weinsteinova kola: Weinsteinova kola mají speciální uspořádání kol, které umožňuje snadné překonávání různých typů překážek. Převážně se jedná o překonávání schodů. Příkladem mobilního robota s Weinsteinovými koly může být robot „Benton Land Vehicle“, který je určen k nasazení v jaderném průmyslu.



3.6 - Benton land vehicle - [10]

- Článekové pojezdy: Jsou to dva samostatné více stupňové podvozky, které jsou navzájem spojené. Výhodou článekového podvozku je lepší odolnost vůči zatížení, lepší statická a dynamická stabilita. Jsou vyvíjené pro manipulační úkoly s dlouhými předměty.
- Podvozek typu MaxWheel: Trojrozměrný pohyb je možný pomocí speciálních kol, které poskytují podvozku vysokou pohyblivost. Tato kola jsou využívána u podvozků vysoko zdvižných plošin, ovládaných operátorem.
- Šnekové podvozky: Tyto podvozky jsou určeny pro venkovní použití.
- Kola robotů zdolávající kolmé zdi: Tyto kola jsou vybaveny přísavkami, tak aby byly schopny „udržet“ celého robota, při zdolávání kolmých stěn. Tento typ kol nachází uplatnění zejména u servisních robotů pohybujících se po opláštění budov.

3.4. Mobilní roboty na pásovém podvozku

Pásové podvozky nacházejí uplatnění v celé řadě konstrukci mobilních robotů. Pásové podvozky slouží pro speciální aplikace a využívají tzv. řízení smykem. Bývají využívány při řízení různých typů tančků, buldozerů, vojenských nosičů a jiných konstrukcí, tj. pro prostředí outdoor. V prostředí indoor se uplatňují pro jízdu do a ze schodů. Jinak pro pásové podvozky platí, že rozvor mezi pásy a jejich délka mají přímý vliv na jejich manévrovatelnost.

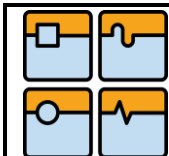
V současnosti se v prostředí outdoor využívá celá řada různých provedení mobilních robotů na pásovém podvozku. Jednou z oblastí četného využití těchto robotů je jaderný průmysl. Zde se uplatňují pro servisní práce, bourací a odklízeč práce, provádění dekontaminace, řezání vodním paprskem apod. Další oblasti vhodného využití jsou vojenství, zemědělství, likvidace požárů, práce s nebezpečným odpadem, průzkum neznámého terénu apod.

Mobilní roboty, pro výše uvedené oblasti nasazení, mohou být vybaveny různými pracovními nástroji. Jako jsou radlice, pluhy, zařízení pro tlakovou vodu, nástroje určené k bourání, monitorovací zařízení apod. Nezbytnou součástí jejich vybavení jsou potřebné senzory mezi které patří také kamery, měřiče záření, osvětlovací prvky a řada dalších speciálních senzorů pro konkrétní typy nasazení. Kloubová ramena mohou být i dvě, mají obvykle šest i více stupňů volnosti a jsou určena k manipulaci s objekty, nástroji nebo odběr vzorků.

V prostředí indoor, se mobilní roboty na pásovém podvozku využívají všude tam, kde je zapotřebí pojíždět po schodech, případně nést větší zatížení. Zde nacházejí tyto roboty uplatnění např. ve stavebnictví, zdravotnictví apod. Ve většině případů jsou vybaveny opět kloubovými rameny s chapadlem.

Současné konstrukce pásových podvozků využívají ve většině případů elektropohony a zdroj elektrické energie si robot nese. Jsou používány různé druhy materiálu ke konstrukci rámu, hnacích a podpěrných kol a dalších dílů. Počet kol jak hnacích tak podpěrných a jejich uspořádání bývá různé. Závisí to na velikosti podvozku, nosnosti robotu a prostředí ve kterém se bude robot pohybovat. Konstrukce pásových podvozků bývají i takové, že se jejich geometrický tvar v průběhu pohybu robotu může měnit. Takováto konstrukce podvozku umožňuje, aby mohl robot lépe najíždět na schody nebo při vyjíždění ze schodů. V opačném případě mohou vznikat při těchto přechodových situacích rázy, které mohou být nežádoucí např. ve vztahu k nesenému objektu apod. Při konstrukci podvozku tohoto typu mohou být brány v úvahu následující požadavky:

- na nízkou hlučnost
- na nízkou hmotnost
- na dovolenou šířku podvozku
- na odolnost proti chemickým prostředkům



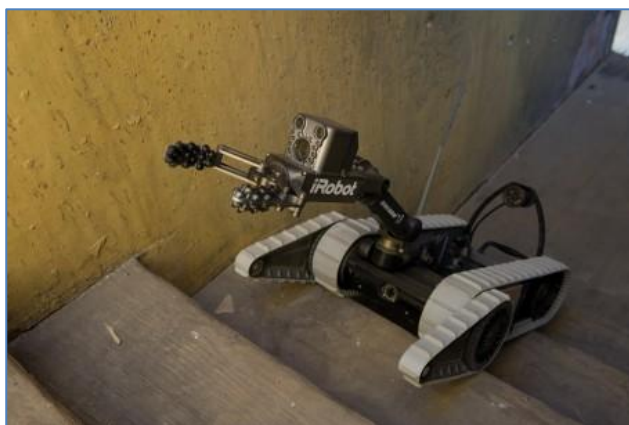
- na odolnost proti radiaci
- na nosnost
- na velikost zdolávaných překážek
- na způsob řízení apod.



3.7 - Servisní robot SR-11 - [11]



3.8 - Dr robot Jaguar - [12]



3.9 - iRobot 310 SUGV - [13]

3.5. Kráčející mobilní roboty

Kráčející roboty zaujímají významné postavení v oblasti mobilních robotů. Nacházejí uplatnění v nejrůznějších strojírenských i nestrojírenských oborech. Svým vzhledem mohou napodobovat člověka, zvířata nebo hmyz.

Při konkrétních aplikacích kráčejících robotů mohou vykonávat různé úkoly a poslání. Jednou z takovýchto možností jejich využití je např. k průzkumu neznámého terénu, odběru vzorku hornin, provádění manipulace s předměty, vykonávání různých úkolů v prostředí člověku nebezpečném apod.

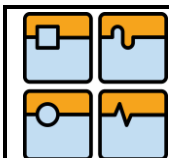
Také způsob chůze je u jednotlivých typů odlišný a závisí na počtu noh po kterých se pohybuje. Dále má celá řada kráčejících robotů schopnost pohybovat se i po různě členitém terénu s možností překonávání překážek. Za překážku lze v tomto případě považovat objekt, který musí robot překonat (přelézt), dveře které musí otevřít apod. Mnohé roboty si volí sami způsob jak takovouto překážku překonat. Některé konstrukce kráčejících robotů jsou uzpůsobeny tak, že jim nevadí ani když se překulí na záda. Mají schopnost se opět postavit na nohy a pokračovat v chůzi.

Výhody kráčejících robotů:

- Mohou překonávat relativně vysoké překážky
- Mohou se pohybovat po schodech (nahoru i dolů).
- Mohou překonávat prohlubně a příkopy, pohybovat se po extrémně členitém povrchu, zdolávat příkré svahy (o pevném podloží).
- Mohou se hladce pohybovat po značně nerovném povrchu pomocí nastavitelné výšky těla nad povrchem terénu a to změnou natažení (vysunutí, zvednutí) nohy a vyrovnat tak vlnitost povrchu.
- Nohy se méně zabořují do povrchu a způsobují tak menší poškození než kolové nebo pásové podvozky.

Nevýhody kráčejících robotů:

- Vyšší počet nezávisle řízených stupňů volnosti.
- Vyšší počet akčních členů (pohonů, převodů, senzorů, atd.).
- Složitější řídicí systém z hlediska HW i SW.
- Nutnost dodávat energii po dávkách do různých míst – nutnost rozjezdu a brzdění pohybujících se hmot (oscilující soustava).
- Malá energetická účinnost.
- Konstrukční složitost
- Výrobní náročnost
- Složitost ožívování



Všechny tyto nevýhody vyplývající z konstrukční povahy noh – jedná se o soustavu několika kinematických dvojic, které jsou samostatně řízeny během jednoho kroku (oproti kontinuálně se otáčejícímu se kolu na hřídeli). Proto jsou kráčející MR ve srovnání s kolovými MR náročnější ve všech etapách realizace projektu. I nadále jsou však považovány za „vědeckou raritu“ a jen nepatrné procento je využito v praktických aplikacích. Naprostá většina jsou pouze laboratorní MR za účelem výzkumu.

- Dvounohé kráčející roboty: Konstrukce vychází většinou z anatomie člověka. Odtud vychází kinematická stavba nohy – koleno – kyčel – kotník. Tyto kráčející mechanismy jsou staticky nestabilní, ale mohou se pohybovat dynamicky stabilní chůzí.
- Čtyřnohé kráčející roboty: Konstrukce jsou inspirovány anatomii savců nebo hmyzu. Tyto mechanismy jsou staticky stabilní, ale je třeba uvažovat dynamické účinky členů kinematického řetězce a zajistit dostatečné množství senzorů pro zjišťování polohy a rychlosti těchto členů.
- Šestinohé kráčející roboty: Je to nejpočetnější skupina kráčejších robotů. Vyskytují se různých velikostech. Mají výbornou statickou stabilitu, nejméně 3 nohy jsou v kontaktu s podložkou. Tyto roboty jsou stabilní a dobře zvládají i členitější terén a také jsou odolné proti převrnutí. Dynamické účinky nejsou výrazné, proto není třeba tolika senzorů.
- Osminohé roboty: Tyto roboty jsou podobné šestinohým robotům. Využívají se jako roboty plazivé, šplhající a pro pohyb v potrubí.



3.10 - Phoenix Robot - [14]



3.11 - Big dog robot - [15]

4. Trendy

Pozemní robot s hybridním kolo-pásovým podvozkem, viz. příloha (3)

Původní název: Terrain-adaptive and User-friendly Remote Control of Wheel-track Hybrid Mobile Robot Platform

Abstrakt: Bylo navrženo a vyvinuto mnoho různých robotických podvozků za účelem využití v nebezpečných prostředích, k průzkumu a monitorování, atd. Uvažovali jsme o přizpůsobivém zařízení s hybridním podvozkem, který by měl dobrou pohyblivost po rovných površích, ale který by dokázal dobře zdolávat překážky a schody.

Autoři: Yoon-Gu Kim, Jeong-Hwan Kwak, Jinung An

Publikováno: Proceedings of the 6th international conference on Human-robot interaction

Jazyk textu: anglický

Zdroj: [16]

Využití mobilních robotů k opravám poškozených jaderných reaktorů ve Fukušimě, příloha (4)

Původní název: Usage of Robots for Fixing Damaged Nuclear Reactors in Fukushima

Stručný obsah: Článek popisuje proč v japonské jaderné elektrárně Fukušima není možné použít pouze mobilní roboty k zajištění reaktorů a opravám a to navzdory tomu že Japonsko má vedoucí pozici ve vývoji mobilní robotiky.

Autoři: Andy Choi

Datum: Březen 2011

Jazyk textu: anglický

Zdroj: [17]

5. Koncepce podvozku mobilního monitorovacího zařízení

5.1. Požadavky kladené na mobilní monitorovací zařízení

Zařízení je určeno k monitorování nebezpečných nebo nedostupných oblastí. Důvodem použití zařízení takového typu je zastoupení osob při servisních činnostech, ochrana při pracích v hazardních prostředích, při haváriích atd. Důraz by měl být kladen na mobilitu, pohotovost, kompaktnost a spolehlivost zařízení. Hlavním úkolem by mělo být poskytování informací a to obrazu a zvuku pomocí kamer popřípadě ostatních informací získaných senzory (např. teplota, vlhkost, chemické látky). Toto zařízení musí být schopné pohybovat se po komplexu průmyslového typu, tím je myšlen objekt s různými druhy překážek s prahy, rošty, schody, kabely, stísněné prostory, prostory mezi potrubím a nakloněné roviny. V tomto případě je uvažováno nasazení v Jaderné elektrárně Temelín, konkrétněji v části bez radioaktivního záření.

Před návrhem koncepce samotného zařízení je potřeba analyzovat pár skutečností. Již bylo zmíněno kde bude zařízení nasazeno a jaký bude mít účel. Dále je obecně třeba se zamyslet jaký je vhodný typ podvozku, jaký použít zdroj, pohony, řídicí systém, senzory, jaká bude vezená nástavba atd. Přičemž tato práce je zaměřena hlavně na podvozek. Ostatní subsystémy nebudou řešeny.

Cílem je navrhnout takovou koncepci, která by splňovala výše popsané požadavky a měla příznivý poměr cena - užitné vlastnosti. Proto je třeba zvážit a správně vybrat jednotlivé díly. Protože by bylo vhodné, aby mobilní monitorovací zařízení bylo kompaktní, je třeba na začátek vyřešit jeho rozměry. Také je ale potřeba si uvědomit, že příliš malé zařízení by mělo horší schopnosti překonávání překážek, omezenou nosnost. Je tedy nutné hledat kompromis mezi schopností překonávání překážek, kompaktností a vyrobiteľností vzhledem k ceně. Jelikož se má jednat o monitorovací robot, považuji za vhodné použít co nejmenší robot schopný překonat schody.

5.2. Možnosti konfigurací subsystémů

Řízení:

- Automatické
- Dálkové (teleoperátorové)

Senzorika:

- Vnitřní senzory
- Vnější senzory

Přenos informací:

- Kabelem
- Rádiem

Pohony:

- Stejnosměrný motor
- Krokový motor
- Servomotory

Zdroj:

- Akumulátory
- Kabel

Podvozek:

- Kolový podvozek
- Pásový podvozek
- Kráčející podvozek
- Jiný

5.3. Výběr podvozků

V první řadě je třeba vybrat podvozek. Druh podvozků vybereme podle typu prostředí, prováděné činnosti a jaké překážky má být schopen překonávat. Požadujeme tedy dobré překonávání překážek, ale co nejmenší rozměry, protože na vedení kamery není třeba velká platforma, dále požadujeme rozumnou cenu. Na trhu existuje nabídka různých podvozků. Proto bude rozumné jej koupit, než nákladně vyvíjet, nebo lze koupit pouze platformu s motory a ostatními subsystémy dovybavit.

- Kolové podvozky: Mají vyšší rychlost pohybu a lepší účinnost, ale menší schopnost pohybu po schodech. Počet kol pro tuto aplikaci by byl vhodný 4 nebo 6.
- Pásový podvozek: Obstojná rychlost, řízení smykem, nižší účinnost, ale dobrá schopnost překonávání překážek.
- Kráčející podvozek: Náročné na řízení, pomalejší pohyb, energetická náročnost, pro toto použití nevhodné.
- Jiný typ: Létaající roboty, na principu vrtulníků atd. Nelze použít v malých prostorech. Dobrá rychlost, odpadá problém s pozemními překážkami.

Z výše uvedených důvodů zvolím pro tuto aplikaci pásový podvozek. Na trhu s mobilní robotikou je dobrá nabídka robotů různých výrobců. Pro zadanou aplikaci jsem vybral následující kandidáty:

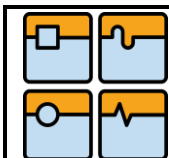
1. MachineLab - MMP-40 Mechanical Mobile Platform (two motors)
2. Dr. Robot Jaguar Lite Tracked Mobile Platform (EU)
3. SuperDroid LT-F Complete Surveillance Robot w / Pelican Remote (EU)

	MachineLab MMP-40	Dr. Robot Jaguar	SuperDroid LT-F
Rozměry (d-š-v):	700x508x191 mm	640x470x176 mm	660x413x177 mm
Hmotnost:	17 kg	14 kg	18 kg
Překážky:	schody	do 40 mm, schody 180 mm	do 50 mm, schody
Provozní doba:	1h (2h)	3h (6h)	2,5h
Rychlost:	neuvedeno	0 – 8,5 km/h	0 – 5,5 km/h
Odolnost:	voděodolnost	voděodolnost, ochrana proti proudu	neuvedeno
Ovládání:	bez RC kontroleru	RC kontroler	RC kontroler 5 kanálů 2.4GHz
Kamera:	bez kamery	kamera, zvuk, osvětlení led diody	kamera, IR led diody
Komunikace:	bez komunikace	802.11G (N), Ethernet, GPS modul, Seriál (RS232)	neuvedeno
Náklad:	max. 13 kg	max. 13 kg	neuvedeno
Cena (16.4.2011):	\$ 5090,- (91 620 Kč)	\$ 7850,- (133 450 Kč)	€ 7450,- (186 250 Kč)

Tabulka 5.1 - Parametry robotů



5.1 - MachineLab MMP-40 - [18]



5.3 - Dr. Robot Jaguar Lite - [19]



5.2 - SuperDroid LT-F - [20]

Po uvážení parametrů a ceny, volím podle zadání robot Jaguar od firmy Dr. robot. Tento typ volím zejména proto, že má nejmenší rozměry a hmotnost, při dobré schopnosti překonávání překážek a době provozu. Má již v základu obstojnou výbavu, to jak v komunikaci, tak řízení. Výhodou oproti SuperDroidu LT-F je také, lepší konstrukce podvozku, zejména nastavbové plochy na kterou se bude lépe montovat monitorovací zařízení. Nevýhodou je, že základní ceně je pouze RC kontroler bez obrazovky, to ale nemusí být problém, vezmeme-li v úvahu že se počítá s použitím polohovacího zařízení. Můžeme pořídit, nebo sestavit ovládací stanici, takzvaně „na míru“, ze které se bude ovládat, jak robot, tak i polohovací zařízení. Každopádně použití dodatečných finančních prostředků, na úpravu robota ke specifické aplikaci se nevyhneme. Stále by to však mělo být levnější než jeho vývoj.



5.4 - Dr. Robot Jaguar Lite - [19]

6. Koncepce polohovacího zařízení pro průmyslovou kameru

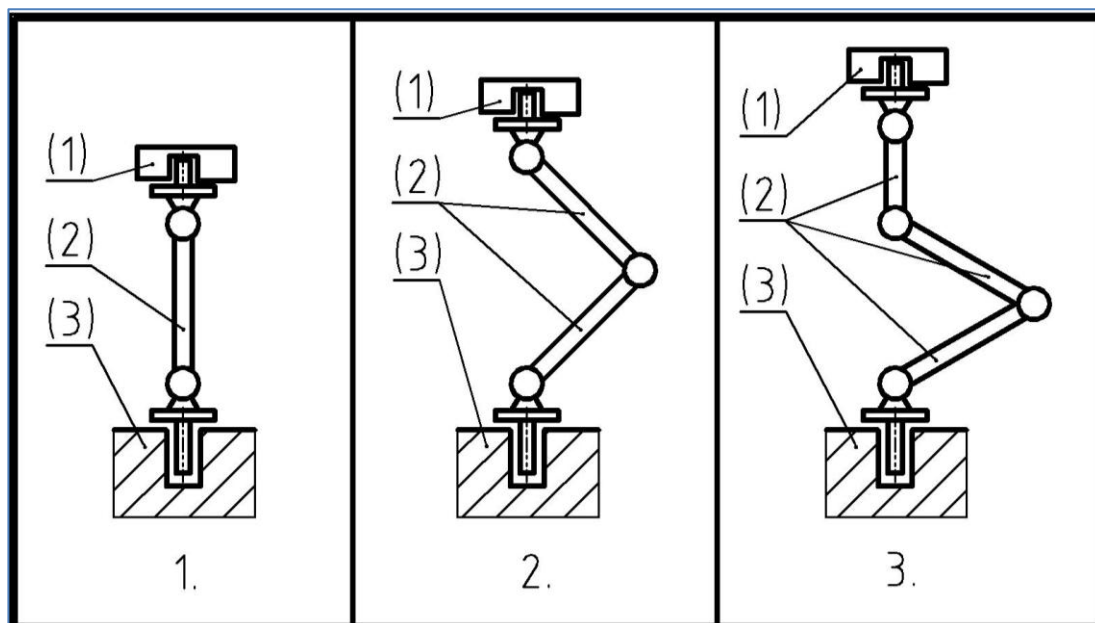
6.1. Požadavky kladené na polohovací zařízení

Mobilní monitorovací zařízení má za úkol poskytovat operátorovi obrazové informace ze vzdáleného místa, proto je vhodné, aby se mohla kamera nějakým způsobem polohovat a poskytnou co nejlepší pohled na zkoumaný objekt, případně aby se dostala i do nedostupných míst, nebo umožnila pohled za překážky atd. K tomuto účelu je nutné použít polohovací zařízení na kterém bude kamera uchycena.

6.2. Návrh polohovacího zařízení

Před samotným řešením tohoto zařízení je potřeba promyslet jaké pohyby po tomto zařízení požadujeme a jaký má mít dosah, kolik částí bude mít a kolik kloubů, tedy kolik třeba stupňů volnosti. Velikost zařízení by měla být úměrná velikosti podvozku. Dimenzování jednotlivých dílů je v tomto případě jednoduché, protože se nejedná o manipulační rameno, nebudou tedy na něj působit velké síly a momenty. To nám umožňuje použít lehkou štíhlou konstrukci, což poskytuje výhody z hlediska ceny, materiálu a zjednodušení výpočtu pevnosti.

Pro toto použití můžeme uvažovat 1, 2 nebo 3 článkové rameno. Jejich uspořádání je vyobrazeno na schématu.



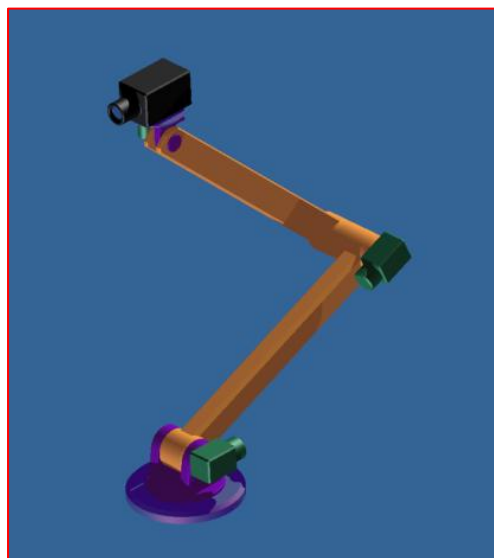
6.1 - Schéma polohovacího zařízení

Varianty 1, 2 a 3 se liší složitostí a tedy i cenou a svými parametry. Uvažujeme postupně varianty. Jednočláňkové rameno bude mít nejjednodušší konstrukci a nejnižší cenu, ale vzhledem k uvažovanému podvozku a velikosti zařízení nebude nejvhodnější. Toto polohovací zařízení by se lépe uplatnilo u lehčího a zřejmě i kolového podvozku. Například u outdoor průzkumného mobilního robotu. Podle schématu druhý typ polohovacího zařízení je dostatečným kompromisem mezi jednoduchostí a cenou. Pro tuto aplikaci se hodí a lze jej

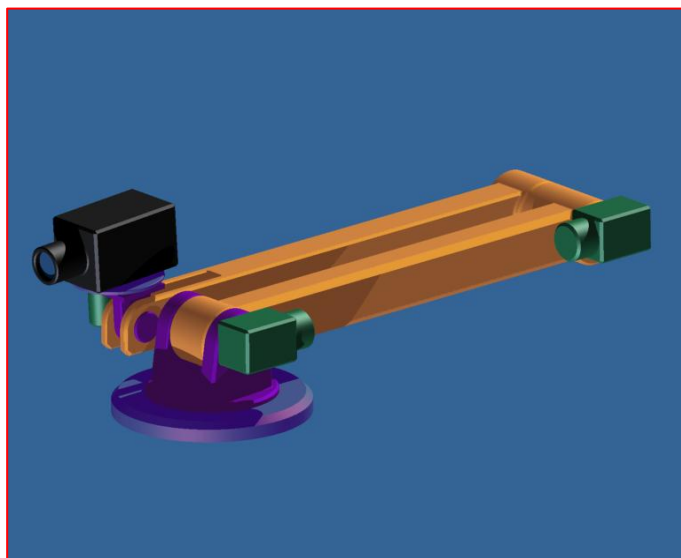
jednoduše složit při pohybu a transportu monitorovacího zařízení a také bude mít dobrý rozsah poloh a dostatečný počet stupňů volnosti, aby plnilo svůj účel. Poslední varianta je nejsložitější a pro toto použití se nehodí. Zvolil jsme proto „zlatý“ střed, tedy variantu číslo 2.

V následujícím odstavci popíšu konstrukci polohovacího zařízení. Toto zařízení bude mít tři hlavní části a to koncová část (1), kde bude umístěna kamera. Dále horní a dolní část ramena (2) a základna (3), která bude uchycena k podvozku. Horní a dolní část budou spojeny rotační vazbou, která bude polohovat úhel natočení pomocí elektropohonu. Další rotační vazby jsou mezi částí (1) a (2) ty mají účel polohovat koncovou část s kamerou. Ještě mezi základnou a dolní částí budou dvě rotační vazby, aby se zařízení mohlo otáčet a nastavovat elevaci. K nastavování úhlů bude vhodné použít elektrické pohony, nespíše servomotor. Z toho důvodu budou muset být na zařízení vodiče pro dodávku energie, řídicích impulsů a informací z kamery nebo ostatních informací. Tyto vodiče bude třeba připojit k podvozku na řídicí jednotku a zdroj a také je uchytit k zařízení aby nehrozilo jejich zachycení atd. Tuhost konstrukce a nosnost, by měla být uvažována vzhledem k hmotnostem snímacího zařízení a elektrických pohonů. K této aplikaci uvažuji hmotnost kamery do 1 kilogramu, To by mělo dostatečně stačit i pro kvalitnější zařízení s optikou.

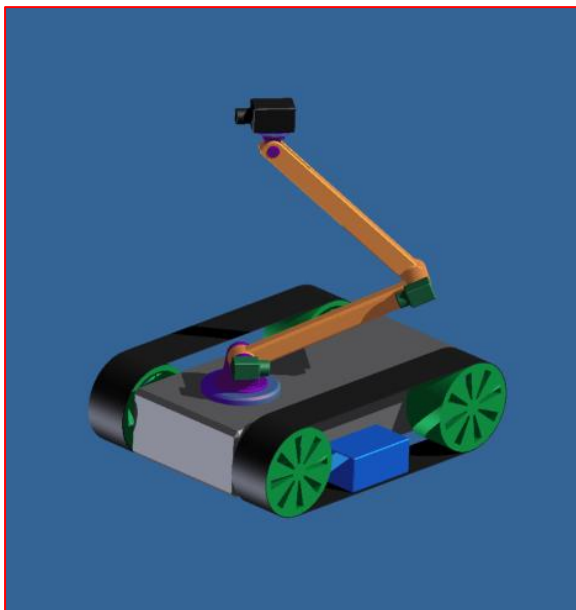
Tímto už známe jaké uspořádání potřebuje, následuje zamyšlení jestli polohovací zařízení koupit a upravit nebo vyvinout. Výrobci, pouze polohovacích zařízení, je málo a nabídka není uspokojivá. Proto se přikláním k vývoji tohoto zařízení. To hlavně proto, že jeho rozměry si lze zvolit jak potřebujeme. Elektrické pohony, vodiče, senzory a kamera by byly pořízeny a konstrukce by se jimi dovybavila.



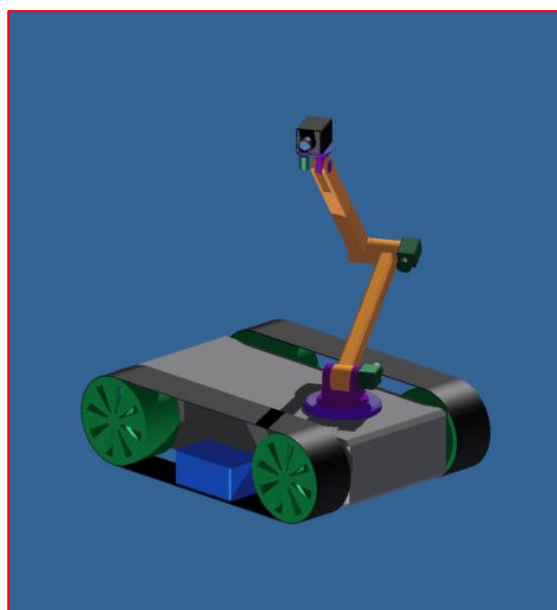
6.3 - Koncepce polohovacího zařízení



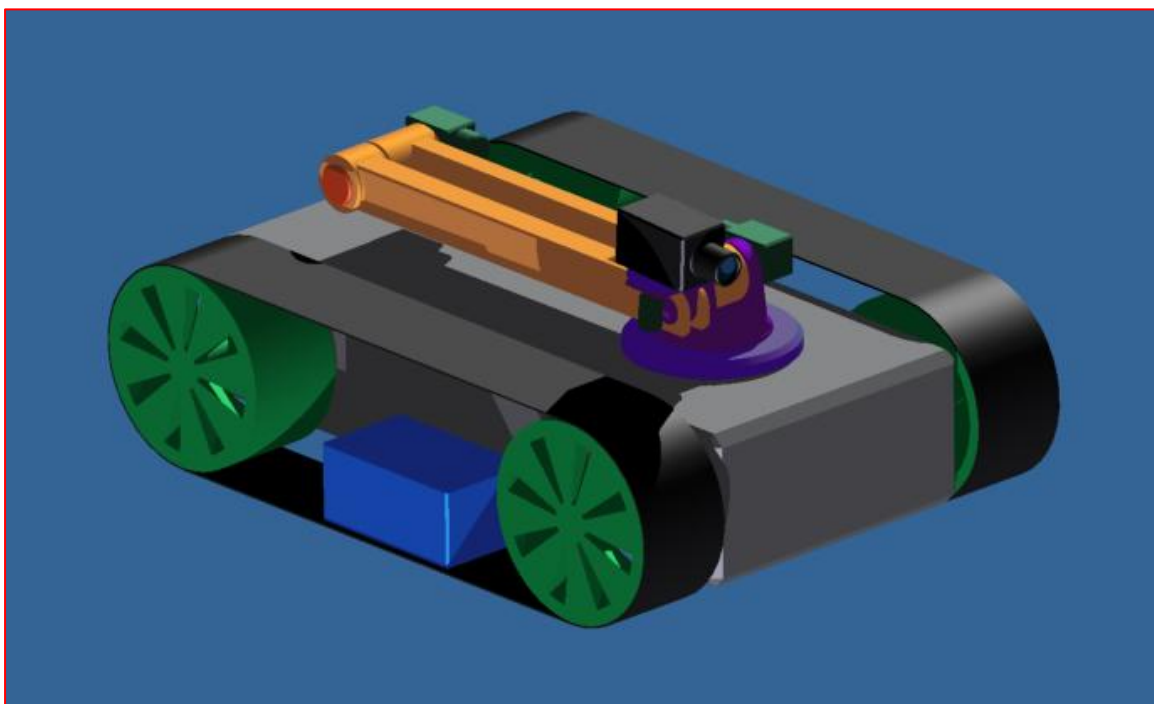
6.2 - Zařízení ve složené poloze



6.5 - Polohovací zařízení v pracovní poloze



6.4 - Mobilní monitorovací zařízení



6.6 - Mobilní monitorovací zařízení

Takto by mohlo kompletně vypadat mobilní monitorovací zařízení. Zadaných cílů bylo dosaženo. Zařízení disponuje podvozkem schopným překonávat překážky i schody a polohovacím zařízením, které bude pomocí kamery zajišťovat dostatek informací a bude mít dobrý rozsah poloh.

7. Závěr

Cílem této práce bylo v první části vytvořit řešerši mobilních průmyslových robotů a manipulátorů a možnost překonávání překážek ve známém prostředí. V druhé části pak vyřešit návrh koncepce podvozku mobilního monitorovacího zařízení a návrh koncepce polohovacího zařízení pro průmyslovou kameru umístěného na mobilním podvozku. Tyto cíle se doufám podařilo splnit.

Mobilní robotika je teprve na začátku, ale i tak je vidět, že je v ní budoucnost a technika směřuje ke stále lepšímu využití robotů. Zkuste se například v dnešní době zeptat pyrotechniků, zda si dovedou přestavit svou práci bez mobilních robotů. Možná by vám odpověděli, že ano. Ale určitě by jim to tu práci hodně zkomplikovalo. Mobilní robotika nám dává další nové možnosti a nástroje, jak vyřešit některé problémy, které se mohou v praxi vyskytnout. Počet mobilních robotů se každým rokem zvyšuje a mobilní roboty se čím dál více dostávají do povědomí veřejnosti. Tím je myšleno, že už to není něco nedosažitelného, nebo něco pouze pro velké společnosti. Dnes je na trhu poměrně velké množství zajímavých zařízení pro různé aplikace. Každý si může toto zařízení pořídit, nebo se pokusit si ho sestavit. Vypadá to, že s mobilními roboty se budeme setkávat, čím dál tím častěji.

Pár slov závěrem od autora. Tato práce pro mne byla něco úplně nového, veliká výzva a zkušenost. Jsem za to velmi rád, protože jsem si rozšířil obzory a dozvěděl se něco nového a zajímavého. J. Mach.

8. Literatura, odkazy a seznam příloh

8.1. *Seznam použité literatury a internetových odkazů*

- [1] KÁRNÍK, L., KNOFLÍČEK, R., NOVÁK-MARCINČIN, J.: Mobilní roboty, MÁRFY Slezsko, 2000, 212 s, ISBN 80-902746-2-5
- [2] NOVÁK, P.: Mobilní roboty – pohony, senzory, řízení, BEN – technická literatura, Praha, 2005, 248 s, ISBN 80-7300-141-1
- [3] KNOFLÍČEK, R.: Mobilní roboty a jejich průmyslové využití, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2005, 98 s, ISBN 80-7204-387-0
- [4] SKAŘUPA, J.: Roboty a manipulátory I, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2002, 139 s, ISBN 80-248-0044-6
- [5] CHVÁLA, B., MATIČKA, R., TALÁCKO, J.: Průmyslové roboty a manipulátory, SNTL, Praha, 1990, 280 s, ISBN 04-231-90
- [6] http://robot2.vsb.cz/elekskripta/servisni_roboty/interest1312221.htm
- [7] http://www.reconrobotics.com/products/Military_recon-scout_IR.cfm
- [8] http://www.nasa.gov/centers/glenn/multimedia/imagegallery/if034_scarab_rover.html
- [9] http://robot2.vsb.cz/elekskripta/servisni_roboty/interest1312221111111111.htm
- [10] http://robot2.vsb.cz/elekskripta/servisni_roboty/interest1312221111111111111111.htm
- [11] http://robot2.vsb.cz/elekskripta/servisni_roboty/interest131111.htm
- [12] http://jaguar.drrobot.com/images/jaguar_orig_photo_1280_08.jpg
- [13] http://www.irobot.com/gi/ground/SUGV/310_SUGV/
- [14] <http://blog.dugnorth.com/2008/03/biomimetic-insect-robot-with-uncanny.html>
- [15] http://bostondynamics.com/robot_bigdog.html
- [16] <http://portal.acm.org/results.cfm?h=1&cfid=23388023&cftoken=29935559>
- [17] <http://www.azorobotics.com/Details.asp?newsID=1307>
- [18] <http://www.themachinelab.com/MMP-40.html>
- [19] <http://jaguar.drrobot.com/Photo.asp>
- [20] <http://www.robotshop.com/eu/superdroid-complete-surveillance-robot-pelican-remote-eu-2.html>

8.2. Seznam zajímavých internetových stránek

<http://robotika.cz/>
<http://www.roboticka.cz/>
<http://www.irobot.cz/>
<http://robot.vsb.cz/>
<http://www.robotshop.com/>
<http://www.mobilerobots.com/>
<http://www.irobot.com/>
<http://www.robotmarketplace.com/>
<http://www.advee.eu/>
<http://www.nasa.gov/>
<http://www.azorobotics.com/>

8.3. Seznam příloh

Elektronické přílohy, CD obsahuje tyto soubory:

- (1) - Elektronická verze bakalářské práce:
MACH, J. Možnosti monitorování hazardního prostředí.pdf
- (2) - Soubor 3D modelu monitorovacího zařízení (Autodesk design review):
Mobilní monitorovací zařízení.dwf
- (3) - Článek o hybridním kolo-pásovém podvozku:
Terrain-adaptive and User-friendly Remote Control of Wheel-track Hybrid Mobile Robot Platform.pdf
- (4) - Článek o využití mobilních robotů k nápravě havárie ve jaderné elektrárně Fukušima:
Usage of Robots for Fixing Damaged Nuclear Reactors in Fukushima.pdf