



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

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

ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI APLIKACE
STACIONÁRNÍCH PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ A MOBILNÍCH
ROBOTŮ PRO PRŮMYSLOVÉ POUŽITÍ

ASSESSMENT OF THE PRESENT STATE IN THE FIELD OF APPLICATION OF THE
STATIONARY INDUSTRIAL ROBOTS AND THE MOBILE ROBOTS FOR THE INDUSTRIAL
PURPOSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL FLORIÁN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. RADEK KNOFLÍČEK DR.



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Akademický rok: 2006/07

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Florián Michal**
Který 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:

ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI APLIKACE STACIONÁRNÍCH PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ A MOBILNÍCH ROBOTŮ PRO PRŮMYSLOVÉ POUŽITÍ

V anglickém jazyce:

Assessment of the present state in the field of application of the stationary industrial robots and the mobile robots for the industrial purpose

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na třídění průmyslových robotů a popis jejich praktického použití.

Cíle bakalářské práce:

1. Na základě literárních a internetových zdrojů proveďte třídění stacionární a mobilní robotů
2. Vyberte typové příklady se stručným popisem pro Vámi zvolenou aplikaci nebo aplikace
3. Shrnutí minulosti, současnosti a budoucnosti nasazování robotů v průmyslu



Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zmapování současné situace v oblasti průmyslových robotů a posouzení hlavních kritérií, dle kterých se třídí mobilní a stacionární roboti. Pro názornou ukázkou bylo vybráno několik typických představitelů své třídy. Na závěr je v práci zmíněna historie a uveden náhled do budoucnosti.

Klíčová slova: Robot, Mobilní, Stacionární, Průmyslový, Kritérium,

This bachelor paper sets out to map the state of the art in the field of industrial robots and to assess the main criterions according to mobile and stationary robots are sorted. Several representatives of their class were chosen as a specimen. In conclusion the paper makes a reference to the history and expresses a view of the future.

Important word: Robot, Mobile, Stationary, Industrial, Criterion



Bibliografická citace

- [1] Kolíbal Z., Knoflíček R.: Robotické systémy vyšších generací, Studijní opora VUT v Brně 2005
- [2] Kolíbal Z., Knoflíček R.: Morfologická analýza stavby průmyslových robotů, Viena, Košice 2000
- [3] Mostýn V., Skařupa J.: Teorie průmyslových robotů, Viena, Košice 2001
- [4] Šolc F., Žalud L.: Robotika, VUT v Brně FEKT 2002
- [5] Kárník L.: Servisní roboti, VŠ Báňská v Ostravě 2004
- [6] Knoflíček R. a kol.: Současný stav ve vývoji mobilních robotů na UVSSR, Konference ústavů a kateder v Ostravě, Ostrava 2004
- [7] International Federation of Robotics: *2005 World Robot Market* [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.ifr.org/statistics/keyData2005.htm>>
- [8] ABB Ltd., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.abb.com>>
- [9] FANUC robotics Inc., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <www.fanucrobotics.com>
- [10] Automatizace, [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1221>>
- [11] JANOME Industrial Automation System Divizion, [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <http://www.janome.co.jp/industrial/eng/products/gantry_robot/jsg_series/spec.html>
- [12] Motoman Inc., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.motoman.com/products/datasheets/HS-HM-Series.pdf>>



Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování BP a že jsem celou BP včetně příloh vypracoval samostatně. Ustanovení předpisů pro vypracování BP jsem vzal na vědomí a jsem si vědom toho, že v případě jejich nedodržení nebude vedoucím BP moje práce přijata.

Brno 2007-05-24



Poděkování

Chtěl bych poděkovat rodičům a celé rodině za jejich trpělivou podporu při mém studiu. Děkuji také Ing. Kubelovi za rady při vypracovávání této práce.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	2
Abstrakt.....	3
Bibliografická citace.....	4
Místopřísežné prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
1. Úvod.....	8
1.2. Přiblížení pojmu průmyslový robot a manipulátor	8
1.3. Definice všeobecného robota dle Doc. Ing. Ivana Havla Csc.	8
1.4. Definice průmyslového robota dle Prof. P. N. Beljanina.....	8
1.5. Generace robotů	8
2. Na základě literárních a internetových zdrojů proveďte třídění stacionární a mobilní robotů	9
2.1. Stacionární průmyslové roboty a manipulátory (PRaM).....	9
2.1.1. Morfologie (Stavba) robotu	9
2.1.2. Počet stupňů volnosti	10
2.1.3. Vlastní velikost a hmotnost.....	10
2.1.4. Velikost obsluhovaného prostoru	11
2.1.5. Hmotnost břemene	11
2.1.6. Dosahovaná přesnost.....	12
2.1.7. Rychlost pohybů	13
2.1.8. Způsob pohonu	13
2.1.9. Druh servopohonů	14
2.1.11. Způsob řízení	15
2.1.12. Autonomnost robotu	16
2.2. Rozdělení mobilních robotů	16
2.2.1. Dle stupně samostatnosti	16
2.2.2 Podle druhu podvozku	17
2.2.2.1. Kolové	17
2.2.2.2. Pásové	17
2.2.2.3. Kráčející	17
2.2.2.4. Plazivé.....	17
2.2.2.5. Hybridní	18
2.2.2 Podle použití.....	18
3. Vyberte typové příklady se stručným popisem pro Vámi zvolenou aplikaci	19
3.1 Stacionární průmyslové roboty	19
3.1.1. Cylindrický robot typu Scara.....	19
3.1.2. Kloubový průmyslový robot.....	20
3.1.3. Portálový (cartézský) robot.....	20
3.2. Mobilní roboty pro průmyslové použití	22
3.2.1. Automatické dopravní vozíky ADV.....	22
3.2.2. Vozík pro výzkumné a studijní účely VUTBOT 2	23
4. Shrnutí minulosti, současnosti a budoucnosti nasazování robotů v průmyslu.....	24
4.1. Historie robotiky	24
4.2. Generace robotů	25
4.3. Současnost.....	25
4.4. Budoucnost.....	26
5. Závěr.....	27
5.1. Seznam zdrojů:.....	27

1. Úvod

1.2. Přiblížení pojmu průmyslový robot a manipulátor

Průmysloví roboti jsou automatická mechanismy které mají schopnost uchopovat předměty, přenášet je a provádět na nich úpravy, případně vykonává montážní činnost s nástroji. Tyto zařízení však neslouží pouze jednomu účelu, ale po změně programu, hlavice, nástrojů je možné je použít na jiném pracovišti pro jiné účely. Většinou jde o soustředění jednotlivých složek do jednoho celku, takže je robot kompaktní. To je výhodné při transportu, nebo při požadavku o mobilního robota. Některé roboty mají schopnost vnímat. Jde o náhražky jak lidského vnímání (zrak, hmat), tak vnímání lidem cizí (infra záření, sonar).

[2]

1.3. Definice všeobecného robota dle Doc. Ing. Ivana Havla Csc.

Robot je automatický nebo počítačem řízený integrovaný systém, schopný autonomní, cílově orientované interakce s přirozeným prostředím, podle instrukcí o člověka. Tato interakce spočívá ve vnímání a rozpoznání tohoto prostředí a v manipulování s předměty, popř. v pohybování se v tomto prostředí.

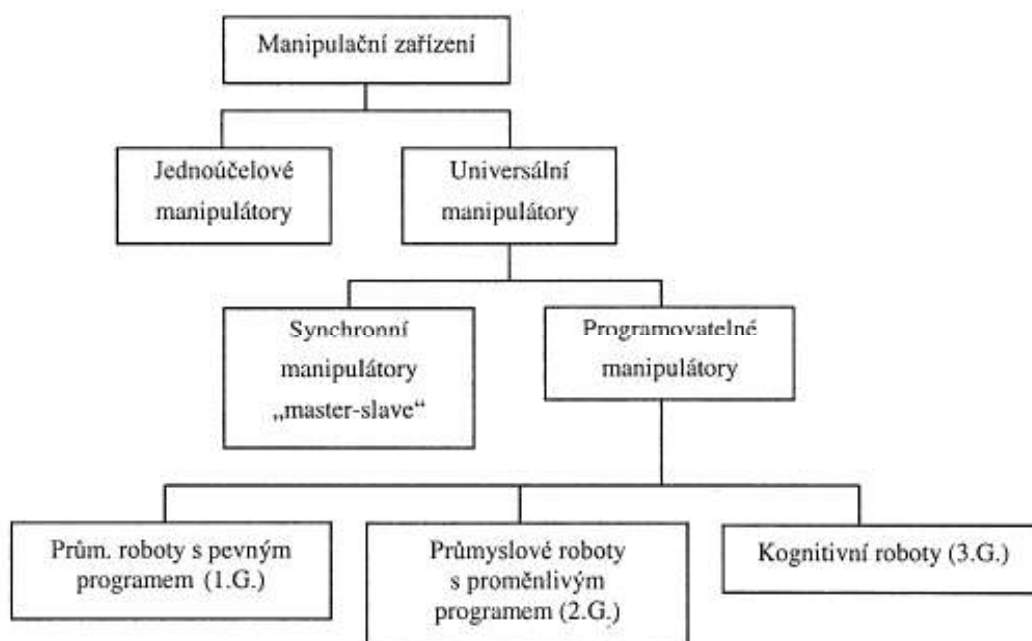
[2]

1.4. Definice průmyslového robota dle Prof. P. N. Beljanina

Průmyslový robot je autonomně fungující stroj-automat, který je určen 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 a podobně), schopností samovýuky, samoorganizace a adaptace, tj. přizpůsobivosti k danému prostředí.

[2]

1.5. Generace robotů



obr. 1. Generace robotů [2]

2. Na základě literárních a internetových zdrojů provedte třídění stacionární a mobilní robotů

2.1. Stacionární průmyslové roboty a manipulátory (PRaM)

2.1.1. Morfologie (Stavba) robotu

2.1.1.1. Podle kinematické struktury

Sériová kinematika

Omezení z hlediska rychlosti a zrychlení. Lze je překonat jen náročnými technickými opatřeními spojenými s vysokými náklady. (Otevřená kinematická struktura)

Paralelní kinematika

Teoreticky tyto systémy umožní dosáhnout požadované pozice s větší rychlostí, přesností i opakovatelností a mohou vyvozovat větší sílu než systémy s SR, protože jejich kinematická struktura je tužší. Jedná se o mechanismy s uzavřenou kinematickou strukturou v nichž je koncový člen (nesoucí chapadlo, nebo jiný manipulační nástroj) spojen s nepohyblivou základní plošinou několika nezávislými paralelními řetězci.

[2]

2.1.1.2. Podle konstrukčního hlediska

Polohovací ústrojí tvoří základní kinematický řetězec (ZKŘ) jako několik kinematických dvojic (KD) Každé této dvojici patří zpravidla jeden stupeň volnosti. Nejméně **tři KD** jsou potřeba pro polohování v prostoru. Pro translační KD – označení **T**, pro rotační KD – označení **R**. Podle uspořádání těchto dvojic pak rozlišujeme jednotlivé typy konstrukcí PRaM.

Kinematická dvojice translační:

Jde o posuv dvou těles po sobě. Je však nutné respektovat relativnost možného pohybu posouvajících se těles.

- Po delším vedení se posouvá kratší těleso – suportové, či saňové provedení
- V kratším vedení se posouvá delší těleso - smykadlové provedení
- Výsuvné (teleskopické) provedení

Kinematická dvojice rotační:

Jde o rotaci kolem vlastní osy, nebo rotaci ramene kolem mimostředné osy.

[2]

2.1.1.3. Orientační ústrojí

Je to vazba s prostředím pomocí čidel a senzorů napodobujících smysly člověka. Mobilní robot musí poznat svou polohu a orientaci. Mít možnost mapovat prostředí a na základě zjištěných údajů vyhodnocovat. Robot prostě musí být schopný adaptovat se na prostředí. Příkladem orientačního ústrojí může být vizuální vazba (zrak) a to jak ve viditelném tak v neviditelném spektrálním pásmu, akustická vazba (sluch), doteková vazba (hmat), případně vazba čidly, přenášející i informace jejichž příjem je pro člověka nemožný jako je infračervené záření, ultrazvuk, sonar.

[2]



2.1.1.4. Pojezdové ústrojí PRaM

Pojezdové ústrojí u stacionárních robotů

Slouží k přemístování celého průmyslového robotu, který většinou bývá konstruován jako samostatné stacionární zařízení a k pojezdovému ústrojí bývá jako celek připojován. Záleží ovšem na účelu pojezdu celého robotu. V této souvislosti je potřebné uvážit zda počítat stupeň volnosti z pojezdu do celkového počtu stupňů volnosti robotu. Pojezdové ústrojí se totiž počítá do stupňů volnosti pouze pokud neobsahuje pouhé body pro zastavení, ale lze se volně pohybovat byť po určené dráze. Roboti se vybavují pojezdovými koly pro samostatné ježdění, nebo koly umožňující pohyb robotu po kolejích či jinak vhodně uzpůsobených traverzách, při čemž je nutno zabezpečit stabilitu. Jak ve směru pojezdu, tak proti převržení a zejména proti převržení v kolmém směru na tento systém a to ve všech polohách akčního systému s největší zátěží s přihlédnutím k dynamickým účinkům. Závěsné stěny jsou z tohoto hlediska příznivější.

Pojezdové ústrojí u mobilních robotů

U průmyslových přepravních vozíků se používají říditelné pásy nebo kola. Mobilní roboty dělíme na pásové, kolové, kráčející, plazivé a hybridní. V zásadě lze říct, že pojezdové (lokomoční) ústrojí bude vždy integrální součástí nestacionárních robotů, naopak u stacionárních, především průmyslových, půjde prakticky vždy jen o doplňkový program.

[2]

2.1.1.5. Výstupní hlavice

Koncový člen robotu je vybaven efektozem, který zprostředkovává styk robotu s okolím. Pokud efektor slouží k manipulaci s uchopenou součástí, hovoříme o úchopné hlavici (přísavky, nebo kleště). Technologická hlavice (efektor) zase slouží k vykonání technologické operace (vrtání, svařování, stříkání a pod.). Konkrétně pro lakování se používají koncové efektozy ve tvaru chobotů, které lze libovolně ohnout, nebo natočit.

[1]

2.1.2. Počet stupňů volnosti

Stupeň volnosti (degree of freedom – dále jen DoF) je počet nezávislých proměnných ve vztažném systému, které potřebujeme k jednoznačnému určení polohy tělesa v prostoru. Běžné průmyslové roboty mají 5-6 stupňů volnosti. Počet stupňů volnosti však není určujícím faktorem pro rozhodnutí o úrovni robotu, ale dává pouze větší či menší pohybové a manipulační schopnosti. 3 stupně DoF má většinou kartézský systém. Typický představitel 4 stupňů DoF je robot typu SCARA. 6 stupňů DoF má většina sériových průmyslových robotů. 9 stupňů DoF a více využívají sérioví průmysloví roboti s prodlouženým kinematickým řetězcem a paralelní struktury.

[2]

2.1.3. Vlastní velikost a hmotnost

Souvisí se stavbou daného průmyslového robotu (počet stupňů volnosti, druhy KD, druh robotu) a s jeho plánovaným využitím (hmotnost přepravovaného břemene, velikost a užívání hlavice). Samozřejmou snahou konstruktéra je, aby hmotnost pohybujících se částí a skupin byla co nejmenší (dynamické účinky, omezení přesnosti a rychlosti) při zachování potřebné pevnosti a tuhosti.

[2]

2.1.4. Velikost obsluhovaného prostoru

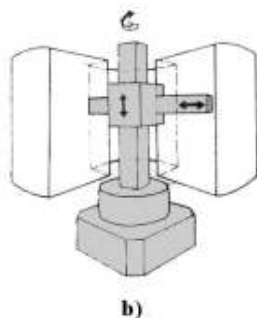
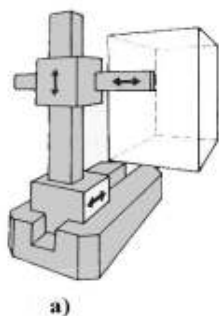
Souvisí jednak s vlastní velikostí robota, ale také na jeho kinematické struktuře. Existovali snahy o rozřídění podle základního kritéria, kterým měla být velikost obsluhovaného prostoru. Za základní prostor je možno považovat prostor o rozloze jednoho metru.

Spojení kinematických dvojic v základní kinematický řetězec (ZKŘ)

Nejvíce užívané ZKŘ pro obsluhující prostor jsou čtyři:

- | | |
|--|--------------------|
| - Spojení tří translačních kinematických dvojic (KD) | TTT (označujeme K) |
| - Spojení jedné rotační a dvou translačních KD | RTT (označujeme C) |
| - Spojení dvou rotačních a jednoho kinematického KD | RRT (označujeme S) |
| - Spojení tří rotačních KD | RRR (označujeme A) |

Shodou okolností má struktura těchto čtyř základních spojení charakter postupného nahrazování translací rotacemi.



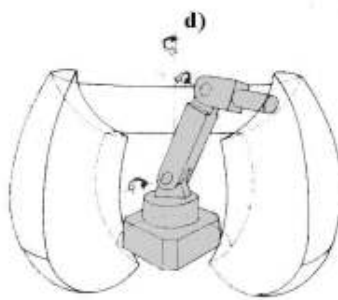
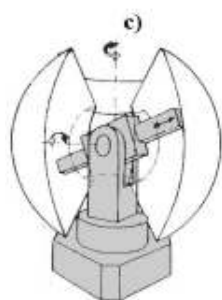
obr. 2.1. prostory jednotlivých systémů [2]

a) Kartézský (pravoúhlý) pracovní prostor TTT (K)

b) Cyklindrický (válcový) pracovní prostor RTT (C)

c) Sférický (kulový) pracovní prostor RRT (S)

d) Multiúhlový (oblounový, torusový, angulární) pracovní prostor RRR (A)



Schematické znázornění základních pracovních prostorů

[2]

2.1.5. Hmotnost břemene

Jeden ze základních parametrů, určující možné použití průmyslového robota. Byly stanoveny určité posloupnosti hodnot hmotností manipulovaného předmětu jako základy typových řad. U nás to byla tato řada hmotností: 1 – 2,5 – 5 – 10 – 20 – 40 – 80 – 160 – 250 kg. Nutné je si uvědomit, že do hmotnosti břemene započítávají téměř všichni výrobci i

hmotnost úchopného mechanismu – výstupní hlavice (koncový efektor), takže čistá hmotnost manipulovaného břemene bude vždy nižší o hmotnost hlavice. [2]

2.1.6. Dosahovaná přesnost

Velmi důležitý údaj o průmyslovém robotu. Protože se jedná většinou o otevřený průmyslový mechanismus, bude i při použití podobných ústrojí, jako u výrobních strojů, výsledná přesnost nižší. Přesnost průmyslového robota je totiž závislá na vzdálenosti koncového bodu ramene robota, na jeho zatížení, tuhosti celé jeho konstrukce a také na konstrukčním uspořádání kinematického řetězce. Proto je nutné sledovat, při jaké hmotnosti břemene je schopen robot výrobcem proklamovanou dosažitelnou přesnost skutečně zabezpečit. Přesnost robota se zkouší ČSN EN ISO normou 9283: Manipulační průmyslové roboty – Technické parametry a související zkušební metody. Například: Odchylna kývání, přesnost dráhy, najetí polohy, opakovatelná přesnost. Všechny zkoušky se provádějí za plné rychlosti a plného zatížení. Dráha se volí tak aby byly zapojeny všechny pohybové prvky. Každá kinematická dvojice (**KD**) navíc vykazuje výrobní nepřesnosti a vůle nutné k zajištění správného chodu KD.

Vůle lze rozlišit na

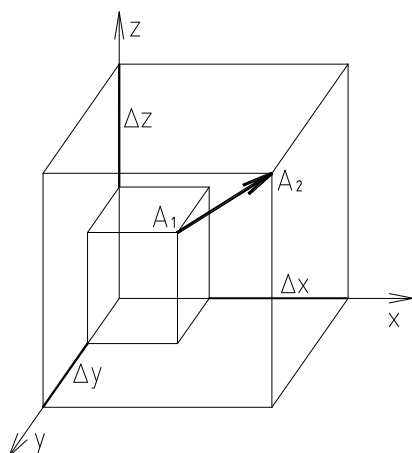
- základní (počáteční) v_z – vykazuje nový mechanismus
- vůle vzniklé opotřebením v_o

Celková vůle $v_c = v_z + v_o = n \cdot v_z$, n – je součinitel doby používání kinematické dvojice.

Celková vůle má za následek chybu D , která se projeví v každé KD. Celková chyba tedy bude: $\Delta_c = \Delta_x + \Delta_y + \Delta_z$ Pak musí být samozřejmě splněna podmínka $\Delta_c < \Delta_c$ dovolená

[2]

2.1.6.1. Chyba kartézského souřadnicového systému



Můžeme předpokládat že každá osa bude zatížena stejnou chybou. Pak celková chyba bude dána vztahem: $\Delta_c = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2 + \Delta_z^2} = \Delta \sqrt{3} = 1,73\Delta$ Velikost výsledné chyby je potom závislá pouze na velikosti dílčích chyb a je stejná v celém rozsahu. Toto uspořádání dává nejmenší chybu.

obr. 2.2. Chyba kartézského souřadnicového systému

2.1.6.2. Chyba cylindrického souřadnicového systému

Rotační osy vykazují větších chyb než translační. Proto je tento systém méně přesný než kartézský, ale přesnější než sférický který má víc rotačních kinematických dvojic.

$$\Delta_c = \sqrt{[(R + \Delta R)\cos(\varphi + \Delta\varphi) - R\cos\varphi]^2 + [(R + \Delta R)\sin(\varphi + \Delta\varphi) - R\sin\varphi]^2 + [(z_1 + \Delta z) - z_1]^2}$$

2.1.6.3. Chyba sférického souřadného systému

Je závislá na odchylkách a na vzdálenosti bodu od počátku odměřovacího systému. Tento systém dosahuje největších chyb. [1]

$$\Delta c = \sqrt{\left[(R + \Delta R) \cos(\vartheta + \Delta \vartheta) \cos(\varphi + \Delta \varphi) - R \cos \vartheta \cos \varphi \right]^2 + \left[(R + \Delta R) \cos(\vartheta + \Delta \vartheta) \sin(\varphi + \Delta \varphi) - R \cos \vartheta \sin \varphi \right]^2 + \left[(R + \Delta R) \sin(\vartheta + \Delta \vartheta) - R \sin \vartheta \right]^2}$$

[1]

2.1.7. Rychlost pohybů

Rychlost je závislá jednak na druhu použitých pohonů, ale též na okamžitém zatížení a to ve vztahu k dosažitelné přesnosti. Čím větší bude okamžité zatížení, tím bude obtížnější dosáhnout maximální rychlosti a také přesnosti. Paralelní kinematická struktura je teoreticky přesnější a rychlejší než sériová kinematická struktura, protože jejich konstrukce je dovoluje pohybovat více rameny současně a vektory jejich rychlostí se sčítají. Jedná se o mechanismy s uzavřenou kinematickou strukturou. Paralelní mechanismus dosahuje zrychlení vyšších než 90 m/s s opakovanou přesností kolem 0.1 mm.

[2]

2.1.8. Způsob pohonu

Může být leckdy rozhodující při volbě manipulátoru či robotu vzhledem k potřebám i možnostem uživatele. U průmyslových robotů se používají následující pohony.

2.1.8.1. Pneumatické

Základní vlastností pneumatických pohonů je jednoduchost a velké zrychlení, které je však na úkor nižší přesnosti než u elektrických pohonů. Jsou vhodné do výbušných prostředí. Nehodí se pro rotační pohyb a jsou hlučné. V současné době je to levná a rozvíjející se varianta díky zaměření na minimalizaci a průtokovou rychlost. Objevují se i pneumatické válce s integrovaným odměřováním pracující na principu magnetické stopy a snímače. A to při nezvětšení rozměrů. Neustále se vyvíjí pneumatický sval který nyní jako pohon poskytuje svou koncepcí s úplným vyloučením tření plynulé a rovnoměrné pohyby které jsou zapotřebí například pro řízení robota po stanovené trajektorii, nebo ovládání dávkovacích zařízení.

[10]

2.1.8.2. Hydraulické

Tyto pohony vykazují velkou sílu, a na rozdíl od pevných hřídelů má výhodu v tom že jsou hadice přizpůsobivé. Jsou použitelné i ve výbušném prostředí. Je však poměrně ztrátový (hlavně teplem). Je potřeba kompresor a zpětné vedení. Nebezpečné jsou také úniky oleje. Také jsou daleko těžší a náročnější na údržbu než pneumatické pohony.

[10]

2.1.8.3. Elektrické

Jedná se o elektrické motory které mohou být:

Krokové - Snadno se řídí, mají však menší sílu, větší rozměry a trhavý chod.

Stejnoseměrné - Snadno se řídí na polohu a jsou miniaturizovatelné. Mají také příznivý poměr výkonu a velikosti. Mají dobré dynamické vlastnosti a velký kroutící moment. Nevýhodou je menší spolehlivost.

Synchronní motor bez komutátoru - Velká spolehlivost a komplikovanější řízení

Asynchronní motor s kotvou na krátko – Poměrně levné, spolehlivé, přenáší velké výkony a relativně snadno se řídí rychlost. Špatné řízení na polohu.



2.1.8.4. Kombinované

Tímto systémem bývají vybaveny například některé osazovací automaty pro SMT (Surface Mount Technology) montáž. Většinou jde o kombinace elektrického a pneumatického pohonu, nebo elektrického a hydraulického pohonu. [10]

2.1.9. Druh servopohonů

Druh servopohonů a způsob odměřování. Nejčastěji se používá elektrický střídavý servomotor. Pro odměřování se používá v naprosté převaze inkrementální rotační enkodér. Skládá se ze tří nejdůležitějších částí. Rotující disk s otvory, jenž je pevně spojen s hřídelem senzoru, pomocí nichž se odečítá změna posunutí (nemají paměť) a k nim patří emitor světelné energie který je z jedné strany disku pevně ukotven (Dioda s maskou generující určitý paprsek světla) a na druhé straně snímač (fotodioda která převádí světlo na elektrický impuls). Klasické principy regulace polohy jsou založeny na zpětnovazební smyčce polohy, kdy je skutečná (měřená) poloha porovnávána s žádanou a odchylka je vedena do regulátoru polohy, za kterým následuje podřízená zpětnovazební smyčka rychlosti, popř. proudu. Zátěžné síly a momenty, které vznikají v důsledku zatížení pracovního članku a také vlivem dynamiky pohybu, jsou poruchovou veličinou, jejíž vliv musí regulátor vyrovnat. Tento způsob řízení polohy není vhodný pro mechanismy s více stupni volnosti, kdy výsledný pracovní pohyb vzniká složením pohybů jednotlivých článků a přitom je rozhodující trajektorie koncového bodu pro spojitě řízení (continuous path). Jednu z nejčastěji používaných metod rychlého polohového řízení průmyslových robotů je tzv. „momentové řízení“, při kterém je aplikován algoritmus optimálního sledování trajektorie a při kterém zátěžný moment pohonů nevstupuje pouze jako poruchová veličina, ale je počítán na základě modelu dynamiky mechanického subsystému jako vstupní žádaná hodnota. [3]

2.1.10. Způsob a rozsah vnímání

Je dán především vybavení robotu příslušnými senzory tak, jak to odpovídá jednotlivým generacím robotů (3.2.).

2.1.10.1. Kontaktní nebo lokální vnímání

Zahrnuje taktilní (hmatové), proximitní, silové a momentové vnímání. Bezkontaktní vnímání obsahuje pasivní vnímání ve viditelném a neviditelném spektrálním pásmu a aktivní vnímání, používající infračervené záření, ultrazvuk, milimetrový radiolokátor a sonar. Samotné senzory je pak dále možno rozdělit na senzory vnitřní informace a senzory vnější informace včetně senzorů vizuální informace o prostředí. Do kategorie kontaktních senzorů patří v první řadě silové a tlakové senzory. Hlavní oblast použití silových senzorů je automatická montáž, vyžadující poddajnost a přizpůsobivost analogickou lidské ruce. Citlivost silových senzorů bývá v rozsahu 0,1 až 50 N. Jednoduché snímání tlaku ve dvou rozměrech je však jen jeden z aspektů lidského hmatu použitého při montáži. Pro taktilní (hmatové) vnímání je potřeba, aby senzor snímal tolik fyzikálních veličin jako člověk, např. tlak, směr, teplotu, vibrace, strukturu povrchu apod. Jedním z možných přístupů je vytvoření sensorické „kůže“ pro ruku robotu, která poskytuje informace pro centrální řídicí jednotku při mechanické deformaci anebo při překročení teplotního rozsahu.

[1]

2.1.10.2. Bezkontaktní vnímání

Je důležité pro nejrozmanitější aplikace ve výrobě. Připomeňme třeba automatickou kontrolu, uchopování nepolohovaných a neorientovaných součástí robotem a určování bodů uchopení. K identifikaci objektů a překážek se používají snímače pracující na principu odraženého světla. Jde o měření intenzity odraženého světelného paprsku. Zóna identifikace předmětů je vymezena průnikem vyzařovaného a zachycovaného světelného toku. Jakmile se předmět dostane do identifikační zóny, část vyzářeného světla se odráží a dopadá na fotodiodu. V pracovních prostředích s větším znečištěním například v prašných provozech je funkce fotoelektrických snímačů nespolehlivá nebo úplně vyloučená. V takových případech se používají ultrazvukové snímače. Poměrně novým prvkem v oblasti konstrukce čidel pro průmyslové manipulátory a roboty jsou laserové snímače. Jejich předností je velká přesnost při identifikaci polohy objektů, která je dána velkou ostroty a malou šířkou laserového paprsku. Pro identifikaci kovových objektů se používají indukční snímače.

[1]

2.1.11. Způsob řízení

Záležitost hardwarového a softwarového vybavení řídicího systému, schopného komunikovat a vnímat subsystémem a akčním systémem.

2.1.11.1. Bodové řízení (PTP – point to point)

Využívá se tam, kde je nutné dosáhnout toho, aby robot zasahoval do požadovaných jednotlivých bodů operačního prostoru, aniž by mezi těmito body byla zvláštní souvislost. Např. Bodové svařování, obsluha licích a tvářecích strojů. Pro bodové řízení se dají požit všechny druhy pohonů, zejména pneumatický pohon lze za určitých podmínek velmi vhodně aplikovat.

[2]

2.1.11.2. Dráhové řízení (CP – Continuous path)

Je nutné tehdy, je-li pohyb robotu funkčně vázán k technologickému procesu, jako je tomu například u spojitěho svařování, lakování či jiných povrchových úprav materiálů. Vzhledem k tomu, že většinou půjde o spojitě řízení více pohybů v čase a prostoru, mohou zde být prakticky jen hydraulické nebo elektrické pohony, případně některé druhy kombinovaných pohonů.

[2]

2.1.11.3. Programování robotu (učení)

2.1.11.3.1. Zprostředkované

Programuje se pomocí programovacího panelu, na němž se příslušnými tlačítky robot nastavuje do požadovaných bodů a ukládá se mu jejich poloha, případně jejich spojení v požadované dráze.

[2]

2.1.11.3.2. Bezprostřední

Přímým vedením výkonného orgánu robotu po požadované dráze v cyklu zapamatování a následného automatického vykonání v cyklu opakování. Ideální pro lakování.

[2]



2.1.11.3.3. Pomocí „Loutky“

Velmi podobné jako bezprostřední programování. Pouze se používá náhradní mechanický systém v kinematické struktuře daného průmyslového robotu s odměřovacím zařízením k zapamatování programového cyklu. Po naprogramování se loutka odstraní a naradí skutečným robotem.

[2]

2.1.12. Autonomnost robotu

Jde o schopnost samostatného rozhodování a volení optimálního procesu, na základě vstupních dat, je dána výsledkem komplexního propojení a úrovně všech prvků akčního i kognitivního systému a úrovně naprogramovaných možností. Například mobilní roboty pracují ve více či méně, a nebo v úplně neznámém prostředí. Proto jsou požadavky na funkční vlastnosti velmi široké a různorodé. Všeobecně však musí být mobilní roboty schopné aspoň částečně strukturalizovat neznámé prostředí, na základě zpracování multisenzorických informací. Z toho následně naplánuje optimální dráhu. Autonomní mobilní robot je technický systém, který interpretuje, plánuje a vykonává zadanou úlohu bez zásahu operátora.

[1]

2.2. Rozdělení mobilních robotů

2.2.1. Dle stupně samostatnosti

2.2.1.1. Automatické dopravní vozíky (ADV)

Prvním stupněm vývoje mobilních robotů byla konstrukce ADP. Je to technická soustava která se chová zadaným způsobem a provádí cílové operace zadané člověkem. Většinou se užívá jako mezioperačního manipulačního zařízení, používaných v pružných výrobních soustavách pro dopravu a manipulaci s materiálem. ADV jsou určeny pro převoz těžkých dílců nebo součástí, nástrojů, výrobních pomůcek. Jejich nevýhodou je pevně určená dráha, kterou tvoří v naprosté většině do podlahy zapuštěný el. vodič – indukční zařízení ADV. Ve většině případů se ADV vyskytují s kolovým podvozkem. Vozíky mají nosná, řídicí a pohonná kola v různých konfiguracích.

[6]

2.2.1.2. Autonomní lokomoční roboty (ALR)

Jsou v současné době pro obslužné procesy převážně v průmyslu, zemědělství, v kontaminovaných nebo chemicky agresivních prostředí. Mohou například provádět kontrolní činnost s možností odstranění případné poruchy, nebo určité nesrovnalosti třeba ve skladech s nebezpečným materiálem. Proto ALR jsou vybavovány drahými a složitými prvky umělé inteligence schopné interpretovat, naplánuvat a provést cílovou úlohu ve vymezeném pracovním prostředí se stacionárními a dynamickými překážkami. Jejich činnost je řízena palubním řídicím systémem bez zásahu člověka. Jsou konstruovány pro prostředí známá, částečně neznámá či neznámá. Jejich hlavní rozdělení je na indoor (banky, nemocnice) a outdoor (silniční, terénní) prostředí.

[6]

2.2.2 Podle druhu podvozku

2.2.2.1. Kolové

Pro kolové mobilní roboty (MR) je široké spektrum využití. Jde například o aplikace ve výrobních procesech, nestrojírenských oblastech, v kosmu apod. Mohou provádět například průzkum neznámého terénu, odběr vzorků hornin, manipulaci s předměty a jejich transport, obslužné činnosti apod. Podle druhu prostředí nacházejí uplatnění v prostředí člověka nedostupném nebo nebezpečném, standardním nebo atypickým apod. Podle toho k jakému účelu budou využívány se odvíjí i jejich konstrukce (například počet a uspořádání kol), velikost a nosnost. Z hlediska způsobu řízení pohybu se může jednat o autonomní lokomoční roboty, roboty řízené operátorem nebo automatické dopravní vozíky. Dělení kolových MR se samo nabízí. Dělení podle počtu kol na jednokolové, dvoukolové, tříkolové, čtyřkolové, šestikolové, osmikolové, speciální. Samotná kola lze dělit na standardní, všesměrová, Weinsteinova a kola typu MaxWheel. [10]

2.2.2.2. Pásové

Roboty na pásovém podvozku jsou řízeny smykem a mohou se pohybovat po různě členitém terénu. S výhodou se uplatňují tam kde roboty na jiném podvozku mají problém z hlediska překonávání terénních překážek, nosnosti apod. Pro pásové podvozky platí, že rozvor mezi pásy a jejich délka mají přímý vliv na jejich manévrovací schopnost. Řízení těchto druhů podvozků je pro autonomní roboty značně nepřesné a proto se tento druh podvozků používá převážně pro roboty řízené teleoperátorem. Servisní roboty na pásovém podvozku mají v současnosti široké možnosti uplatnění. Z hlediska možnosti využití v nestrojírenských oblastech lze uvést některá hlavní odvětví jako jsou například: Vojenství a policie, jaderný průmysl, stavebnictví, Zemědělství a lesnictví, zdravotnictví. [10]

2.2.2.3. Kráčejíci

Kráčejíci roboty zaujímají významné postavení v oblasti mobilních robotů. Nacházejí uplatnění v nejrůznějších strojírenských a zejména nestrojírenských oborech. Podle toho k jakému účelu (a v jakém terénu) budou využívány se odvíjí i jejich konstrukce (například počet noh) a velikost. Při překonávání překážek si autonomní kráčejíci robot sám zvolí způsob jak překážku překonat. Některé konstrukce kráčejících robotů jsou uzpůsobeny tak, že jim nevádí ani když se překulí na záda. Mají schopnost se opět postavit na nohy a pokračovat v chůzi. Kráčejíci roboti můžeme rozdělit podle počtu nohou na jednonohé (skákací), dvounohé, třínohé, čtyřnohé, šestinohé, osminohé, speciální. Existují ještě šplhající, ale to jsou v podstatě kráčejíci jen mají na konci nohou přísavky. Nejpočetnější skupinkou jsou šestinohých, dvounohých a čtyřnohých mobilních robotů. [10]

2.2.2.4. Plazivé

Mobilní roboty s plazivým pohybem mají uplatnění v celé řadě servisních a revizních činností. Pro roboty tohoto typu je charakteristický plazivý pohyb a modelem pro jejich konstrukci je tělo hada. Mohou se pohybovat dopředu nebo do strany v závislosti na jejich konstrukci a účelu použití. Většinou se využívají k inspekci potrubí, vzduchotechnických zařízení, chodeb s velmi nízkou světlostí, vyhledávání obětí v troskách budov a podobně. Jde v podstatě o prostředí ve kterém by se jiný druh pohybu nedal uplatnit. Konstrukce jejich těla

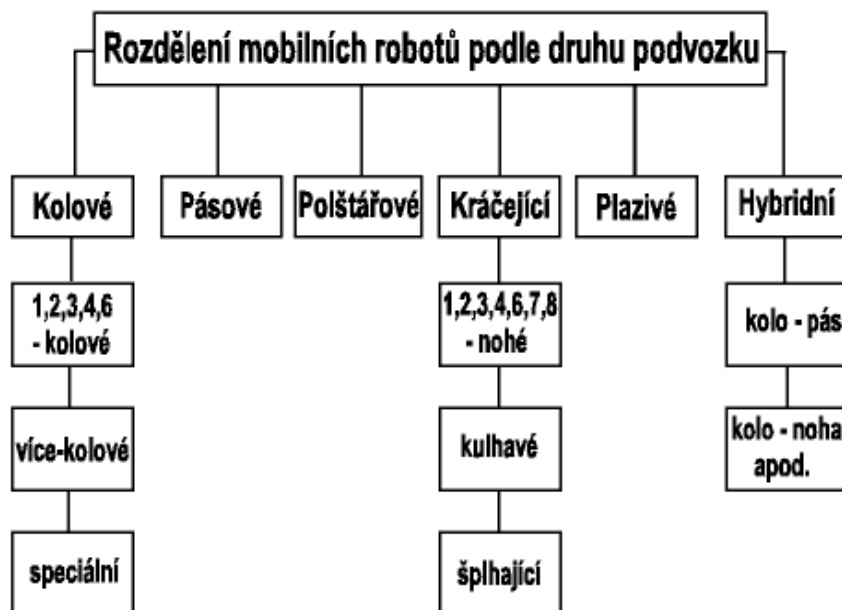
se skládá z mnoha článků vzájemně spojených klouby se dvěma nebo třemi stupni volnosti. Délka robotu (počet jeho článků) závisí na typu vykonávané servisní úlohy a prostředí ve kterém se bude pohybovat.

[10]

2.2.2.5. Hybridní

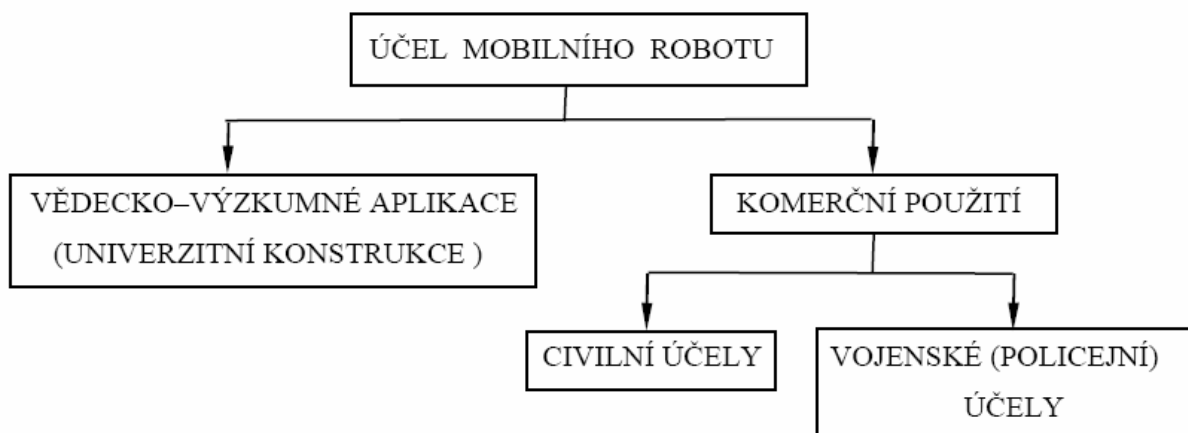
Hybridní roboty (HR) zaujímají co do počtu pouze malou část v oblasti mobilních robotů. Především z důvodů jejich velké konstrukční složitosti, náročného způsobu řízení pohonů lokomoce a jeho činnosti a vysoké ceny. Tyto nevýhody jsou nahrazovány jejich mobilními vlastnostmi, které vycházejí z konstrukce HR. Lokomoční ústrojí je většinou složeno ze dvou typů. Jedná se o kombinace kolo – noha, kolo – pás, pás – noha. [2]

obr. 2.3. rozdělení mobilních robotů dle podvozku [5]



2.2.2 Podle použití

obr. 2.4. rozdělení podle užití mobilního robotu [5]



3. Vyberte typové příklady se stručným popisem pro Vámi zvolenou aplikaci

3.1 Stacionární průmyslové roboty

3.1.1. Cylindrický robot typu Scara



obr. 3.1. SCARA, typ C [12]

Čtyř osý robot typu Scara nabízející vysokou rychlost v kompaktním provedení s minimálními nároky na prostor. Roboty SCARA nabízejí perfektní výkony u malých manipulací, montáží, laboratorních prací, práce s magnety a polovodičových prvků.

Technická data Motoman HS 5-450:

4 Osý, Užitečné zatížení 5kg

Pracovní rozsah: Rotace „zápěstím“ 360°, rotace ostatních os 155° a 145°, Dosah 450mm,

Pojezd posuvné osy 200 nebo 300mm,

Rychlosti: Otočení přes celý pracovní prostor (180°) za 0,39s

Dopravní schopnosti: Opakovatelnost 0,015mm,

Elektrické parametry: Pohon AC servomotory

Fyzikální parametry: Hmotnost 20kg,

[12]

3.1.2. Kloubový průmyslový robot



obr. 3.2 torusový robot typ A [8]

Rychlý, kompaktní a univerzální průmyslový robot možností od malé až po velkou manipulační kapacitu. Díky svým schopnostem se hodí pro řadu aplikací, kde hraje důležitou roli přesnost, rychlost a flexibilita. Hodí se pro manipulační operace, svařování, lakování.

Technická data ABB IRB 4400

6 Os, užitečné zatížení do 60 kg

Pracovní rozsah: Dle obrázku a typu.

Rychlosti: Maximální rychlost 2,2 m/s, Maximální akcelerace 12-14 m/s.

Dopravní schopnosti: Přesnost 0,07-0,1 mm, opakovatelná přesnost při 1 m/s 0,25-0,4 mm.

Elektrické parametry: Jmenovitý výkon 7,8 kVA.

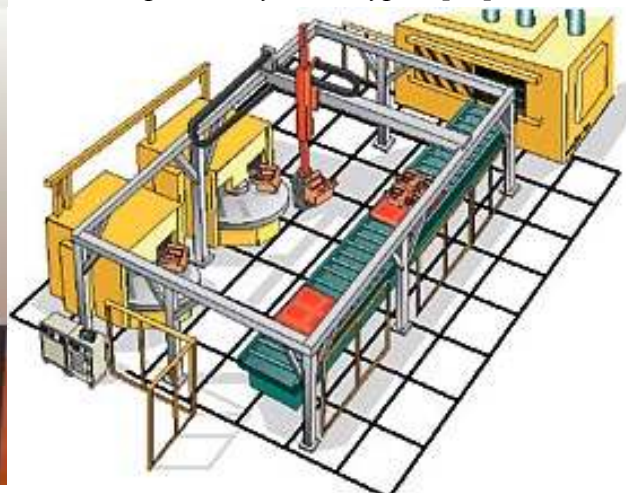
Parametry Fyzikální: Velikost základny 920x640, Hmotnost 980-1064 kg.

[8]

3.1.3. Portálový (cartézský) robot



obr. 3.3. pravoúhlý robot typ K [11]



Tyto roboty se požívají převážně ve skladech, pro jednoduchou přepravní manipulaci.

Technická data JSG - 6050

4 osy, užitečné zatížení 8 kg

Pracovní rozsah: X-Y: 600x500 mm, zdvih 150 mm

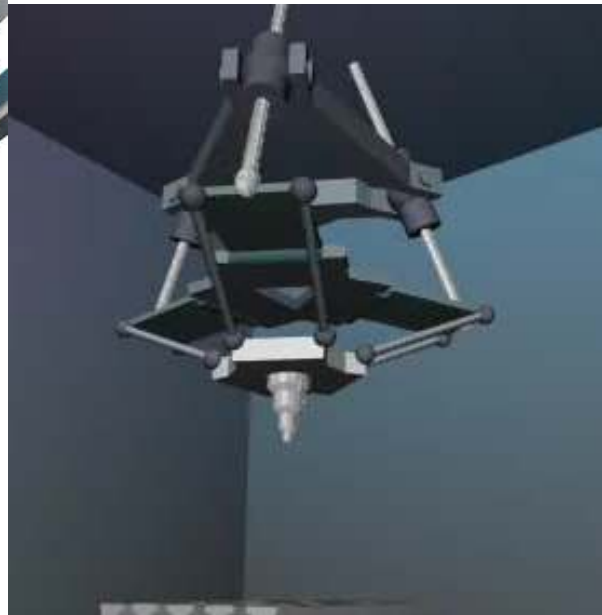
Rychlosti: X-Y: 1,2 m/s, Z: 0,4 m/s

Dopravní schopnosti: Opakovaná přesnost ± 0.015 mm ve všech osách

Fyzikální parametry: Velikost: 1040x294x930

[11]

3.1.4. Robot s paralelní kinematickou strukturou



obr 3.4. paralelní kinematický robot[8]

Tento typ robota je vhodný v aplikacích, kde je třeba provádět rychlé a precizní přemístění předmětů, a to po jednom z jednoho místa na druhé. Je postaven s použitím jenom několika málo dílů, díky čemuž je doba provozní schopnosti vyšší v porovnání s tvrdými řešeními automatizace. Robot je vyvinut pro optimalizované cykly zvedání a pokládání. Pokud je tento robot ve verzi s vyšší třídou čistoty pak je vhodný pro provozy vyžadující obzvláště čisté prostředí. Například k využití v potravinářských, farmaceutických, lékařských a elektronických aplikacích. Protože se tento robot montuje svrchu, nezabírá žádnou další podlahovou plochu a je snadno integrovatelný, nadruhou stranu je oproti např. kloubovým robotům dost nevýhodný poměr zabraného prostoru vůči pracovnímu.

Technická data ABB IRB 340

4 Osy, Užitečné zatížení do 2kg.

Výkony: Opakovatelnost dráhy: 0,1 mm, Opakovatelnost úhlová 0,4°.

Pracovní rozsah: Průměr 1130 mm, Výška 250 mm

Rychlosti: Maximální rychlost 10 m/s, Maximální akcelerace s 1 kg 100 m/s, s 2 kg 60 m/s.

Dopravní schopnosti: Opakovatelnost při rychlostech 200/350-750/800-1400 mm/s, 1/1,5/5 mm, Start/stop přeprava s rychlostí 500 mm/s (0,2 s) opakovatelnost 3,5 mm.

Elektrické parametry: Jmenovitý výkon 7,5 kVA.

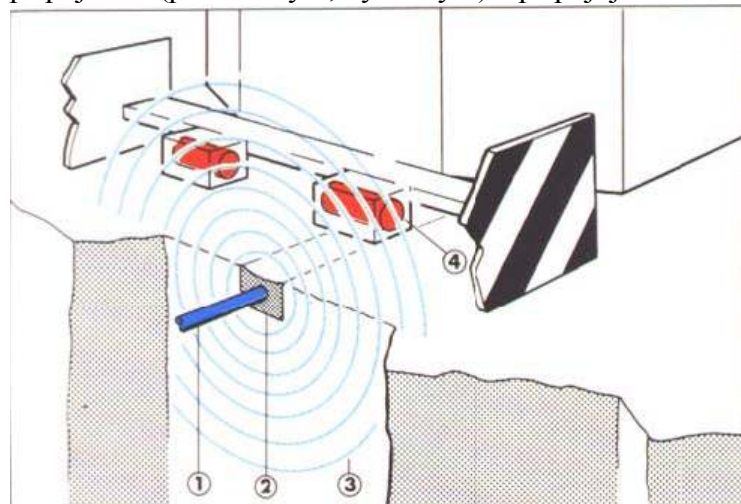
Parametry Fyzikální: Ukotvení na strop, Ramena 950x1050 mm, Hmotnost 140 kg. [8]

3.2. Mobilní roboty pro průmyslové použití

Mobilní roboty pro průmyslové použití v podstatě nejsou. Proto mi dovoluňte abych napsal něco k automatickému dopravnímu vozíku a věnoval se spíše obecným mobilním robotům. Mobilní roboti se nejvíce využívají pro studijní účely a servisní účely.

3.2.1. Automatické dopravní vozíky ADV

Nestacionární roboty mají na rozdíl od stacionárních robotů vybaveny volným, řídicím systémem ovládaným, pojezdem pro plnění úkolů, podle zadaného cíle. Tyto inteligentní roboty se pomocí tohoto volného pojezdu na otočných kolech přemísťují po ploše v pracovním prostoru, ve kterém pak, případně po aretaci na pracovním místě, provádění zadané práce. Každé hnací kolo může mít samostatný pohon, což zjednodušuje udržování a změnu směru pohybu. Prvním stupněm vývoje mobilních robotů byla konstrukce ADP jako mezioperačního manipulačního zařízení, používaných v pružných výrobních soustavách. ADV jsou určeny pro převoz těžkých dílců nebo součástí, nástrojů, výrobních pomůcek. Jejich nevýhodou je pevně určená dráha, kterou tvoří v naprosté většině do podlahy zapuštěný el. Vodič – indukční zařízení ADV. Ve většině případů se vyskytují s kolovým podvozkem. Vozíky mají nosná, řídicí a pohonná kola v různých konfiguracích. Většinou každý výrobce používá vlastní odzkoušené uspořádání. ADV jsou většinou poháněny stejnosměrnými nebo kompaktními motory, impulsně řízené s generátorovou brzdou. Řídicí systém využívá informačních zpětných vazeb o dosažené skutečné poloze a orientaci robotu, generuje řídicí signály pro jeho pohon tak, aby se pohybovalo vymezené dráze požadovanou rychlostí. Trasa pohybu je tvořena jednotlivými úseky dráhy, se zastávkovými programovatelnými body (vodiče v podlaze). ADV jsou napájeny akumulátory které se opětovně nabíjí samočinným připojením (podlahovým, výškovým) a připojují se ručně nebo automaticky. Systém kontroly



[2]

stavu baterie vydává signál, jakmile se kapacita baterie přiblíží ke svému minimálnímu stavu. Tento minimální stav je volen tak aby vozík dokončil svou činnost a ještě se dopravil do nabíjecí stanice. Rychlost se reguluje elektronickými variátory, které porovnávají skutečnou rychlost s programovou a upravují ji v každém okamžiku. V bývalém Československu se výrobou ADV zabýval závod ZTS Martin.

obr. 3.5. způsob řízení ADV. 1) vodič v podlaze, 2) drážka v podlaze, 3) indukované magnetické pole, 4) snímací anténa s cívkou [5]

3.2.2. Vozík pro výzkumné a studijní účely VUTBOT 2

Zatím poslední kolový mobilní robot z ÚVSSR je VUTBOT 2 (2001 - teď) určený pro vnitřní známá nebo částečně známá prostředí, kde se pohybuje a plní převážně úlohu mezioperační dopravy ve vytvořené výrobní soustavě. VUTBOT 2 patří do kategorie experimentálních mobilních robotů univerzitních konstrukcí. Lokomoční ústrojí má dvě hnací kola a dvě řídicí se synchronizovaným natáčením kolem svislé osy. Rám je z duralových profilů díky nimž má potřebnou tuhost a nízkou hmotnost. Ochranné a varovné zóny jsou kontrolovány infračerveným laserovým skenerem v přední části a v zadní části pak infračervenými antikolizními senzory. Jízda do doku je podporována zpracovanou informací z CCD kamery. Náklad se vozí na paletě uchycené na robotu elektromagnety na speciálně odpružené nástavbě. Odpružení kompenzuje nepřesnosti při zajíždění robotu do dokovací stanice. Po úplném "zaparkování" se paleta zafixuje na přesném místě elektromagnety na doku. [6]

Základní technické parametry



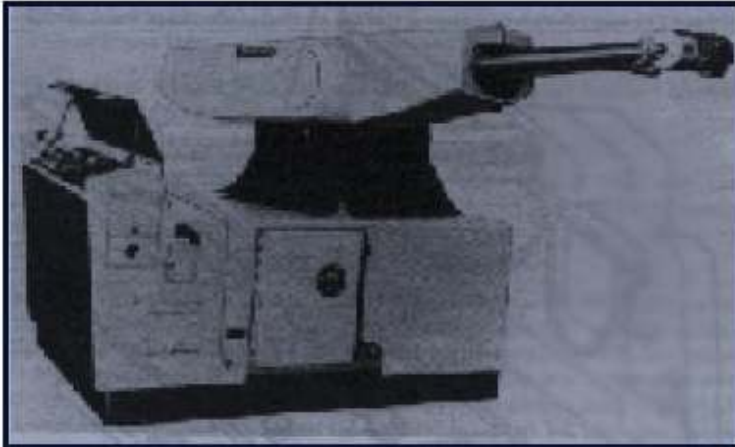
- rychlost pojezdu: min. 0,0025 m/s, max. 1,5 m/s (5,4km/h)
- zrychlení: max. $1\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- celková hmotnost: 350 kg
- hmotnost bez nákladu: 100 kg
- max. výška překážky: 25 mm
- možnost stoupání: max. 10°
- celkové rozměry:
- délka: 1200 mm
- šířka: 750 mm
- výška: 800 mm
- světlost: 75 mm
- min.poloměr zatočení: 850 mm

obr. 3.6. VUTBOT 2

4. Shrnutí minulosti, současnosti a budoucnosti nasazování robotů v průmyslu

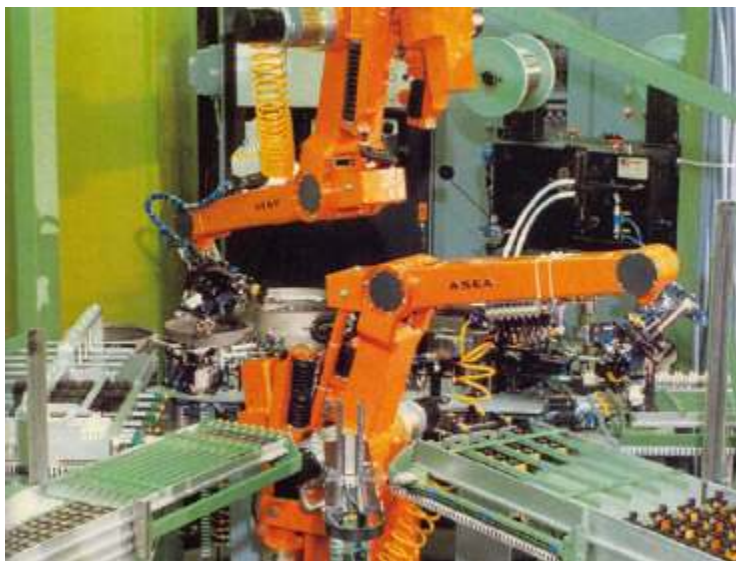
4.1. Historie robotiky

V 20. stol se s rozvojem elektrotechniky začínají objevovat první praktické aplikace, které spadají do oblasti robotiky. Jde o manipulátory s nebezpečným, nebo radioaktivním materiálem (1940-1947). V roce 1949 je zahájen výzkum číslicově řízených strojů, a roku



1961 je dán do provozu první průmyslový robot ULTIMATE u firmy General Motors. Vývoj tohoto robota je spjat se jmény G. Devol, J. Engelberger a univerzitou Columbia univerzity U.S.A. V roce 1964 jsou otevřeny laboratoře umělé inteligence (UI) v Massachusetts Institute of Technology, Stanford Research Institute a v dalších institucích U.S.A. Mají se

obrázky 4.1. průmyslový robot ULTIMATE [4] zabývají mj. využitím UI v robotice. V roce 1968 je postaven na S.R.I. první mobilní robot vybavený viděním. Ve firmě Škoda Auto (dříve AZNP) byl nasazen zřejmě první robot v tehdejší Československu v roce 1974. V roce 1977 dává do prodeje své velmi zdařilé roboty firma ASEA. V roce 1979 jsou na trh uvedeny roboty koncepce Selective Compliant Articulated Robot Arm (SCARA). Průmyslové roboty se stávají běžným prostředkem automatizace manipulačních operací především v automobilovém průmyslu. Průmyslové roboty jsou masivně používány hlavně pro svařování a lakování, nebo pro místa nebezpečná a zdraví škodlivá pro člověka. Po roce 1980 začínají být vybavovány průmyslové roboty počítačovým viděním, čidly hmatu, a dalšími prvky které spadají spíše do UI. V roce 1990 se objevuje první chirurgický robotický



system, pro tzv. minimálně invazivní chirurgii. V roce 1997 je na Marsu vysazen robot Sojourner. Počáteční předstih U.S.A. ve výzkumu a hlavně použití robotů přebralo Japonsko. V ročence OSN roku 2001 se dozvíme následující parametry. 389 000 robotů v Japonsku, 189 000 robotů v evropském společenství a pouhých 90 000 v U.S.A. V roce 1995 jsou založeny mezinárodní organizace Federation of International Robot-soccer Association (FIRA) a Robocup

obrázky 4.2. roboti firmy ASEA [4]

kteří organizují soutěže robotů ve fotbale. Cílem těchto organizací je urychlit vývoj v robotice. Robocup má dokonce ve své preambuli za cíl porazit robo-týmem mistry světa ve fotbale roku 2050. S jinými plány přišla firma Fanuc, která roku 1997 uvedla do provozu „Továrnu bez lidí“. Jde o plně automatizovanou továrnu s napojením na centrální sklad. Tato továrna vyrábí servomotory, měsíční produkce je kolem 50 000 servomotorů. Je však nutno brát na zřetel rozumné zavádění automatizace a investovat pouze tam kde je to vhodné a ekonomické. [4]

4.2. Generace robotů

Podle míry integrace se průmyslové roboty rozdělují do vývojových generací. S přihlédnutím k rozdělení manipulačních zařízení.

1. Generace

Roboty s programovým řízením (programovatelné roboty). Tyto roboty jsou určeny pro vykonávání pevně naprogramovaných postupných operací. Jednoduchost změny programu učinila tyto roboty dostatečně universálními pro různé druhy úkolů. Lze říci že to jsou programovatelné manipulátory s omezením hlavně na pohybové aplikace (zdvihni a umísti). Generace 1,5 jsou vybaveny senzory (udělej a ověř)

2. Generace:

Roboty vybavené vnímáním. Liší se od 1,5 generace především zásadně větším sortimentem a počtem senzorů a to jak vnějších (optika, hmat) tak vnitřních (snímače tlaku, polohy). Dáří i mnohem složitějším zařízením, které se nevyznačuje pouze řízením pohybu robotu, ale potřebuje počítač. Jsou to roboty vybavené systémem „Oko - ruka“. 2,5 generace jsou roboty zabezpečující komplexní „percentuálně-motorické“ (vnímatelně-pohybové) funkce.

3. Generace:

Inteligentní roboti: Principiálně se liší od robotů 2. generace složitostí a objemem řídicího systému, zahrnujícího elementy umělé inteligence. Inteligentní roboty nejsou určeny pouze k imitaci fyzické činnosti člověka, ale i automatizaci jeho intelektuální činnosti. Jejich charakteristickou vlastností je schopnost učení a adaptaci v procesu řešení úloh (kognitivní roboty). Mimo jiné musí mít 3. generace základní inteligenci pro manipulaci se součástkami, zejména při montáži.

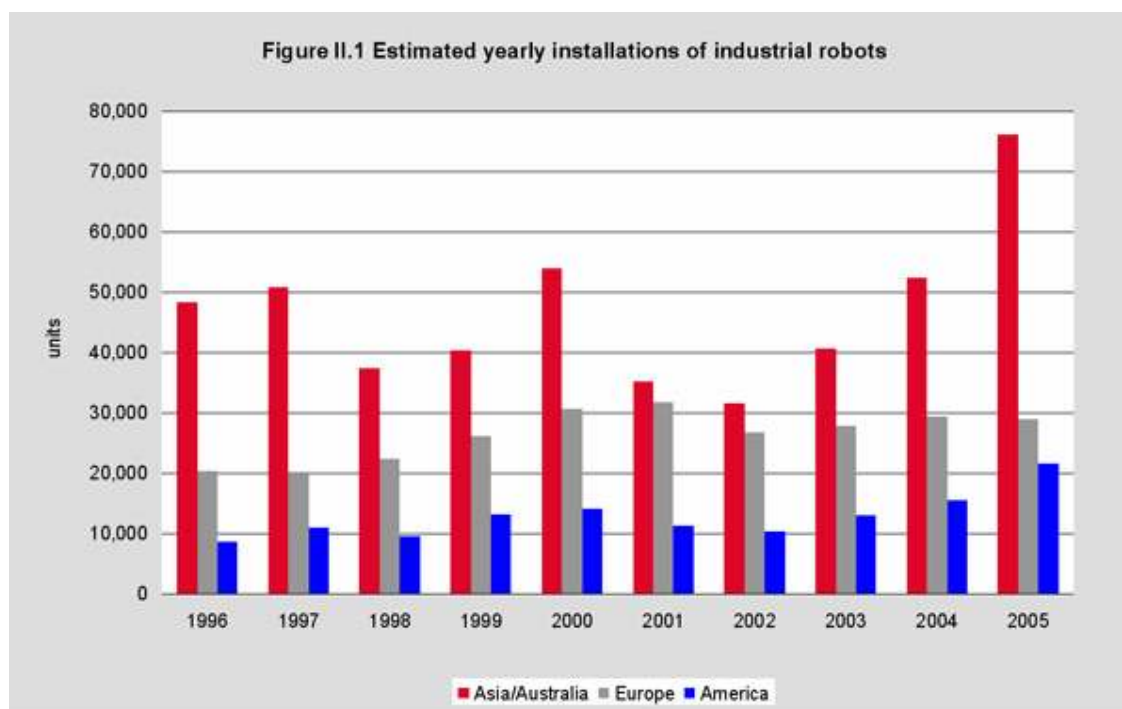
[2]

4.3. Současnost

Trh s průmyslovými roboty v roce 2005

Díky rozvíjejícímu se průmyslu a s modernizací a automatizací výroby neustále roste poptávka i nabídka průmyslových robotů. Z internetového zdroje statistických údajů [7] k roku 2005 se dovídáme, že v tomto roce dosáhl světový trh svého vrcholu. Bylo nově nainstalováno kolem 126 700 průmyslových robotů, což činí nárůst 30% oproti roku 2004. Nejvíce se průmysloví roboti uplatňují v automobilovém a elektrotechnickém průmyslu. Trh s průmyslovými roboty se dělí na tři regiony podle úspěšnosti prodeje a to na Asijské země (včetně Austrálie a Nového Zélandu), Ameriku a Evropu. Asijské země jednoznačně dominují se svými 76 000 nově prodanými roboty celosvětovému žebříčku, druhá je Evropa s 29 000 prodanými roboty a Amerika která Evropu začíná dohánět se svými 22 000 roboty. Na

Asijském trhu bezpečně dominuje Japonsko, druhá je překvapivě Korea a až na třetím místě je Čína. Na Evropském trhu je největší prodej na území východní Evropy, Velké Británie a Francie. Trh však víceméně stagnuje. Amerika vykazuje téměř 40% růst trhu. Převaha automobilového průmyslu na celém světě je jasná, proto je potěšitelný vzrůstající zájem o roboty i jiných odvětví než automobilovém. Například elektronický a elektrotechnický v němž byl zaznamenána téměř 100% zvýšení prodeje. Obecně lze říci že prodejnost ve všech průmyslových odvětví roste. [7]



Graf. 4.1. Počet nainstalovaných robotů v jednotlivých regionech (převzato z [7])

4.4. Budoucnost

Předpokládá se, že světová poptávka po průmyslových robotech se navýší v období let 2007 - 2009 s ročním průměrem kolem 5,6%. Očekává se nárůst ve všech průmyslových odvětvích, především však v rozvojových zemích a tam, kde není trh s roboty ještě tak rozšířen. Největším odběratelem byl, je a nejspíš i zůstane automobilový průmysl. Dodávky průmyslových robotů pro automobilky ještě porostou, ale průmysloví roboti se uplatňují i v jiných odvětvích. Výrazně roste zájem o roboty mezi zákazníky z průmyslu elektrotechnického, potravinářského, z balíren, výroby plastů a chemie. Stejně jako ve všeobecném strojírenství (svařování, slévárenství, obrábění, tváření, montáže, ...). Dá se předpokládat, že nastolený trend bude v nejbližších letech následovat i Česká republika a s průmyslovými roboty se v českých podnicích budeme setkávat stále častěji. Prozatím je nejvíce průmyslových robotů na našem území v automobilce Škoda Auto, a. s. V současnosti se budují nové závody automobilového průmyslu a tak můžeme očekávat, že minimálně v tomto sektoru bude na území České republiky zvýšený zájem po průmyslových robotech. Budoucnost robotů nespočívá však jen v průmyslu. Existují mobilní roboty pro kosmické účely, mobilní roboty pro výzkumné účely v oblasti pohonů, komunikace a senzorů. Produktem robotiky jsou například funkční náhrady lidských končetin tzv. Bioprotézy, nebo exoskeletony, které si člověk obleče a jenž násobí jeho fyzické schopnosti.



5. Závěr

Úkolem této práce bylo zhodnotit a popsat současný stav v průmyslových robotech. To se myslím v celku povedlo. Některé způsoby třídění by jistě šly rozvést ještě detailněji, ale myslím, že není třeba zacházet tak do hloubky. Zjistil jsem že průmyslový mobilní roboti v podstatě nejsou a proto jsem posuzoval mobilní roboty obecně. U typových příkladů jsem nevedl všechny základní, ale myslím že to nebylo úkolem této práce. Byla to zajímavá a poučná práce. Jsem rád, že jsem na ní mohl pracovat.

5.1. Seznam zdrojů:

- [1] Kolíbal Z., Knoflíček R.: Robotické systémy vyšších generací, Studijní opora VUT v Brně 2005
- [2] Kolíbal Z., Knoflíček R.: Morfologická analýza stavby průmyslových robotů, Viena, Košice 2000
- [3] Mostýn V., Skařupa J.: Teorie průmyslových robotů, Viena, Košice 2001
- [4] Šolc F., Žalud L.: Robotika, VUT v Brně FEKT 2002
- [5] Kárník L.: Servisní roboti, VŠ Báňská v Ostravě 2004
- [6] Knoflíček R. a kol.: Současný stav ve vývoji mobilních robotů na UVSSR, Konference ústavů a kateder v Ostravě, Ostrava 2004
- [7] International Federation of Robotics: *2005 World Robot Market* [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.ifr.org/statistics/keyData2005.htm>>
- [8] ABB Ltd., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.abb.com>>
- [9] FANUC robotics Inc., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <www.fanucrobotics.com>
- [10] Automatizace, [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1221>>
- [11] JANOME Industrial Automation System Divizion, [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <http://www.janome.co.jp/industrial/eng/products/gantry_robot/jsg_series/spec.html>
- [12] Motoman Inc., [online], [cit. 2007-5-20], dostupné <<http://www.motoman.com/products/datasheets/HS-HM-Series.pdf>>