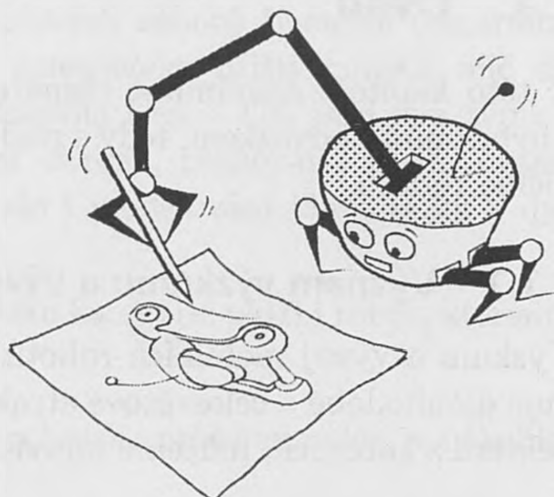


Obsah

1	Mobilní robot s hybridním podvozkem	5
1.1	Úvod	6
1.2	Modelování, simulace a vizualizace	10
1.3	Design a konstrukční návrh	18
1.4	Elektrické pohony	26
1.5	Sensorika a elektronika	29
1.6	Závěr	38
1.7	Jan Rajlich: Skutečný svět	39
1.8	Literatura	41
2	Řízení škrticí klapky osobního automobilu	43
2.1	Co je „elektronická škrticí klapka“?	44
2.2	Škrticí klapka jako zajímavý problém	45
2.3	Současný stav výzkumu v dané oblasti	47
2.4	Model elektromechanické soustavy	48
2.5	Odhad parametrů nelineárního modelu	53
2.6	Nelineární řízení	59
2.7	Závěr	67
2.8	Literatura	71
3	Kinematika kolových mobilních robotů	73
3.1	Úvod	74
3.2	Pohyb robotu	76
3.3	Omezení pohybu	81
3.4	Příklady tvorby kinematických modelů	84
3.5	Závěr	90
3.6	Literatura	91
4	Plánování, lokalizace a mapování v mobilní robotice	93
4.1	Plánování cesty	95
4.2	Lokalizace	100
4.3	Simultánní lokalizace a mapování (SLAM)	107
4.4	Literatura	117
5	Zařízení pro 3D sledování pohybu lidské ruky	121
5.1	Úvod	121
5.2	Dostupné komerční produkty	121
5.3	Matematický základ	124
5.4	Elektronická část	129
5.5	Závěr	134
5.6	Literatura	135
6	Real-Time aplikace v prostředí Matlab/Simulink	137
6.1	Nekývající jeřáb řízený z MS DOSu aneb historická odbočka	138
6.2	Typy problémů	139
6.3	Přehled HW & SW prostředků	142
6.4	Literatura	146

Kapitola 1

Modelování, návrh a design mobilního robotu s hybridním podvozkem

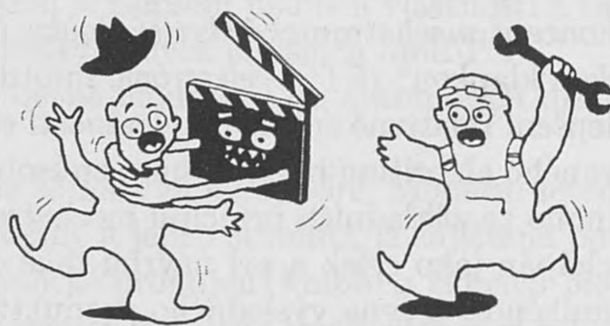


Robert Grepl, Pavel Čoupek, Martin Krejčířik,
Jiří Konvičný, Jiří Radoš, Jan Rajlich

1.1	Úvod	6
1.1.1	Význam výzkumu a vývoje v oblasti mobilních (kráčejících) robotů	6
1.1.2	Cíle projektu mobilního robotu s hybridním podvozkem	7
1.1.3	Příklady současných konstrukcí mobilních robotů s hybridním podvozkem	8
1.2	Modelování, simulace a vizualizace	10
1.2.1	Kinematika v SimMechanics	11
1.2.2	Kinematický model pomocí homogenních transformací a DLS	13
1.2.3	Modelování jednostranné vazby	15
1.3	Design a konstrukční návrh	18
1.3.1	Možnosti technologie Rapid Prototyping	18
1.3.2	Design a konstrukce mobilního robotu	19
1.3.3	Využití 3D CAD aplikací	23
1.3.4	Obecné zásady návrhu složitých skořepin v aplikaci Rhinoceros	23
1.3.5	Úprava dílů a tvorba skořepiny v aplikaci SolidWorks	25
1.4	Elektrické pohony	26
1.4.1	Volba servopohonů	26
1.4.2	Volba motorů pro pojezd	27
1.5	Sensorika a elektronika	29
1.5.1	Použité sensory	29
1.5.2	Distribuovaná struktura řízení	30
1.5.3	Mikrokontroléry ARM	30
1.5.4	Sběrnice CAN	33
1.5.5	Využití sběrnice HMI pro řízení robotických serv firmy Hitec	37
1.6	Závěr	38
1.7	Jan Rajlich: Skutečný svět	39
1.8	Literatura	41

Kapitola 2

Řízení škrticí klapky osobního automobilu

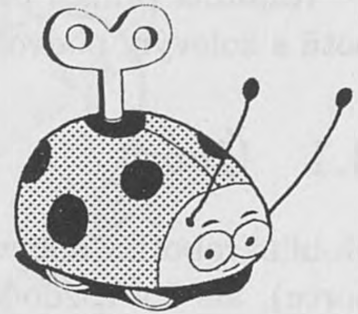


Robert Grepl

2.1	Co je „elektronická škrticí klapka“?	44
2.2	Škrticí klapka jako zajímavý problém	45
2.2.1	Proč nelze soustavu se suchým třením řídit PID regulátorem?	46
2.3	Současný stav výzkumu v dané oblasti	47
2.4	Model elektromechanické soustavy	48
2.4.1	Mechanická rovnice	48
2.4.2	Statický model DC motoru	49
2.4.3	Viskózní tření (tlumení) a nelineární charakteristika pružiny	50
2.4.4	Modely tření	50
2.5	Odhad parametrů nelineárního modelu	53
2.5.1	Popis použitého experimentálního zařízení	53
2.5.2	Statická charakteristika (experiment v otevřené smyčce)	54
2.5.3	Experimenty uzavřené smyčce	55
2.6	Nelineární řízení	59
2.6.1	Multikriteriální hodnocení kvality regulátoru	59
2.6.2	Nelineární regulátory	61
2.6.3	Implementační detaily	64
2.6.4	Výsledky experimentů	67
2.7	Závěr	67
2.8	Literatura	71

Kapitola 3

Kinematika kolových mobilních robotů



Jakub Hrabec, František Šolc

3.1 Úvod	74
3.1.1 Kinematický vs. dynamický model	74
3.1.2 Předpoklady pro tvorbu a použití kinematického modelu	76
3.2 Pohyb robotu	76
3.2.1 Referenční bod	76
3.2.2 Stav robotu	77
3.2.3 Souřadnicové systémy	78
3.2.4 Homogenní transformace	79
3.2.5 Klasifikace typů kol	80
3.2.6 Stupně volnosti	81
3.3 Omezení pohybu	81
3.3.1 Klasifikace omezení	82
3.3.2 Tvar omezení	82
3.3.3 Rozlišení omezení a systémů s omezeními	83
3.4 Příklady tvorby kinematických modelů	84
3.4.1 Tvorba kinematického modelu obecně	85
3.4.2 Kinematické zjednodušení	86
3.4.3 Příklad č. 1 – diferenciálně řízený podvozek	87
3.4.4 Příklad č. 2 – automobil	88
3.4.5 Rozšíření modelu pomocí integrátorů	90
3.5 Závěr	90
3.6 Literatura	91

Kapitola 4

Plánování, lokalizace a mapování v mobilní robotice



Jiří Krejsa, Stanislav Věchet

4.1	Plánování cesty	95
4.2	Lokalizace	100
4.2.1	Lokalizace metodou přepočítaných skenů PCSM	103
4.3	Simultánní lokalizace a mapování (SLAM)	107
4.3.1	SLAM založený na potenciálových polích	113
4.3.2	Tvorba mapy prostředí	116
4.4	Literatura	117

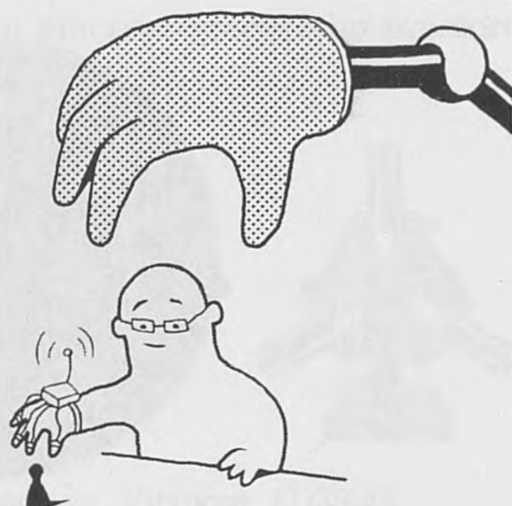
Mobilní robotika je oblast, ve které narazíme na celou řadu problémů k řešení. Již jen robota navrhnout, postavit a oživit je úloha kombinující mechaniku, elektroniku, kinematiku, dynamiku, počítačové vědy, atd. Oblast je to velmi široká a proto se zaměříme pouze na vybrané problémy týkající se vyšší úrovně řízení. Budeme tedy předpokládat, že mobilního robota máme, že funguje, že když mu dáme příkaz *popo-jeď kousek dopředu*, tak jej bez odmlouvání splní (což nemusí být tak samozřejmé, jak by se na první pohled zdálo). Následující řádky se zabývají problémy vyšší úrovně řízení, především navigace a lokalizace a můžeme je rozdělit na tři konkrétní úlohy podle toho, jaké informace máme k dispozici:

1. Máme k dispozici mapu prostředí, místo startu a cíle, a úlohou je najít cestu od startu do cíle. Tyto úlohy se označují jako plánování či hledání cesty.
2. Máme k dispozici mapu prostředí, ale nevíme, kde se robot nachází a rádi bychom to zjistili, například proto, abychom mohli využít některou z metod hledání cesty a dobrali se nakonec cíle. Této úloze se říká lokalizace.
3. K dispozici nemáme nic. Robot někde stojí a není známo kde je a jak to tam vypadá. Tato úloha se označuje jako simultánní lokalizace a mapování.

Kapitola 5

Zařízení pro 3D sledování pohybu lidské ruky

Milan Bezdíček



5.1	Úvod	121
5.2	Dostupné komerční produkty	121
5.3	Matematický základ	124
5.4	Elektronická část	129
5.5	Závěr	134
5.6	Literatura	135

5.1 Úvod

Lidská ruka je nejohravnější částí těla a je přirozeným nástrojem pro manipulaci, manévrování a interakci s okolím. Může sloužit jako akční člen a stejně tak zprostředkovávat senzorní funkce. Včetně zápěstí má 27 stupňů volnosti (DOF). Zcela přirozeně existuje celá řada aplikací, kde je třeba digitalizovat pohyb lidské ruky a přenášet do počítače, ať se jedná o oblast virtuální reality (VR) nebo řízení robotu. Cílem je, aby zařízení pro sledování pohybu ruky poskytovalo komplexní informaci o polohách konečků prstů, neomezovalo pohyb a schopnost uchopování, bylo pohodlným a časově stabilním.

Nejprve se podíváme na některé komerčně dostupné systémy pro sledování pohybu a poté představíme vyvinuté zařízení pracující na principu vazby AC magnetického pole.

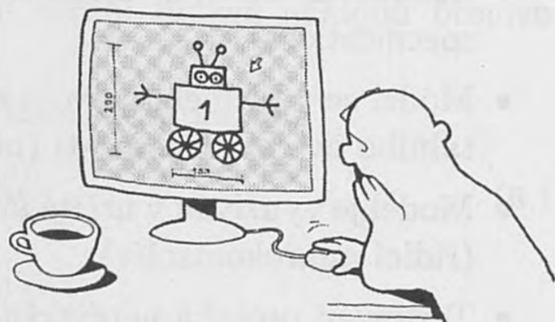
5.2 Dostupné komerční produkty

Sledovací/záznamové zařízení aktuálně dostupná na trhu využívají různé fyzikální principy, jejich zastoupení mezi spotřebiteli ukazuje obrázek 5.1.

K nejrozšířenějším patří sledovací zařízení založená na principu magnetické vazby (obrázek 5.2). Tyto přístroje nabízejí dobrý poměr mezi dostupností a parametry

Kapitola 6

Real-Time aplikace v prostředí Matlab/Simulink



Robert Grepl

6.1	Nekývající jeřáb řízený z MS DOSu aneb historická odbočka .	138
6.2	Typy problémů	139
6.2.1	Rapid Control Prototyping (RCP)	140
6.2.2	Hardware In the Loop (HIL)	140
6.2.3	SIL a PIL	142
6.3	Přehled HW & SW prostředků	142
6.3.1	Real-Time Toolbox (RTT)	142
6.3.2	Real-Time Windows Target (RTWT)	143
6.3.3	xPC Target	143
6.3.4	dSPACE	144
6.3.5	Embedded Target	144
6.3.6	Generování C kódu ze Simulinku	145
6.4	Literatura	146

Při moderním navrhování mechatronických výrobků se ve stále větší míře využívá počítačového modelování a simulace. Předpokládáme, že náklady na stavbu reálného prototypu by byly výrazně vyšší, než náklady na vývoj adekvátní počítačové simulace (virtuálního prototypu). Motivací je pochopitelně snaha o snižování vývojových nákladů a zkrácení inovačních cyklů. Volíme proto strategii celého procesu návrhu výrobku tak, že maximum konstrukčních, ověřovacích a implementačních činností provádíme na počítači. Celá tato oblast se velice dynamicky rozvíjí a to včetně odborné terminologie a přesného vymezení jednotlivých kroků návrhu¹.

Metodiku či filosofii návrhu nazvanou Model Based Design (MBD) můžeme charakterizovat takto:

- Klíčové je použití modelu (množiny modelů) v průběhu celého vývojového procesu. Stejný model využívá celý vývojový tým.

¹Příkladem je význam pojmu HIL (Hardware In the Loop), který je často chápán různě a někdy zahrnuje i RCP (Rapid Control Prototyping).