

PODROBNÝ OBSAH

O knize	8
Úvod	11
1 BASCOM-8051	19
1.1 Omezení kompilátoru	23
1.2 Postup tvorby programu v BASCOM-8051	25
2 Pohonný subsystém robotu	27
2.1 Stejnoseměrný motor	28
2.1.1 Princip činnosti	29
2.1.2 Charakteristiky	33
2.1.3 Budicí obvody stejnosměrného motoru	36
2.2 Krokový motor	41
2.2.1 Krokový motor s pasivním rotorem	41
2.2.2 Hybridní krokový motor	42
2.2.3 Lineární krokový motor	47
2.2.4 Základní charakteristiky krokových motorů	48
Statická momentová charakteristika krokového motoru	48
Momentová charakteristika krokového motoru	50
Rezonance a nestabilita	50
2.2.5 Způsoby řízení krokových motorů	51
Čtyřtaktní řízení s magnetizací jedné fáze	51
Čtyřtaktní řízení s magnetizací dvou fází	52
Osmitaktní řízení	54
Mikrokrokování	55
Řízení KM se sníženou energetickou náročností	57
2.2.6 Budicí obvody krokového motoru – srovnání typů	58
Buzení z napěťového zdroje	58
Buzení vnuceným proudem	60
Pulzní proudový zdroj–chopper	60
Budicí obvody krokového motoru pro režim mikrokrokování	63

2.2.7	Vícefázové krokové motory	65
2.2.8	Integrované obvody pro ovládání krokových motorů	66
2.2.9	Určení krokovacích intervalů	69
	Lineární rychlostní charakteristika	70
	Lineární akcelerace	72
	Dosažení provozní rychlosti v daném kroku	75
	Lineární deakcelerace	79
2.3	Dimenzování motoru	79
2.4	Servo	89
2.4.1	Řízení serva	91
3	Senzorický subsystém mobilního robota	97
3.1	Interní senzory	99
3.1.1	Senzory natočení	99
	Inkrementální senzor	100
	Dekódování kvadrurního signálu	102
	Počítačová myš	108
	Absolutní senzor	111
3.1.2	Otáčkoměry	112
3.2	Externí senzory	112
3.2.1	Taktilní senzor	112
3.2.2	Infračervený detektor překážek	115
	Popis činnosti	116
	Zjištění vzdálenosti k překážce	118
	Realizace	120
3.2.3	GP2D02	125
3.2.4	Sonary	128
	Sonar SRF04	131
	Sonar SRF08	138
3.2.5	Kompas CMPS01	144
3.2.6	Modul a senzor pro sledování čáry	148
4	Řídicí subsystém	151
4.1	Řídicí systém s PC	152
4.2	Koncepce řídicího systému	155

4.3	Řídicí systém s mikrokontrolérem	156
4.3.1	Atmel AT89C2051	160
	Komunikace	161
	Rozhraní RS485	163
5	Navigace mobilního robotu	169
5.1	Globální navigační systémy	170
5.1.1	Relativní navigace	171
	Odometrie	171
	Inertní navigace	174
5.1.2	Absolutní navigace	175
6	Neuronové sítě v robotice	177
6.1	Neuronové sítě	179
6.1.1	Použití neuronových sítí	179
6.1.2	Základní model neuronu	180
6.1.3	Hebbovo učení	182
6.1.4	Robot sledující cíl a vyhýbající se překážkám	192
6.2	Vícevrstvé sítě	196
6.2.1	Metoda Backpropagation (BPG)	197
6.3	Kohonenova síť'	199
	Kohonenovy samoorganizační mapy	201
	Kohonenovy samoorganizační mapy – algoritmus LVQ	203
6.4	Aplikace neuronové sítě při řízení MR	205
6.4.1	Robot řízený asociativní pamětí	205
6.4.2	Využití Kohonenovy mapy při navigaci robotu	209
7	Napájení	213
8	Příklady konstrukcí mobilního robotu	217
8.1	Všesměrový MR	218
8.1.1	Pohybový subsystém robotu	218
8.1.2	Senzorický subsystém robotu	220
8.1.3	Řídicí systém VMR	221

8.2	Šestinohý kráčejíci robot	228
8.2.1	Řídicí subsystém	230
8.2.2	Pohybový subsystém	230
8.2.3	Chůze	231
8.2.4	Senzorický subsystém	233
9	Závěr	235
	Literatura a odkazy	236
	Knihy nakladatelství BEN – technická literatura	243
	Kontakty na prodejny technické literatury	249
	Pár slov o nakladatelství	250

O KNIZE

Cílem této publikace je poskytnout základní informace potřebné k návrhu, sestavení a oživení základních subsystémů mobilního robotu [dále také MR] na kolovém, případně pásovém a kráčejícím podvozku pro výukové a experimentální účely včetně aplikování základního autonomního chování. Ambicí knihy je také dát inspiraci pro experimentální činnost v oblastech mobilní robotiky.

Výběr, skladba a rozsah jednotlivých kapitol byl volen s ohledem na uvedení základních informací potřebných pro návrh a konstrukci pohonného, senzorského a řídicího subsystému mobilního robotu pro edukační a experimentální účely. Pozornost je také věnována aplikování jednoduchých neuronových sítí v oblasti autonomního chování. V textu lze též nalézt řadu odvolání na jiné zdroje zabývající se danou problematikou.

První kapitola je věnována stručnému popisu základních vlastností a omezení kompilátoru jazyka BASIC, který je součástí vývojového prostředí BASCOM-8051. Jedná se o překladač pro mikrokontroléry s jádrem x51/52, softwarový simulátor a debugger. V tomto jazyku je napsána a odladěna většina programů v této publikaci. Rovněž je zde vysvětlen důvod jeho použití včetně uvedení jiných alternativ.

Jednou z nosných kapitol je kapitola druhá – pohonný subsystém robotu. Jsou zde popsány principy činnosti, základní vlastnosti, charakteristiky, způsoby řízení a napájení malých stejnosměrných a krokových motorů připadajících v úvahu jako součást pohonu MR. Na praktickém příkladu je zde demonstrován možný postup výběru vhodného stejnosměrného nebo krokového motoru jako pohonu. V závěru kapitoly je též popsáno použití serva jako dostupné alternativy pohonu.

Kapitola „Senzorický subsystém“ jak už název napovídá, je věnována popisu a použití základních vnitřních a vnějších senzorů MR. Důraz je kladen na inkrementální senzory a dekodování jejich signálu a na senzory navigační. Ty jsou uvedeny počínaje těmi nejjednoduššími – taktilními, přes IR senzory (včetně konstrukce), sonary, digitální kompas a další. Pro zmiňované senzory jsou v textu také okomentované zdrojové texty obslužných programů.

Následující kapitola uvádí možné typy řídicích systémů postavených na PC, mikropočítačích a mikrokontrolérech. Jedná se o typy, které přicházejí v úvahu jako řídicí systém MR. Vzhledem k tomu, že v řadě zde popisovaných konstrukcí je použit mikrokontrolér ATMEL 89C2051, je zde také stručně popsán, včetně komunikačních rozhraní RS232 a RS485 a principu víceprocesorové komunikace.

Základní principy navigace mobilních robotů jako je globální a lokální navigace (včetně odometrie) jsou přehledově zmíněny ve stejnojmenné kapitole.

Pro aplikování umělé inteligence v řízení mobilních robotů je možné použít celé řady principů. V této knize jsou pro tento účel použity neuronové sítě. Jejich úvodní popis, popis základních struktur a jejich učení je obsahem kapitoly Neuronové sítě. Zmíněny jsou vícevrstvé sítě, lineární asociátor a Kohonenovy mapy. V závěru kapitoly jsou uve-

deny praktické aplikace neuronových sítí při autonomním řízení a navigaci mobilních robotů s využitím sensorického subsystému postaveném na senzorech popsaných v kapitole Sensorický subsystém.

Problematice napájení mobilních robotů – akumulátorům, je věnována následující krátká kapitola.

V závěrečné kapitole jsou stručně popsány dvě konstrukce mobilních robotů – tříkolového se všesměrovými koly a krácejícího šestinohého. Subsystémy těchto robotů jsou až na výjimky postaveny na modulech a prvcích popsaných v předchozích kapitolách.