

Obsah

1	Diskrétní Fourierova transformace	5
1.1	Cyklická konvoluce	6
1.2	Určení lineární konvoluce	7
1.2.1	Lineární konvoluce signálů konečné délky	9
1.2.2	Lineární konvoluce se signálem nekonečné délky	11
1.3	Fourierova analýza signálů užitím DFT	11
1.3.1	Analýza sinusových signálů	13
1.4	Fourierova analýza nestacionárních signálů	18
1.4.1	Analýza řečových signálů	20
1.5	Algoritmy výpočtu DFT	23
1.5.1	Čtyřbodová rychlá Fourierova transformace	23
1.5.2	Osmibodová rychlá Fourierova transformace	25
1.6	Některé speciální aplikace DFT	27
1.6.1	Impulsní odezva vypočtená Fourierovou diskrétní transformací	27
1.7	Diagonalizace Fourierovou maticí	29
2	Návrh číslicových filtrů IIR	31
2.0.1	Parametry Butterworthova filtru	32
2.1	Metoda impulsní invariance	33
2.1.1	Transformace pólů a nul	34
2.1.2	Frekvenční odezva	35
2.2	Bilineární transformace	39
2.2.1	Návrh filtru horní propusti	43
2.2.2	Návrh filtru pásmové propusti	46
2.2.3	Návrh pásmové zádrže	47
2.3	Návrh Besselova filtru	49
2.4	Aproximace $H(z)$ metodou nejmenších čtverců	51
2.5	Použití MATLABu k reprezentaci číslicových filtrů	56
2.6	Návrh filtrů IIR	58
2.6.1	Specifikace filtru	58
2.6.2	Návrh filtru IIR pomocí analogového prototypu	58
2.6.3	Stanovení řádu filtru IIR	60
2.6.4	Návrh analogového prototypu	61
2.6.5	Lineární transformace systému	61
2.6.6	Frekvenční transformace	62
2.6.7	Bilineární transformace	63

2.6.8	Přímý návrh filtru IIR	64
2.7	Analýza obvodů	64
2.7.1	Výpočet přenosové funkce ze struktury obvodů	64
2.7.2	Určení přenosové funkce maticovým počtem	66
2.7.3	Analýza přenosové funkce pomocí MATLABu	67
3	Filtry s konečnou impulsní odezvou	68
3.1	Obecné vlastnosti	68
3.2	Zásady návrhu filtrů FIR	69
3.3	Návrh filtrů FIR	70
3.3.1	Metoda frekvenčního vzorkování	72
3.3.2	Stanovení řádu filtru FIR	75
3.3.3	Návrh koeficientů filtru dolní propusti	76
3.3.4	Návrh koeficientů filtru horní propusti	78
3.3.5	Návrh koeficientů filtru pásmové propusti	79
3.3.6	Určení přenosové funkce pásmové zádrže filtru FIR	80
3.3.7	Návrh diferenciátoru	82
3.3.8	Návrh filtru FIR s různými typy oken	82
3.4	Návrh filtrů FIR pomocí MATLABu	84
3.4.1	Návrh filtrů FIR příkazem <code>fir1</code>	86
3.4.2	Návrh filtru FIR příkazem <code>fir2</code>	89
3.4.3	Návrh filtru FIR metodou Parkse-McClellana	89
3.5	Porovnání filtrů FIR a IIR	90
4	Některé speciální filtry	93
4.1	Stavový popis filtrů	93
4.1.1	Stavové matice 2. kanonické struktury	93
4.1.2	Stavové matice 1. kanonické struktury	95
4.1.3	Stavové matice paralelní struktury	95
4.1.4	Výpočet stavových matic a impulsní odezvy obvodu	96
4.1.5	Výpočet impulsní odezvy ze stavových matic paralelní struktury	97
4.1.6	Určení stavových rovnic paralelní struktury	98
4.1.7	Výpočet průběhů napětí v analogovém obvodu pomocí stavové proměnné	99
4.2	Filtry s přepínanými kapacitami	100
4.2.1	SC bikvadr druhého stupně	100
4.2.2	Analýza obvodu s kapacitami	105
4.3	Dvoudimenzionální číslicové filtry	114
4.3.1	Návrh filtru dolní propusti	115
4.3.2	Analýza dvoudimenzionálního číslicového filtru	118
4.3.3	Návrh symetrické dolní propusti	119
4.3.4	Návrh symetrické horní propusti	120
4.3.5	Návrh pásmové zádrže	121
4.3.6	Návrh pásmové propusti	122
4.3.7	Realizace dvoudimenzionální přenosové funkce	122
4.3.8	Realizace přenosové funkce rozšiřováním matice	126

5	Konečná délka slova v číslicových systémech	128
5.1	Vznik limitních cyklů v číslicových filtrech	129
5.1.1	Limitní cykly v rekurzivních číslicových filtrech	129
5.1.2	Rekurzivní filtr druhého řádu	132
5.1.3	Určení mezi limitního cyklu	134
5.2	Přetečení výsledků	135
5.2.1	Analýza filtru druhého řádu	136
6	Technická realizace algoritmů DSP	140
6.1	Problémy spojené s technickou realizací	140
6.2	Volba systému pro číslicové zpracování signálů	140
6.2.1	Zásady implementace zvoleného algoritmu	141
6.3	Technické prostředky pro DSP	141
6.4	Signálové procesory	141
6.5	Implementace algoritmů DSP signálovým procesorem	142
6.5.1	Realizace filtru FIR	142
6.5.2	Realizace filtru IIR	150
6.5.3	Vývojové prostředky	163
6.6	Signálové procesory TMS320C3x	165
6.6.1	Základní vlastnosti TMS320C30	165
7	Dodatek - MATLAB	182
7.1	Základní popis MATLABu	182
7.1.1	Některé obecné vlastnosti	182
7.1.2	Spuštění MATLABu	183
7.2	Způsoby zadávání matic	183
7.2.1	Prvky matice	184
7.3	Příkazy a proměnné	185
7.3.1	Informace o pracovní paměti	186
7.3.2	Čísla a aritmetické výrazy	187
7.3.3	Komplexní čísla a matice	187
7.3.4	Výstupní formát	188
7.3.5	Funkce HELP	189
7.3.6	Ukončení činnosti	189
7.3.7	Funkce	190
7.4	Maticové operace	190
7.4.1	Transpozice matice	190
7.4.2	Součet a rozdíl	191
7.4.3	Násobení matic	192
7.4.4	Dělení matic	192
7.4.5	Umocňování matic	193
7.4.6	Elementární a speciální maticové funkce	193
7.5	Operace s poli	194
7.5.1	Násobení a dělení	194
7.5.2	Mocnina prvků pole	195
7.5.3	Relační operace	195

7.5.4	Logické operace	196
7.5.5	Elementární matematické funkce	197
7.6	Manipulace s vektory a maticemi	199
7.6.1	Generování vektorů	199
7.6.2	Indexování prvků	200
7.7	Některé speciální matice	201
7.8	Analýza dat	202
7.8.1	Import a export dat	202
7.8.2	Příkazy pro analýzu dat	203
7.9	Grafické funkce	204
7.9.1	x-y graf	205
7.9.2	Vícečárové grafy	206
7.9.3	Typy čar v grafech	206
7.9.4	Třírozměrné grafy	207
7.9.5	Řízení obrazovky	208
7.9.6	Tisk grafu	209
7.10	Řízení výpočtů	209
7.11	M-soubory	211
7.11.1	Soubory script	211
7.11.2	Funkce	212
7.11.3	Další užitečné příklady	213
7.12	Polynomy a zpracování signálů	214
7.12.1	Polynomy	214
7.13	MEX soubory	216