

Obsah

1	Základní veličiny a pojmy	1
1.1	Základní transformační vztahy	2
1.1.1	z-transformace	2
1.1.2	Fourierova transformace	4
1.2	Základní číselné charakteristiky signálů	6
1.3	Charakteristiky popisující vazby mezi vzorky signálu	8
1.3.1	Autokorelační funkce	9
1.3.2	Spektrální charakteristiky deterministických signálů	10
1.3.3	Spektrální charakteristiky náhodných signálů	11
2	Analýza filtrů druhého řádu	13
2.1	Vztah koeficientů polynomu a jeho kořenů	13
2.2	Normovaná frekvence	17
2.3	Tvarování amplitudové frekvenční charakteristiky pro komplexně sdružené póly filtru 2. řádu	17
2.4	Šířka pásma	20
2.5	Vztah přenosové funkce a impulzové odezvy filtru 2. řádu	24
2.5.1	Použití reziduové věty pro stanovení impulzové odezvy	24
2.5.2	Časová konstanta impulzové odezvy	26
2.6	Příklady filtrů 2. řádu	26
2.6.1	Pásmová propust	26
2.6.2	Normování přenosu	37
2.6.3	Pásmová zádrž	39
2.6.4	Filtry pro tvarování spektra signálů	43
2.6.5	Vztah mezi rezonátory a vrubovými filtry	47
3	Rekurentní realizace FIR filtrů	50
3.1	Analýza filtru klouzavých průměrů	50
3.2	Rekurentní realizace filtru klouzavých průměrů	56
3.3	Zobecnění rekurentní realizace	57
3.3.1	Lynnovy filtry	57
3.3.2	Filtry s frekvenčním vzorkováním	58
3.4	Decimátor	59
4	Rekurentní realizace DFT - Goertzelův algoritmus	64
4.1	Odvození Goertzelova algoritmu	66
4.1.1	Realizace komplexního rezonátoru	71
4.1.2	Výsledná struktura Goertzelova algoritmu	73
4.1.3	Shrnutí	74
4.1.4	Výpočetní a paměťové nároky	75
4.2	Interpretace Goertzelova algoritmu pomocí filtrace	76

4.2.1	Komplexní rezonátor	76
4.2.2	Zkrácená impulzová odezva	77
4.2.3	Detekce tónu	79
5	Analýza výkonu signálu a její použití	81
5.1	Výkon a energie signálu konečné délky	81
5.2	Blokové a průběžné odhady výkonu nestacionárního signálu	82
5.2.1	Blokový odhad - klouzavé průměrování	83
5.2.2	Průběžný odhad - exponenciální zapomínání	84
5.2.3	Srovnání blokového a průběžného odhadu	85
5.3	SNR - odstup signálu od šumu	89
5.3.1	Vlastnosti SNR	89
5.3.2	Směs signálu a šumu v požadovaném poměru	90
5.3.3	Metody odhadu SNR s referenčním signálem	91
5.3.4	Odhad SNR bez referenčního signálu	92
5.3.5	Příklady aplikace kritérií na bázi SNR	93
5.3.6	SNR řečového signálu	94
6	Aplikace krátkodobé Fourierovy transformace	98
6.1	Číslicová filtrace v kmitočtové oblasti	98
6.2	Váhovací okna při výpočtu DFT	100
6.3	Vyhlazené spektrální odhady	103
6.3.1	Welchova metoda	105
6.3.2	Bartlettova metoda	107
6.4	Vztah DFT a banky filtrů	108
6.4.1	Krátkodobá Fourierova transformace	108
6.5	Metoda sčítání přesahů	111
6.5.1	Základní popis metody	111
6.5.2	Implementace v MATLABu	117
7	Parametrické modelování - generování signálů	119
7.1	Motivace a typy úloh	119
7.2	Přístupy k modelování a typy buzení	120
7.3	Deterministický popis modelování	121
7.3.1	Časová oblast	122
7.3.2	Spektrální oblast - autospektra	122
7.3.3	Korelační oblast - autokorelace	123
7.3.4	Vzájemná spektra a korelace	124
7.4	Statistický popis modelování	125
7.4.1	Časová oblast	125
7.4.2	Spektrální oblast	125
7.4.3	Korelační oblast	127
7.5	Typy procesů	127
7.6	Vztah mezi charakteristikami a průběhem modelovaného signálu	129
7.7	Vybrané příklady generování signálů	130
7.7.1	Model generování řeči	131
7.7.2	Jednoduché náhodné procesy	133

8	Výpočet parametrů AR modelu	139
8.1	Autoregresní model signálu	139
8.1.1	Lineární predikce a chybový signál	139
8.1.2	Obecný postup určení parametrů AR modelu	140
8.1.3	Výkon chyby predikce	140
8.2	Autokorelační metoda	140
8.2.1	Odvození normálních rovnic pro model 2. řádu	141
8.2.2	Výkon chyby predikce	143
8.2.3	Model p -tého řádu, Yuleovy-Walkerovy rovnice	144
8.3	Analyzující a syntetizující filtr	145
8.3.1	Dekorelace signálu	146
8.3.2	Syntéza signálu	147
8.4	LPC spektrální analýza	148
8.4.1	Frekvenční charakteristiky AR modelu	148
8.4.2	Odhad spektrální výkonové hustoty	148
8.5	Příklad modelování řečového signálu	150
8.6	Kovarianční metoda	152
8.7	Maticové reprezentace normálních rovnic	155
8.8	Srovnání autokorelační a kovarianční metody	159
8.9	Definice znaménka u lineární predikce	164
9	Rychlé algoritmy a křížové struktury v AR modelu	166
9.1	Chyba dopředné a zpětné predikce, křížová struktura	166
9.2	Levinsonova rekurze	168
9.2.1	Přímá Levinsonova rekurze	168
9.2.2	Zpětná Levinsonova rekurze	170
9.2.3	Implementace v MATLABu	170
9.3	Levinsonův-Durbinův algoritmus	171
9.4	Itakurův algoritmus	173
9.5	Burgův algoritmus	174
9.6	Algoritmus dopředné chyby	175
10	Kepstrální analýza a dekonvoluce signálů	176
10.1	Základní typy úloh kepstrální analýzy	177
10.1.1	Úloha 1	179
10.1.2	Kepstrum signálu s neminimální fází	183
10.1.3	Úloha 2	185
10.2	Rekonstrukce složek	188
10.3	Typy kepster a jejich vztah ke korelaci	190
10.4	Rychlost ubývání kepstra	192
10.5	Výpočet kepstra	195
10.5.1	Výpočet kepstra z nulových bodů obrazu signálu	195
10.5.2	Výpočet pomocí DFT	195
10.5.3	Rekurentní výpočet reálného kepstra	196
10.5.4	Kepstrální vzdálenost	200
11	Potlačování vlivu šumu a rušivých signálů	201
11.1	Analýza signálů v šumu	201
11.1.1	Aditivní bílý šum	202
11.1.2	Nekorelovaný aditivní barevný šum	202
11.2	Metoda kumuláčnických součtů	203
11.2.1	Ideální model kumuláčnické metody	203

11.2.2	Zobecněná kumulační metoda pro více kanálů	205
11.2.3	Reálné limity kumulační metody	205
11.3	Kompenzační metoda	209
11.4	Potlačování rušivých signálů ve frekvenční oblasti	210
11.4.1	Úprava amplitudového spektra - spektrální váhování	210
11.4.2	Spektrální odečítání	212
11.4.3	Adaptivní Wienerova filtrace	215
11.4.4	Filtrace prahováním ve frekvenční oblasti	217
12	Realizace neceločíselného zpoždění	220
13	PCA	225
13.1	Odvození PCA	228
13.2	Separace signálů	232
13.3	Příklad komprese signálu	233
13.4	Vztah PCA a FFT	242
A	Jemný úvod do lineární algebry	243
B	Hlavní komponenty periodického diskrétního signálu	245
C	Realizace zpoždění pro bílý stacionární gausovský proces	248
	Literatura	250
	Rejstřík	255