

OBSAH:

Předmluva	11
1. Charakteristika a klasifikace 1D a 2D diskretních signálů	13
1.1. Jednorozměrné diskretní signály	13
1.1.1. Repräsentace jednorozměrných diskretních signálů	13
1.1.2. Rozdíly ve zpracování diskretního a číslicového signálu	17
1.2. Dvojměrné diskretní signály	18
1.3. Fourierovské reprezentace signálu	21
1.3.1. Fourierova řada a Fourierova transformace	21
1.3.2. Fourierova transformace diskretního signálu	22
1.3.3. Diskretní Fourierova řada a diskretní Fourierova transformace	23
1.3.4. Rychlá Fourierova transformace	25
1.4. Diskretní kosinová transformace	27
1.4.1. Vytvoření sudé periodické posloupnosti z jednorázové posloupnosti	27
1.4.2. Definice jednorozměrné diskretní kosinové transformace DCT-II	28
1.4.3. Souvislosti mezi transformacemi DCT-II a DFT	28
1.4.4. Dvojměrná diskretní kosinová transformace DCT-II	31
2. Charakteristika a klasifikace 1D a 2D diskretních systémů	32
2.1. Jednorozměrné diskretní systémy	32
2.1.1. Základní dělení jednorozměrných diskretních systémů	34
2.1.2. Lineární časově invariantní diskretní systém	36
2.1.3. Spojování dílčích sekcí jednorozměrných LTI diskretních systémů	39
2.1.4. Kmitočtová charakteristika LTI diskretního systému	41
2.1.5. Kmitočtová filtrace velmi dlouhého diskretního signálu	43
2.1.6. Výpočet kmitočtové charakteristiky LTI diskretního systému z výstupní časové odezvy	44
2.2. Dvojměrné diskretní systémy	46
2.2.1. Lineární 2D diskretní systém invariantní vůči posunutí	46
2.2.2. Spojování dílčích sekcí dvojměrných LSI diskretních systémů	48
2.2.3. Kauzalita a stabilita dvojměrných LSI diskretních systémů	48
2.2.4. Kmitočtová charakteristika 2D diskretního LSI systému	49
2.2.5. Lineární 2D diferenční rovnice s konstantními koeficienty	50
3. Analýza jednorozměrných diskretních systémů	52
3.1. Použití diferenčních rovnic pro popis LTI diskretního systému	52
3.1.1. Řešení diferenční rovnice metodou analýzy diferenčních rovnic	53
3.1.2. Řešení diferenční rovnice metodou transformace Z	54
3.2. Stavový maticový popis jednorozměrných LTI diskretních systémů	55
3.3. Kanonické struktury LTI diskretního systému	58
3.4. Analýza jednorozměrných LTI diskretních systémů	59
3.4.1. Počítačová analýza pomocí maticových rovnic	60
3.4.2. Výpočet přenosu grafu pomocí Masonova pravidla	62
3.4.3. Kontrola realizovatelnosti jednorozměrného LTI diskretního systému	62
3.5. Jednorozměrné LTI diskretní systémy s minimální, smíšenou a maximální fází	64
3.5.1. Fázovací členek	65
3.5.2. LTI diskretní systém s minimální fází	67
3.5.3. Kompenzace vlastností diskretního systému s nežádoucí kmitočtovou charakteristikou	68
3.6. Výpočet spektra DFT pomocí číslicové filtrace	69
3.6.1. Odvození Goertzelova algoritmu	69
3.6.2. Příklad výpočtu kmitočtové charakteristiky pomocí Goertzelova algoritmu	72

3.7.	Autonomní diskrétní systém	74
3.7.1.	Generace diskrétního harmonického signálu	74
3.7.2.	Příklad využití autonomního diskrétního systému	76
3.8.	Adaptivní diskrétní systém	77
3.8.1.	Definice adaptivního diskrétního systému	77
3.8.2.	Wienerova optimální filtrace	78
3.8.3.	Adaptivní filtrace pomocí algoritmu typu LMS	80
4.	Číslicové zpracování signálu se změnou vzorkovacího kmitočtu	81
4.1.	Podvzorkování diskrétního signálu v poměru celého čísla	81
4.2.	Nadvzorkování diskrétního signálu v poměru celého čísla	85
4.3.	Změna vzorkovacího kmitočtu diskrétního signálu v poměru racionálního čísla	87
4.4.	Optimalizace počtu aritmetických operací a velikosti paměti filtru typu dolní propusti s různým počtem sekcí	89
5.	Reprezentace pásmově omezených signálů	94
5.1.	Definice spojitého pásmově omezeného signálu	94
5.1.1.	Hilbertova transformace	95
5.1.2.	Výpočet reálného pásmově omezeného signálu z komplexní obálky	96
5.1.3.	Výpočet komplexní obálky z reálného pásmově omezeného signálu	98
5.1.4.	Okamžitá amplituda, okamžitý kmitočet a okamžitá fáze	99
5.2.	Vzorkování spojitého pásmově omezeného signálu	99
5.2.1.	Podmínka pro vzorkování spojitého pásmově omezeného signálu	99
5.2.2.	Příklad vzorkování spojitého pásmově omezeného signálu	100
5.2.3.	Vzorkování spojitého pásmově omezeného signálu v kvadrurním demodulátoru	101
5.3.	Diskrétní pásmově omezený signál	101
6.	Banky číslicových filtrů	103
6.1.	Rozkladová a rekonstrukční banka	103
6.2.	Banky s rovnoměrným dělením kmitočtového pásma	103
6.2.1.	Výpočet spektra DFT pomocí rovnoměrné banky číslicových filtrů	103
6.2.2.	Polyfázové zpracování diskrétních signálů	108
6.2.3.	Polyfázová reprezentace 1. a 2. typu	109
6.3.	Banky s nerovnoměrným dělením kmitočtového pásma	112
6.3.1.	Subpásmové kódování	112
6.3.2.	Nekauzální dvojkanálová QMF banka	113
6.3.3.	Kauzální dvojkanálová QMF banka	115
6.3.4.	Podmínky perfektní rekonstrukce nekauzální dvojkanálové QMF banky	116
6.3.5.	Podmínky perfektní rekonstrukce kauzální dvojkanálové QMF banky	118
6.4.	Transmultiplexory	118
7.	Krátkodobá spektrální analýza	121
7.1.	Princip neurčitosti časového a kmitočtového rozlišení	121
7.2.	Gaborova transformace	122
7.3.	Krátkodobá Fourierova transformace diskrétního signálu	124
7.4.	Krátkodobé spektrum typu chirp	126
7.5.	Spektrální analýza pomocí metody typu EMD	129
7.5.1.	Empirická modální dekompozice	129
7.5.2.	Příklad spektrální analýzy pomocí metody typu EMD	131
8.	Vlnková transformace a její souvislosti s bankami číslicových filtrů	134
8.1.	Matefská vlnka, typy vlnkových transformací	134

8.2.	Dyadická diskrétní vlnková transformace	137
8.3.	Dyadická diskrétní vlnková transformace s diskrétním časem	138
8.4.	Souvislost spojité vlnkové transformace s bankami analogových filtrů	138
8.5.	Souvislost dyadické diskrétní vlnkové transformace s QMF bankou číslicových filtrů	141
8.6.	Příklad QMF banky realizované pomocí dyadické diskrétní vlnkové transformace s diskrétním časem	144
8.7.	Dvojměrná vlnková transformace	146
8.7.1.	Komprese obrazových dat	146
8.7.2.	Dvojměrná vlnková transformace	148
9.	Náhodné veličiny, náhodné procesy a matematická statistika	150
9.1.	Spojité a diskrétní náhodné veličiny a náhodné procesy	150
9.2.	Distribuční funkce, hustota pravděpodobnosti a číselné charakteristiky	152
9.3.	Příklad výpočtu číselných charakteristik diskrétní náhodné veličiny	156
9.4.	Stacionární a ergodické náhodné procesy	157
9.5.	Matematická statistika	159
9.5.1.	Historický úvod	159
9.5.2.	Statistický model a náhodné výběry	160
9.5.3.	Statistiky a jejich rozdělení	161
9.5.4.	Bodové odhady parametrů a jejich funkcí	164
9.5.5.	Intervalové odhady parametrů	167
9.5.6.	Testování statistických hypotéz	170
9.5.7.	Parametrické testy	171
9.5.8.	Neparametrické testy	183
9.5.9.	Testy dobré shody	187
10.	Lineární predikční analýza	193
10.1.	Dopředná a zpětná lineární predikce	193
10.1.1.	Dopředná lineární predikce	193
10.1.2.	Zpětná lineární predikce	196
10.1.3.	Vztah mezi lineárními predikčními koeficienty a koeficienty odrazu	196
10.1.4.	Příklad výpočtu koeficientů odrazu z lineárních predikčních koeficientů	198
10.2.	Řešení normálních rovnic	199
10.3.	Využití lineární predikce pro modelování hlasového traktu	201
11.	Homomorfní zpracování signálů	204
11.1.	Kanonická reprezentace homomorfního systému	204
11.1.1.	Zobecněný princip superpozice	204
11.1.2.	Kanonická reprezentace homomorfního systému	205
11.1.3.	Multiplikativní homomorfní systém	206
11.1.4.	Konvoluční homomorfní systém	206
11.1.5.	Terminologické poznámky	208
11.2.	Komplexní kepstrum	208
11.2.1.	Definice komplexního kepstra	208
11.2.2.	Vlastnosti komplexního kepstra	209
11.2.3.	Příklad výpočtu komplexního kepstra	210
11.2.4.	Výpočet komplexního kepstra pomocí spektrální analýzy	211
11.3.	Reálné kepstrum	213
11.3.1.	Definice reálného kepstra	213
11.3.2.	Příklad výpočtu reálného kepstra	214
11.3.3.	Aproximace exponenciální funkce pomocí řetězových zlomků	214
11.3.4.	Kepstrální model hlasového traktu	215

12. Výkonová spektrální hustota a její výpočet	218
12.1. Definice výkonové spektrální hustoty	218
12.2. Neparametrické metody výpočtu výkonové spektrální hustoty	221
12.2.1. Bartlettova metoda průměrování periodogramů	221
12.2.2. Welchova metoda průměrování modifikovaných periodogramů	222
12.2.3. Blackmanova a Tukeyova metoda vyhlazení periodogramu	224
12.2.4. Srovnání vlastností neparametrických metod odhadu výkonové spektrální hustoty	225
12.2.5. Příklad výpočtu výkonové spektrální hustoty pomocí Welchovy metody	225
12.3. Parametrické metody výpočtu výkonové spektrální hustoty	227
12.3.1. Parametrické modely typu ARMA, AR a MA	227
12.3.2. Výpočet parametrů AR modelu pomocí autokorelační posloupnosti	229
12.3.3. Yuleova-Walkerova metoda odhadu výkonové spektrální hustoty	230
12.3.4. Burgova metoda odhadu výkonové spektrální hustoty	230
12.3.5. Volba řádu AR modelu	232
12.4. Souvislost výkonové spektrální hustoty s korelačními koeficienty	232
13. Způsoby realizace jednorozměrného LTI diskrétního systému v signálových procesorech	235
13.1. Návrh LTI diskrétního systému na základě analogového prototypu	235
13.2. Struktury realizace LTI diskrétního systému 1. řádu	237
13.3. Implementace LTI diskrétního systému v mikroprocesorech bez hardwarové násobičky	238
13.4. Implementace LTI diskrétního systému v mikroprocesorech s hardwarovou násobičkou	239
Literatura	242
Seznam veličin, symbolů a zkratk	245
Rejstřík	247