

Obsah

1	Úvod části o zpracování signálů	1
2	Vzorkování signálu a rekonstrukce	4
2.1	Vzorkovací věta	4
2.2	Diracův impuls a jeho vlastnosti	5
2.3	Odvození průběhu spektra vzorkovaného signálu	7
2.4	Rekonstrukce spojitého signálu z posloupnosti vzorků	8
2.4.1	Rekonstrukce pomocí ideální dolnofrekvenční propusti	8
2.4.2	Rekonstrukce pomocí vzorkovače s pamětí (Lagrangeova interpolátoru řádu 0)	10
2.4.3	Rekonstrukce pomocí lineárního interpolátoru	11
2.4.4	Chyba rekonstrukce signálu	12
2.5	Bloková struktura systémů pro číslicové zpracování signálů	12
3	Fourierovy transformace	15
3.1	Základní diskrétní signály	15
3.2	Fourierova transformace diskrétních signálů (FTD)	16
3.2.1	Základní vlastnosti FTD	19
3.2.2	Příklady spekter důležitých diskrétních signálů	20
3.2.3	Diskrétní konvoluce	22
3.3	Diskrétní Fourierova transformace (DFT)	22
3.3.1	Základní vlastnosti DFT	24
3.3.2	Volba počtu bodů N pro DFT	27
3.3.3	Kruhová konvoluce a její užití	30
3.4	Rychlá Fourierova transformace (FFT)	32
3.4.1	Vyjádření DFT pomocí matic	36
3.5	Použití DFT pro zpracování spojitých signálů	36
3.6	Využití DFT pro spektrální analýzu periodických signálů	37
3.6.1	Souvislost DFT s koeficienty Fourierovy řady	40
4	Číslicové filtry	42
4.1	Rozdělení číslicových filtrů	42
4.1.1	Číslicové filtry s konečnou impulsní odezvou - FIR filtry	43
4.1.2	Číslicové filtry s nekonečnou impulsní odezvou - IIR filtry	45
4.1.3	Rozdělení číslicových filtrů podle účelu	50
4.1.4	Princip adaptivních číslicových filtrů a příklady jejich aplikací	57
4.2	Metody návrhu číslicových filtrů	58
4.2.1	Návrh filtrů s konečnou impulsní odezvou	60
4.2.2	Návrh filtrů s nekonečnou impulsní odezvou	67

4.3	Transpozice číslicových filtrů	73
4.4	Porovnání vlastností FIR filtrů a IIR filtrů	74
5	Zpracování stochastických signálů	75
5.1	Popis náhodných signálů z hlediska amplitudové struktury	77
5.1.1	Popis amplitudového rozdělení pomocí funkčních závislostí	77
5.1.2	Popis amplitudového rozdělení pomocí číselných hodnot	81
5.1.3	Dvě základní spojitá rozdělení pravděpodobností	85
5.2	Popis náhodných signálů v časové oblasti	86
5.2.1	Korelační a kovarianční funkce určené ze souboru	87
5.2.2	Korelační a kovarianční funkce určené jako střední hodnoty v čase	88
5.2.3	Užití korelačních funkcí	90
5.2.4	Měření korelačních funkcí	94
5.3	Popis náhodných signálů ve frekvenční oblasti	96
5.3.1	Způsoby získání výkonových spektrálních hustot	100
5.3.2	Použití výkonových spektrálních hustot	103
5.4	Měření signálů za přítomnosti šumů	103
5.4.1	Korelační filtrace	104
5.4.2	Průměrování signálu	105
5.4.3	Frekvenční filtrace	106
5.4.4	Synchronní (koherentní) detekce	107
5.4.5	Společný popis metod zpracování signálu za přítomnosti šumu	108
5.4.6	Vlnková transformace	108
6	Úvod části o zpracování obrazů	109
6.1	Zpracování obrazových signálů, vztah počítačovému vidění a počítačové grafice	109
6.2	Reprezentace obrazu a úlohy analýzy obrazu	110
6.3	Obrazová funkce	113
7	Digitální obraz	115
7.1	Digitalizace	115
7.2	Vlastnosti digitálního obrazu	116
7.3	Metrické a topologické vlastnosti obrazu	116
7.4	Další pojmy	119
7.5	Barevný obraz	121
8	Pořízení obrazu	122
8.1	Obrazy jako radiometrická měření	122
8.1.1	Radiometrické úvahy, pojmy	122
8.1.2	Rovnice ozáření	124
8.1.3	Odrazivost povrchu	125
8.1.4	Rovnice ozáření a tvar ze stínování	128
8.1.5	Tvar z fotometrického sterea	129
8.2	Praktické otázky kolem vzniku intenzitního 2D obrazu	131
8.2.1	Optická část	131
8.2.2	Snímače světelné energie používané v kamerách	134
8.2.3	Kamera	135

9 Geometrické transformace a transformace hodnot jasu	137
9.1 Geometrické transformace	137
9.1.1 Transformace souřadnic bodů	138
9.1.2 Aproximace jasové funkce	139
9.2 Transformace hodnot jasu	142
9.2.1 Jasové korekce	142
9.2.2 Transformace jasové stupnice	142
10 Diskrétní lineární integrální transformace	146
10.1 Základní teorie	146
10.2 Fourierova transformace	147
10.3 Hadamardova transformace	150
10.4 Diskrétní kosinová transformace	151
10.5 Vlnková transformace (wavelets)	151
10.6 Další lineární integrální transformace	153
10.7 Použití lineárních diskretních transformací pro zpracování obrazů	153
11 Filtrace šumu, poruch a detekce hran	158
11.1 Statistický princip filtrace šumu	158
11.2 Lokální filtrace	158
11.3 Lokální vyhlazování obrazu	159
11.3.1 Lineární metody vyhlazování	160
11.3.2 Nelineární metody vyhlazování	162
11.4 Hledání hran	164
11.4.1 Pojem hrany a princip gradientních operátorů	164
11.4.2 Jednoduché konvoluční masky aproximující derivace obrazové funkce	167
11.4.3 Hrany jako průchody nulou druhé derivace obrazové funkce	169
11.4.4 Volba měřítka ve zpracování obrazů	171
11.4.5 Cannyho hranový detektor	172
11.5 Obnovení obrazu při známé degradaci	174
11.5.1 Lineární model degradací	174
11.5.2 Matematický popis snadno odstranitelných degradací	175
11.5.3 Obnovení obrazu inverzní filtrací nebo Wienerovou filtrací	176
12 Matematická morfologie	178
12.1 Základní morfologické pojmy	178
12.2 Binární matematická morfologie	180
12.2.1 Dilatace	180
12.2.2 Eroze	182
12.2.3 Transformace tref či miň	184
12.2.4 Otevření a uzavření	184
12.3 Šedotónová matematická morfologie	186
12.3.1 Vršek, stín, šedotónová dilatace a eroze	186
12.3.2 Věta o homeomorfismu stínu, vlastnosti eroze, dilatace, otevření a uzavření	189
12.3.3 Transformace vrchní část klobouku	190
12.4 Skelet a označování objektů	191
12.4.1 Transformace zachovávající homotopický strom	191
12.4.2 Skelet, maximální kruh	192

Obsah

12.4.3	Ztenčování, ztlušťování a homotopický skelet	194
12.4.4	Značkování oblastí, konečná eroze	196
12.4.5	Vzdálenostní funkce a efektivní výpočet konečné eroze	199
12.4.6	Geodetické transformace	200
12.4.7	Morfologická rekonstrukce	201
12.5	Granulometrie	204
12.6	Morphologická segmentace a rozvodí	206
12.6.1	Segmentace částic, jejich značkování a rozvodí	206
12.6.2	Morfologická segmentace binárních obrazů	207
12.6.3	Šedotónová segmentace, rozvodí	208
Literatura		210
Rejstřík		215