

Obsah

Predslov	x
----------	---

I Predspracovanie obrazu

1 Spracovanie obrazu vo frekvenčnej oblasti	2
1.1 Načo slúžia diskkrétne lineárne transformácie?	2
1.1.1 Príklad	3
1.1.2 Použitie	4
1.1.3 Lineárna transformácia obrazu.	5
1.2 Fourierova transformácia	5
1.2.1 Fourierov rad	5
1.2.2 Spojitá Fourierova transformácia	7
1.2.3 Dvojdimenziálna Fourierova transformácia	8
1.2.4 Vlastnosti Fourierovej transformácie	9
1.2.5 Diskrétna Fourierova transformácia (DFT)	12
1.2.6 DFT ako špeciálny prípad lineárnej transformácie	13
1.2.7 Dvojrozmerná DFT	15
1.3 Výpočet diskkrétnej Fourierovej transformácie	15
1.3.1 Výpočet z definície	15
1.3.2 Výpočet pomocou maticových operácií	16
1.3.3 Rýchla Fourierova transformácia (FFT)	17
1.3.4 Doplnenie nulami	21
1.4 Príklady Fourierovej transformácie obrazu	22

1.5	Kosínusová transformácia	26
1.5.1	Diskrétna kosínusová transformácia	26
1.6	Filtrácia obrazu vo frekvenčnej oblasti	27
1.6.1	Filtrácia vybraných frekvenčných oblastí	34
2	Spracovanie obrazu v priestorovej oblasti	38
2.1	Diskrétna konvolúcia	38
2.1.1	Diskrétna 2D konvolúcia	39
2.1.2	Vlastnosti konvolúcie	39
2.2	Výpočet konvolúcie	39
2.2.1	Znázornenie výpočtu konvolúcie	40
2.3	Najdôležitejšie konvolučné masky	41
2.3.1	Vyhladzovacie filtre	41
2.3.2	Hranové filtre	43
2.4	Použitie konvolúcie	47
2.5	Nelineárna filtrácia	48
2.5.1	Zorad'ovací filter	48
3	Konvolučná teoréma	50
4	Morfologické operácie	52
4.1	Matematická morfológia	52
4.1.1	Morfologické spracovanie obrazu	52
4.2	Základné pojmy a definície	53
4.2.1	Susednosť, súvislosť	53
4.2.2	Minkowského suma	55
4.2.3	Štrukturálny element	55
4.2.4	Morfologická transformácia	55
4.3	Základné morfologické operácie	56
4.4	Binárna dilatácia a erózia	57
4.4.1	Dilatácia	57
4.4.2	Erózia	59
4.4.3	Vlastnosti dilatácie a erózie	61
4.4.4	Použitie dilatácie a erózie	61
4.4.5	Vzájomný vzťah medzi eróziou a dilatáciou	61
4.5	Morfologické otvorenie a uzavretie	62
4.5.1	Morfologické otvorenie	62
4.5.2	Morfologické uzavretie	62
4.6	Šedotónová dilatácia a erózia	64
4.6.1	Nerovný štrukturálny element	64
4.6.2	Rovný štrukturálny element	65

4.7	Morfologický gradient	68
4.8	Morfologická vrchná a spodná časť klobúka	70
4.9	Granulometria	71
4.10	Morfologická operácia Hit-or-Miss	73
4.11	Vzdialenostná transformácia	75
4.12	Kostra	75
4.12.1	Príklady algoritmických postupov výpočtu kostry	76
4.13	Transformácia rozvodím	76
4.13.1	Značková segmentácia rozvodím pre farebný obraz	78
4.14	Geodetické metódy	79
4.14.1	Geodetická vzdialenosť	79
4.15	Morfologická rekonštrukcia	79
4.15.1	Geodetická binárna dilatácia	80
4.15.2	Geodetická binárna erózia	81
4.15.3	Morfologická rekonštrukcia a jej použitie	81
4.16	Morfologická šedotónová rekonštrukcia	82
4.16.1	Geodetická šedotónová dilatácia a erózia	82
4.16.2	Generovanie značiaceho obrazu	83
4.16.3	Príklady použitia	84
4.17	Príklad použitia morfologických operácií pre segmentáciu superpixelov	85
4.17.1	Vyhladenie morfologickou rekonštrukciou	87
4.17.2	Generovanie značiek – semiačok pre značkovú trans- formáciu rozvodím	88
4.17.3	Transformácia rozvodím	88
4.17.4	Vyhodnotenie	89
4.17.5	Výsledky	90
	Zoznam použitej literatúry	92

II Prízny

5	Prízny v oblasti počítačového videnia	96
6	Prízny tvaru	98
6.1	Binárny obraz	98
6.2	Opis tvaru založený na hranici oblasti	99
6.2.1	Reťazcový Freemanov kód	100
6.2.2	Obvod	101
6.2.3	Krivosť krivky	102

6.2.4	Signatúra	104
6.2.5	Fourierov opis	105
6.3	Opis tvaru založený na oblasti	105
6.3.1	Ťažisko a k nemu prislúchajúce príznaky	106
6.3.2	Príznaky odvodené z priemeru a obsahu	107
6.3.3	Osi oblasti	108
6.3.4	Opísaný obdĺžnik	110
6.3.5	Topologické príznaky	111
6.3.6	Morfologické príznaky	112
6.4	Šedotónový obraz	113
6.4.1	Projekcie	113
6.4.2	Opisné štatistiky	113
6.4.3	Energia a entropia	115
6.5	MPEG-7	115
6.5.1	Tvar kontúry	115
6.5.2	Tvar regiónu	117
7	Príznaky farby	118
7.1	Dominantná farba	118
7.2	Histogram farieb	118
7.2.1	Histogram priestorového rozloženia farieb	120
7.2.2	Ďalšie opisy priestorového rozloženia farieb	120
7.3	MPEG-7	122
7.3.1	Deskriptor dominantnej farby	123
7.3.2	Škálovateľný deskriptor farby	123
7.3.3	Deskriptor rozloženia farieb	124
7.3.4	Deskriptor štruktúry farieb	124
8	Príznaky textúry	128
8.1	Autokorelácia	129
8.2	Matica opakovaných výskytov	129
8.3	Diskrétna Fourierova transformácia	130
8.4	Gaborove filtre	131
8.5	MPEG-7	133
8.5.1	Prehľadávanie textúr	133
8.5.2	Homogénne textúry	134
8.5.3	Histogram lokálnych hrán	135
9	Lokálne príznaky	138
9.1	Lokálne vs. globálne príznaky	138
9.2	Lokálne príznaky	140

9.3	Metódy detekcie a deskripcie lokálnych príznakov	141
9.3.1	Harrisov detektor rohov	142
9.3.2	FAST	142
9.3.3	SIFT	143
9.3.4	SURF	147
9.3.5	BRIEF	148
9.3.6	ORB	148
9.3.7	Porovnávanie deskriptorov	150
9.4	Registrácia objektov	150
9.5	Využitie lokálnych príznakov	151
9.5.1	Spájanie panorám	151
9.5.2	Stereo rekonštrukcia	152
9.5.3	Vlastná kalibrácia kamery	152
9.5.4	Sledovanie objektov	152
9.5.5	Vyhľadávanie obrazov	153
9.6	Prípad použitia: Klasifikácia malieb	153
9.7	3D lokálne príznaky	156
10	Predspracovanie príznakov	158
10.1	Príznaky bez rozmeru	160
10.2	Škálovanie	160
11	Výber príznakov	162
11.1	Filter a obálka	162
11.2	Dopredný výber	163
11.3	Spätný výber	164
11.4	Kombinovaný výber	165
11.5	Ohodnotenie príznakov	165
11.5.1	Štatistická závislosť	165
11.5.2	Konzistencia	166
11.5.3	Medzitriedna vzdialenosť	167
11.5.4	Informačno-teoretické miery	167
11.5.5	Hodnotiace miery	169
12	Redukcia príznakov	170
12.1	Metóda hlavných komponentov	170
12.1.1	Použitie PCA	172
12.1.2	Ako môže PCA znížiť dimenziu?	174
12.1.3	Vzťah medzi PCA a SVD	176
12.2	Fisherova lineárna disriminačná analýza	176

Zoznam použitej literatúry	180
III Klasifikácia	
13 Klasifikácia príznakov	188
14 Riadené klasifikátory	192
14.1 Bayesovská teória rozhodovania	192
14.1.1 Optimalita Bayesovho klasifikátora	193
14.1.2 Rozhodovacie hranice	194
14.2 Techniky najbližších susedov	195
14.3 Rozhodovacie stromy	196
14.3.1 Rozdeľujúce kritérium	199
14.3.2 Ukončujúce kritérium	200
14.3.3 Orezávanie rozhodovacích stromov	201
14.3.4 Výhody a nevýhody rozhodovacích stromov	203
14.4 Diskriminačná analýza	203
14.4.1 Lineárne diskriminačné funkcie	203
14.4.2 Klasifikácia do dvoch tried	204
14.4.3 Určenie váh	205
14.4.4 Voľba účelovej funkcie	207
14.4.5 Klasifikácia do K tried	209
14.5 Mechanizmy podporných vektorov	210
14.5.1 Neseparovateľné dáta	215
14.6 Neurónové siete	218
14.6.1 Aktivačné funkcie	219
14.6.2 Viacvrstvový perceptrón	220
14.6.3 Učenie neurónovej siete	221
14.6.4 Rýchlosť učenia sa neurónovej siete	224
14.6.5 Ukončenie učenia sa neurónovej siete	226
15 Neriadené klasifikátory	228
15.1 Metóda K priemerov	228
15.1.1 Metóda C priemerov	230
15.2 Hierarchické zhlukovanie	231
15.3 Samoorganizujúce sa mapy	233
16 Hodnotenie kvality klasifikácie	238
16.1 Vzájomná validácia	240
16.1.1 Náhodné prevzorkovanie	240

16.1.2	K-násobná vzájomná validácia	240
16.1.3	Vrstvená K-násobná vzájomná validácia	241
16.1.4	Vzájomná validácia s vynechaním jednej vzorky	241
16.2	Bootstrap	241
16.3	Chybová funkcia klasifikátora	242
16.4	Metódy porovnávania klasifikátorov	244
16.4.1	Matica zámen	244
16.4.2	Koeficienty kvality klasifikácie	245
16.4.3	ROC krivky	247
16.4.4	McNemarov test	252
Zoznam použitej literatúry		254

IV Farba a vizuálne vnímanie

17	Svetlo a farba	258
17.1	Veličiny opisujúce svetlo	260
17.1.1	Rádiometrické veličiny	261
17.1.2	Fotometrické veličiny	262
17.2	Funkcie spektrálnej hustoty	263
17.3	Geometrické vlastnosti svetla	263
17.4	Žiarenie čierneho telesa	265
18	Ľudský vizuálny systém	268
18.1	Štruktúra oka	269
18.2	Procesy prebiehajúce na sietnici	271
18.2.1	Trichromatické procesy	271
18.2.2	Oponentné procesy v sietnici	272
18.2.3	Gangliové bunky a receptívne polia	274
18.3	Vizuálny kortex	275
18.4	Poruchy farbocitu	276
19	Kolorimetria	278
19.1	Grassmanov experiment	279
19.2	Grassmanov zákon aditívneho miešania farieb	280
19.3	Kolorimetrický priestor	280
19.4	Štandardný kolorimetrický pozorovateľ	285
19.4.1	CIE 1931 štandardný kolorimetrický pozorovateľ	285
19.4.2	CIE 1964 doplnkový štandardný kolorimetrický pozorovateľ	286

19.5	Kolorimetrická sústava CIE XYZ	287
19.6	CIE diagram chromatickosti	289
19.7	MacAdamove elipsy	293
19.8	Štandardné iluminanty	294
19.8.1	Štandardné zdroje svetla	296
20	Modely a priestory farieb	298
20.1	Homogénne priestory farieb	298
20.1.1	CIE 1960 Yuv	299
20.1.2	CIE 1964 U*V*W*	299
20.1.3	CIE 1976 Yu'v'	300
20.1.4	CIE 1976 L*u*v*	300
20.1.5	CIE 1976 L*a*b*	302
20.1.6	CIE CAM02	304
20.2	Hardvérovo orientované modely	304
20.2.1	Lineárny model RGB	305
20.2.2	Model RGBA	306
20.2.3	Nelineárne priestory RGB	306
20.2.4	Model CMY	308
20.2.5	Model CMYK	310
20.3	Modely farieb v televíznej a videotechnike	311
20.3.1	Model YIQ	313
20.3.2	Model YUV	314
20.3.3	Model YPbPr	315
20.3.4	Model YCbCr	316
20.3.5	Model Kodak Photo YCC	317
20.4	Používateľsky orientované modely	319
20.4.1	Model HSV	320
20.4.2	Model HSL	324
21	Vizuálne vnímanie a pozornosť	326
21.1	Vizuálna pozornosť	327
21.2	Určovanie významných oblastí v obraze	329
21.2.1	Sledovanie pohybu očí	330
21.2.2	Modely na detekciu významných oblastí	334
21.2.3	Model pre rýchlu analýzu scény	339
21.3	Využitie detekcie významných oblastí v obraze	344
21.3.1	Hľadanie najlepších pohľadov na objekty	344
21.3.2	Kompresia obrazu	344
21.4	Príklad využitia: Hodnotenie kvality videa	345
21.4.1	Detekcia významných oblastí	345

21.4.2	Hodnotenie kvality videa	346
	Zoznam použitej literatúry	348
V Dodatky		
A	Vybrané témy z pravdepodobnosti	354
A.1	Pravdepodobnosť	354
A.1.1	Nezávislosť javov, podmienená pravdepodobnosť	356
A.2	Náhodná premenná	358
A.3	Číselné charakteristiky náhodnej premennej	359
A.3.1	Momenty	360
A.3.2	Kvantily	362
A.3.3	Modus	363
A.4	Náhodné vektory	363
A.4.1	Marginálne rozdelenie pravdepodobnosti	364
A.5	Číselné charakteristiky náhodného vektora	364
A.5.1	Združené momenty	364
A.5.2	Marginálne charakteristiky	365
A.5.3	Kovariancia	366
A.6	Normálne rozdelenie	367
A.6.1	Viacrozmerné normálne rozdelenie	367
B	Vybrané témy z maticového počtu	370
B.1	Singulárny rozklad matice	370
B.1.1	Úsporná forma SVD	371
B.1.2	Vlastnosti SVD	371
C	Vybrané kapitoly z lineárnej algebry	374
C.1	Vektorový priestor (Lineárny priestor)	374
C.2	Lineárna kombinácia vektorov	375
C.3	Lineárna transformácia	375
C.4	Báza vektorového priestoru	375
	Zoznam použitej literatúry	378