

Michal Dobeš

**ZPRACOVÁNÍ
OBRAZU
A ALGORITMY V C#**

Praha 2008



Michal Dobeš

Zpracování obrazu a algoritmy v C#

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autoři a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládané informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© Michal Dobeš, Zpracování obrazu a algoritmy v C#, 2008

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

M. Dobeš: Zpracování obrazu a algoritmy v C#

BEN – technická literatura, Praha 2008

1. vydání

ISBN 978-80-7300-233-6

Úvod	7
1 Digitální fotografie a digitalizace obrazové informace	9
1.1 Obraz a jeho vnímání v různých vlnových délkách	11
1.2 Digitalizace obrazu	12
1.2.1 Vzorkování a kvantování	14
1.2.2 Dynamický rozsah	16
1.3 Formáty pro ukládání obrazu	16
1.3.1 JPEG (Joint Photographic Expert Group)	17
1.3.2 TIFF (Tag Image File Format)	17
1.3.3 RAW („surová data“)	17
1.3.4 PNG (Portable Network Graphics)	18
1.3.5 MNG (Multiple-image Network Graphics)	18
1.4 Barevné modely, snímání, tisk a úpravy obrazu	18
1.4.1 Barevný model RGB	19
1.4.2 Barevný model CMY a CMYK	19
1.4.3 Převod barevného obrazu RGB na odstíny šedé	20
1.4.4 Barevné modely nezávislé na zařízení – CIE XYZ, Yxy	21
1.4.5 Barevný model CIELAB (CIE L*a*b*)	23
1.4.6 Užitečné vztahy mezi RGB, XYZ a CIE L*a*b*	24
1.5 Reprezentace obrazu	25
1.6 Příklady a výpisy zdrojových kódů	26
2 Filtrace obrazu transformace jasu	29
2.1 Jasové transformace	32
2.1.1 Negativ	32
2.1.2 Gama korekce	34
2.1.3 Logaritmická transformace	35
2.1.4 Roztažení kontrastu (Contrast Stretching)	37
2.2 Histogram a transformace založené na změně histogramu	40
2.2.1 Histogram	40
2.2.2 Metoda vyrovnání histogramu	42
2.2.3 Vyhledávací tabulka LUT (Look Up Table), poznámka k implementaci	44

2.2.4	Přímá specifikace histogramu	45
2.3	Geometrické transformace a interpolace jasu	48
2.3.1	Geometrické transformace	48
2.3.2	Interpolace jasu v obraze	50
2.4	Složitější geometrické transformace obrazu	53
3	Filtrace zahrnující okolí	55
3.1	Korelace a konvoluce	57
3.2	Vyhlazování obrazu (Image Smoothing)	61
3.2.1	Vyhlazování průměrováním (Averaging Filters)	62
3.2.2	Gaussovo vyhlazování (Gaussian Smoothing)	62
3.2.3	Mediánová filtrace, statistické filtry (Median Filtering, Order Statistics Filters)	64
3.3	Detekce hran, izolovaných bodů a nespojitostí	66
3.3.1	První derivace, gradient	67
3.3.2	Druhá derivace, Laplaceův operátor	68
3.3.3	Operace Laplacian of Gaussian (LoG)	70
4	Segmentace obrazu, reprezentace objektů v obraze, detekce očí v obličejích	73
4.1	Prahování (Thresholding)	77
4.1.1	Metoda automatického nalezení prahu	78
4.1.2	Nalezení optimálního prahu (Otsuova metoda)	79
4.1.3	Lokální prahování	81
4.1.4	Prahování s distribucí chyby	82
4.2	Spojování linií, Houghova transformace, detekce očí v obličejích	85
4.2.1	Hledání a spojování linií – přímky a úsečky	85
4.2.2	Hledání jiných útvarů – kružnice	88
4.3	Popis a reprezentace objektů, podobnost objektů	89
4.3.1	Pravoúhlost, podlouhlost, kruhovost	89
4.3.2	Podpisy objektů (Signatures)	90
4.3.3	Charakteristiky odvozené z histogramu obrazu	92
4.3.4	Charakteristiky vyjádřené jako momenty	93
4.3.5	Korelační koeficient	95
4.3.6	Vzájemná informace a entropie	95

5 Ztenčování – hledání kostry obrazu, hledání některých rysů v otisku prstu 99

5.1	Hledání kostry obrazu, ztenčování	101
5.1.1	Princip ztenčovacích algoritmů	103
5.1.2	Jednoduchý ztenčovací algoritmus	104
5.1.3	Algoritmus pro ztenčování tenkých linií (otisků prstů)	106
5.2	Extrakce charakteristických rysů z otisku prstu	108
5.2.1	Segmentace obrazu – prahování	109
5.2.2	Vyhlazení	110
5.2.3	Extrakce markantů	110

6 Steganografie a vodoznaky 113

6.1	Ukrývání informací – steganografie	115
6.1.2	Digitální steganografie	116
6.1.3	Kategorizace metod steganografie	118
6.1.4	Steganografie pro nekomprimované obrazy, metoda LSB	118
6.1.5	Steganografie pro JPEG kompresi	119
6.2	Princip a aplikace vodoznaků	121
6.3	Vlastnosti vodoznaků	123
6.4	Způsoby extrakce vodoznaků	123
6.5	Robustnost a vyhodnocování vodoznaků	124
6.7	Vkládání vodoznaku metodou LSB modulace	125
6.8	Vkládání vodoznaku do Y kanálu barevného obrazu	126
6.9	Vkládání vodoznaku do množin pixelů	127
6.10	Vkládání vodoznaku do obrazu frekvenčními metodami	129
	Závěr	130

Příloha 131

	Dodatek – Fotometrické veličiny	132
	Literatura	134
	Internetové odkazy	135
	Seznam příkladů na cd	136
	Barevná obrazová příloha	138