

**ALGORITMA-ALGORITMA PEMBETULAN WARNA BAHARU UNTUK
IMEJ DIGITAL BERWARNA**

Oleh

MOHD NAIM BIN MOHD JAIN NOORDIN

**Tesis ini diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi pengijazahan
Doktor Falsafah**

April 2016

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah swt kerana dengan limpah kurnia-Nya penyelidikan ini dapat dilaksanakan dengan jayanya.

Pertama sekali, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan ucapan jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan buat penyelia yang amat saya hormati dan sanjungi, Profesor Dr. Nor Ashidi Mat Isa di atas segala tunjuk ajar, nasihat dan motivasi yang telah beliau curahkan kepada saya selama ini. Ucapan jutaan terima kasih juga ingin saya sampaikan kepada penyelia bersama penyelidikan ini iaitu Profesor Dr. Zaid Abdullah.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada teman seperjuangan saya daripada *Imaging and Intelligent System Research Team (IRST)* atas segala ilmu yang dikongsi bersama selama ini. Tanpa bantuan dan nasihat daripada mereka, mungkin terdapat beberapa masalah di dalam penyelidikan ini yang tidak dapat saya selesaikan. Tidak lupa juga ucapan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada ibu dan ayah yang saya kasihi kerana memberikan peluang kepada saya bagi menyambungkan pelajaran selain tidak henti-henti memberikan galakan dan sokongan yang membina kepada saya. Selain itu, kepada rakan-rakan lain yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung di dalam penyelidikan ini, terima kasih atas bantuan yang dihulurkan. Semoga persahabatan kita akan berkekalan dan diredai oleh Allah swt.

Juga tidak dilupakan ucapan terima kasih kepada isteri saya Nurfarhana Hassan yang sentiasa memberi semangat untuk saya menyiapkan penulisan tesis ini.

KANDUNGAN

Penghargaan	ii
Kandungan	iii
Senarai Jadual.....	vii
Senarai Rajah	viii
Senarai Singkatan.....	xiv
Senarai Simbol	xvi
Abstrak	xx
Abstract	xxii
BAB 1 – PENGENALAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penyataan Masalah	7
1.3 Objektif Penyelidikan	13
1.4 Skop Penyelidikan	14
1.5 Garis Panduan Tesis	15
BAB 2 – KAJIAN ILMIAH	17
2.1 Pengenalan.....	17

2.2	Sistem Perakam Imej Digital Berwarna	18
2.3	Algoritma Pembetulan Warna Imej Digital.....	37
2.3.1	Proses Penganggaran Warna.....	43
2.3.1.1	Algoritma Analisa Tahap Rendah.....	43
2.3.1.2	Algoritma Analisa Pemilihan.....	53
2.3.1.3	Algoritma Pembelajaran	54
2.3.2	Proses Pembetulan Warna	56
2.3.3	Rumusan Algoritma Pembetulan Warna	60
2.4	Analisa Pembeding Kualiti Imej.....	63
2.4.1	Analisa Kuantitatif Ciri Imej Semula Jadi dan Menarik.....	67
2.4.2	Analisa Kuantitatif Pengekalan Kecerahan	71
2.4.3	Analisa Kuantitatif Beza Jelas	73
2.5	Ringkasan	74
 BAB 3 - METODOLOGI		77
3.1	Pengenalan.....	77
3.2	Satah 2D Dua Saluran Warna	80
3.2.1	Motivasi	81
3.2.2	Pembentukan Satah 2D Dua Saluran Warna Dari Model 3D Imej.....	85
3.3	Algoritma Pembetulan Warna Anjakan Taburan Pikel (PWATP)	92
3.3.1	Motivasi	93

3.3.2	Proses Perolehan Maklumat Asas Imej	98
3.3.3	Proses Pembetulan Warna	101
3.4	Algoritma Pembetulan Warna Melalui Penyekatan Penepuan (PWPP).....	112
3.4.1	Motivasi	113
3.4.2	Proses Perolehan Maklumat Asas Imej PWPP	115
3.4.3	Proses Pembetulan Warna PWPP	118
3.5	Algoritma Pembetulan Warna Melalui Penyesuaian Imej (PWPI)	129
3.5.1	Motivasi	130
3.5.2	Perolehan Maklumat Asas Imej PWPI	132
3.5.3	Proses Pembetulan Warna PWPI.....	136
3.6	Analisa Kuantitatif Imej Digital Berwarna Baharu	146
3.6.1	Motivasi	146
3.6.2	Analisa Penentuan Penepuan Imej (APPI)	148
3.7	Imej Sampel.....	155
3.8	Kesimpulan	160
 BAB 4 – KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN.....		162
4.1	Pengenalan.....	162
4.2	Keputusan Implementasi	163
4.2.1	Algoritma PWATP	163
4.2.2	Algoritma PWPP.....	167

4.2.3	Algoritma PWPI	171
4.2.4	Algoritma Analisa APPI	177
4.3	Keputusan Perbandingan	195
4.3.1	Analisa Kualitatif	195
4.3.2	Analisa Kuantitatif	215
4.4	Kesimpulan	234
BAB 5 - KESIMPULAN		236
5.1	Kesimpulan	236
5.2	Cadangan Masa Hadapan	239
SENARAI RUJUKAN		240
SENARAI PENERBITAN		253

SENARAI JADUAL

Jadual 2.1	: Rumusan Algoritma Pembetulan Warna Berasaskan GW.	62
Jadual 3.1	: Keputusan Analisa Kuantitatif Kualiti Imej NI, CI, CD, AMBE, SE, dan CST Bagi Imej Patung.	147
Jadual 4.1	: Keputusan Analisa Kuantitatif Indeks Semula Jadi (NI).	218
Jadual 4.2	: Keputusan Analisa Kuantitatif Indeks Warna-Warni (CI).	219
Jadual 4.3	: Keputusan Analisa Kuantitatif Perbezaan Warna (CD).	220
Jadual 4.4	: Keputusan Analisa Kuantitatif Ralat Purata Mean Kecerahan (AMBE).	222
Jadual 4.5	: Keputusan Analisa Kuantitatif Entropi <i>Shanon</i> (SE).	223
Jadual 4.6	: Keputusan Analisa Kuantitatif Beza Jelas (CST).	226
Jadual 4.7	: Keputusan Analisa Kuantitatif APPI.	227
Jadual 4.8	: Keputusan Purata Analisa Kuantitatif Bagi Kumpulan Imej Dalaman.	229
Jadual 4.9	: Keputusan Purata Analisa Kuantitatif Bagi Kumpulan Imej Luaran.	230
Jadual 4.10	: Keputusan Purata Analisa Kuantitatif Bagi Kumpulan Imej Bawah Laut.	231

SENARAI RAJAH

Rajah 1.1	: Proses merakaman dan pemprosesan imej secara (a) HVS dan (b) CVT.	2
Rajah 1.2	: Imej Empangan yang dirakam menggunakan 3 pendedahan berbeza.	4
Rajah 1.3	: Imej Bangunan yang telah diproses menggunakan pemprosesan imej digital	5
Rajah 1.4	: Proses pembetulan warna imej digital berwarna.	7
Rajah 1.5	: Kesan fenomena penepuan	9
Rajah 1.6	: Kesan pembetulan warna imej terlebih pendedahan.	11
Rajah 2.1	: Imej Tabung yang dan taburan piksel ruang warna CIE Lab	21
Rajah 2.2	: Proses penukaran maklumat daripada ruang warna RGB ke ruang warna CIE Lab.	22
Rajah 2.3	: Proses penukaran maklumat daripada ruang warna CIE Lab ke ruang warna RGB.	23
Rajah 2.4	: Kadar pembukaan lensa bagi merakam imej digital	29
Rajah 2.5	: Perbezaan antara imej kurang pendedahan, imej seragam, dan imej terlebih pendedahan untuk.	30
Rajah 2.6	: Taburan piksel 3D ruang warna RGB.	31
Rajah 2.7	: Kesan warna sumber pencahayaan tidak putih terhadap imej yang dirakam.	34
Rajah 2.8	: Kesan secara visual warna sumber pencahayaan yang berbeza.	35
Rajah 2.9	: Kesan warna sumber pencahayaan yang berbeza terhadap taburan piksel.	36

Rajah 2.10 : Pecahan kumpulan penyelidikan mengenai algoritma pembedulan warna imej digital.	40
Rajah 2.11 : Imej yang mempunyai kadar agihan warna yang tinggi dan berjaya diperbetulkan menggunakan algoritma GW.	44
Rajah 2.12 : Imej yang mempunyai kadar agihan warna yang rendah dan tidak berjaya diperbetulkan menggunakan algoritma GW.	45
Rajah 2.13 : Imej yang berjaya diperbetulkan menggunakan algoritma MW.	47
Rajah 2.14 : Imej yang gagal diperbetulkan menggunakan algoritma MW.	48
Rajah 2.15 : Kesan penetapan nilai norma Minkowski yang berbeza terhadap imej yang melalui proses pembedulan warna.	50
Rajah 2.16 : Jenis proses pembedulan warna imej digital.	57
Rajah 2.17 : Rumusan algoritma pembedulan warna.	63
Rajah 2.18 : Imej Burung Helang.	65
Rajah 2.19 : Imej Hoki Ais.	66
Rajah 3.1 : Imej Botol yang disinari dengan warna sumber pencahayaan berbeza iaitu.	82
Rajah 3.2 : Taburan piksel tiga dimensi ruang warna RGB bagi imej Botol yang disinari dengan warna sumber pencahayaan berbeza.	83
Rajah 3.3 : Taburan piksel tiga dimensi ruang warna CIE Lab bagi imej Botol yang disinari dengan warna sumber pencahayaan berbeza.	84
Rajah 3.4 : Model tiga dimensi (3D) ruang warna RGB.	86
Rajah 3.5 : Rajah pemisahan kubus model 3D ruang warna RGB, $H_{RGB}(r, g, b)$ kepada satah 2D dua-saluran-warna $H_{BG}(b, g)$, $H_{BR}(b, r)$, dan $H_{RG}(r, g)$.	87

Rajah 3.6	: Model 3D RGB bagi imej Botol pada Rajah 3.1(a) yang dilihat pada sudut berbeza.	88
Rajah 3.7	: Satah 2D dua saluran warna RGB bagi imej Botol pada Rajah 3.1(a).	88
Rajah 3.8	: Model tiga dimensi (3D) ruang warna CIE Lab.	89
Rajah 3.9	: Satah 2D dua saluran warna CIE Lab bagi imej Botol.	90
Rajah 3.10	: Model 3D CIE Lab bagi imej Botol pada Rajah 3.1(a).	91
Rajah 3.11	: Satah 2D dua saluran warna bagi imej Botol pada Rajah 3.1(a).	91
Rajah 3.12	: Satah 2D dua dimensi bagi imej Botol pada Rajah 3.1 yang disinari oleh warna sumber pencahayaan berbeza.	94
Rajah 3.13	: Satah 2D dua dimensi bagi imej Botol pada Rajah 3.1 yang disinari oleh warna sumber pencahayaan berbeza setelah diperbetulkan menggunakan algoritma SG.	95
Rajah 3.14	: Imej Botol yang telah diperbetulkan menggunakan algoritma SG.	96
Rajah 3.15	: Carta alir proses perolehan maklumat asas imej algoritma PWATP	99
Rajah 3.16	: Imej Lelaki serta satah 2D dua saluran warna RGB.	100
Rajah 3.17	: Carta alir proses pembetulan warna algoritma PWPP	102
Rajah 3.18	: Satah 2D dua-saluran-warna umum $H(i, j)$ algoritma PWATP.	103
Rajah 3.19	: Imej Lelaki.	110
Rajah 3.20	: Kod pseudo algoritma PWATP	111
Rajah 3.21	: Imej Ikan asal.	114
Rajah 3.22	: Carta alir proses perolehan maklumat asas imej algoritma PWPP	116

Rajah 3.23 :	Satah dua dimensi dua saluran warna CIE Lab bagi imej Ikan.	118
Rajah 3.24 :	Carta alir proses pembetulan warna algoritma PWPP	119
Rajah 3.25 :	Satah 2D dua saluran warna umum algoritma PWPP.	121
Rajah 3.26 :	Imej Ikan yang diperbetulkan menggunakan algoritma PWPP.	127
Rajah 3.27 :	Kod pseudo algoritma PWPP	128
Rajah 3.28 :	Imej Ikan II asal.	131
Rajah 3.29 :	Carta alir proses perolehan maklumat asas imej algoritma PWPI	133
Rajah 3.30 :	Taburan piksel biasa dan piksel yang mempunyai kebarangkalian berlakunya fenomena terlebih pembetulan bagi imej Ikan II.	135
Rajah 3.31 :	Carta alir proses pembetulan warna algoritma PWPI	137
Rajah 3.32 :	Satah 2D dua saluran warna umum algoritma PWPI	138
Rajah 3.33 :	Imej Ikan II yang telah diperbetulkan menggunakan algoritma PWPI.	145
Rajah 3.34 :	Kod pseudo algoritma PWPI.	146
Rajah 3.35 :	Imej Patung.	146
Rajah 3.36 :	Imej Ikan III.	149
Rajah 3.37 :	Piksel imej Ikan III yang mengalami fenomena terlebih pembetulan serta keputusan APPI.	154
Rajah 3.38 :	Kod pseudo algoritma analisa APPI	154
Rajah 3.39 :	Beberapa suasana yang dirakam dalam sumber imej BRD2002.	156
Rajah 3.40 :	Kotak <i>Cruncheroos</i> yang dirakam di bawah 11 sumber pencahayaan berbeza.	157
Rajah 3.41 :	Imej Eskalator	159

Rajah 4.1 : Imej Bayi asal.	164
Rajah 4.2 : Imej Bayi yang telah melalui pembedaan peringkat pertama algoritma PWATP.	165
Rajah 4.3 : Imej Bayi yang telah melalui pembedaan peringkat kedua PWATP.	166
Rajah 4.4 : Imej Batu Karang.	169
Rajah 4.5 : Imej Batu Karang asal.	170
Rajah 4.6 : Imej Batu Karang yang diperbetulkan dengan proses penyekatan PWPP.	171
Rajah 4.7 : Imej Ikan IV.	173
Rajah 4.8 : Imej Ikan IV yang diperbetulkan tanpa algoritma penyesuaian PWPI.	175
Rajah 4.9 : Kawasan imej Ikan IV yang mempunyai kebarangkalian berlakunya fenomena terlebih pembedaan.	176
Rajah 4.10 : Imej Ikan IV yang telah diperbetulkan menggunakan algoritma PWPI.	177
Rajah 4.11 : Faktor perbandingan algoritma APPI.	178
Rajah 4.12 : Pemilihan piksel penepuan dengan nilai ambang perbezaan hue yang berbeza bagi imej Jeti.	179
Rajah 4.13 : Pemilihan piksel penepuan dengan nilai ambang perbezaan hue yang berbeza bagi imej Jeti II.	180
Rajah 4.14 : Pemilihan piksel penepuan dengan nilai ambang perbezaan hue yang berbeza bagi imej Ikan VI.	181

Rajah 4.15 : Pemilihan piksel penepuan dengan nilai ambang perbezaan hue yang berbeza bagi imej Rumah.	182
Rajah 4.16 : Graf peratusan piksel yang mengalami fenomena penepuan melawan nilai ambang yang berbeza.	185
Rajah 4.17 : Imej asal dan imej keluaran setelah diperbetulkan menggunakan algoritma SG serta imej piksel yang dikumpulkan oleh algoritma APPI.	186
Rajah 4.18 : Taburan piksel imej asal dan imej keluaran setelah diperbetulkan menggunakan algoritma SG serta imej piksel yang dikumpulkan oleh algoritma APPI.	187
Rajah 4.19 : Analisa APPI terhadap imej Jeti.	189
Rajah 4.20 : Analisa APPI terhadap imej Jeti II.	190
Rajah 4.21 : Imej Batu Karang II.	193
Rajah 4.22 : Imej keluaran algoritma APPI bagi imej Batu Karang II.	194
Rajah 4.23 : Imej Budak Lelaki.	196
Rajah 4.24 : Imej Kedai Buku.	197
Rajah 4.25 : Imej Gadis.	198
Rajah 4.26 : Imej Orang Salji.	202
Rajah 4.27 : Imej Kerusi Taman.	203
Rajah 4.28 : Imej Bangunan.	204
Rajah 4.29 : Imej Bawah Laut.	208
Rajah 4.30 : Imej Bawah Laut II.	209
Rajah 4.31 : Imej Terumbu.	210

SENARAI SINGKATAN

2D	Dua Dimensi
3D	Tiga Dimensi
AMBE	Ralat Purata Mean Kecerahan (<i>Average Mean Brightness Error</i>)
APPI	Analisa Penentuan Penepuan Imej (APPI)
CAS	Pemilihan Algoritma Berdasarkan Pengelasan (<i>Classification-based Algorithm Selection</i>)
CC	Warna Melalui Korelasi (<i>Color by Correlation</i>)
CD	Perbezaan Warna (<i>Color Differences</i>)
CI	Indeks Warna-Warni (<i>Colorfulness Index</i>)
CST	Beza Jelas (<i>Contrast</i>)
GbC	Pembetulan Berdasarkan Gamma (<i>Gamma Based Correction</i>)
GE1	Pinggir Kelabu Tahap Pertama (<i>First Order Grey Edge</i>)
GE2	Pinggir Kelabu Tahap Kedua (<i>First Order Grey Edge</i>)
GGW	Dunia Kelabu Umum (<i>General Grey World</i>)
GM	Pemetaan Gamut (<i>Gamut Mapping</i>)
GW	Dunia Kelabu (<i>Grey World</i>)
MGE	Pinggir Maksimum (<i>Max Edge</i>)

MW	Putih Maksimum (<i>Max White</i>)
NI	Indeks Semula Jadi (<i>Naturalness Index</i>)
NIS	Statistik Imej Semula Jadi (<i>Natural Image Statistic</i>)
NN	Rangkaian Neural (<i>Neural Network</i>)
PWATP	Pembetulan Warna Anjakan Taburan Pikel
PWPI	Pembetulan Warna Melalui Penyesuaian Imej
PWPP	Pembetulan Warna Melalui Penyekatan Penepuan
SE	Entropi Shannon (<i>Shannon Entropy</i>)
SG	Terteduh Kelabu (<i>Shades of Grey</i>)

SENARAI SIMBOL

γ^B	Faktor kuasa pembedulan bagi saluran warna biru
γ^G	Faktor kuasa pembedulan bagi saluran warna hijau
γ^R	Faktor kuasa pembedulan bagi saluran warna merah
ϕ	Had boleh suai algoritma PWPI
$l_{P \max}$	Jarak maksimum piksel asal daripada titik asalan satah 2D RGB
$ P_{\max} $	Jarak maksimum piksel asal pada satah 2D CIE Lab
$ P'_{\max} $	Jarak maksimum piksel pada satah 2D CIE Lab selepas pembedulan warna
$l_{P'_{\max}}$	Jarak maksimum piksel setelah pembedulan daripada titik asalan satah 2D RGB
$ P $	Jarak piksel asal dari titik asalan satah 2D CIE Lab
l_P	Jarak piksel asal daripada titik asalan satah 2D RGB
$ P' $	Jarak piksel dari titik asalan satah 2D CIE Lab selepas pembedulan warna
$l_{P'}$	Jarak piksel setelah pembedulan daripada titik asalan satah 2D RGB
k_B	Kecerahan saluran warna biru bagi warna sumber pencahayaan

k_G	Kecerahan saluran warna hijau bagi warna sumber pencahayaan
k_R	Kecerahan saluran warna merah bagi warna sumber pencahayaan
P	Kedudukan piksel asal pada satah 2D RGB
P''	Kedudukan piksel asal pada satah 2D RGB selepas pembetulan kedua
P'	Kedudukan piksel asal pada satah 2D RGB selepas pembetulan pertama
$h_{LAB}(x)$	Nilai hue piksel imej asal
$h'_{LAB}(x)$	Nilai hue piksel imej keluaran
$f_B(x)$	Nilai kecerahan saluran warna biru bagi piksel
$f_G(x)$	Nilai kecerahan saluran warna hijau bagi piksel
$f_R(x)$	Nilai kecerahan saluran warna merah bagi piksel
$C_{LAB}(x)$	Nilai kromatik piksel imej asal
$C'_{LAB}(x)$	Nilai kromatik piksel imej keluaran
$f_a(x)$	Nilai saluran warna a bagi piksel
k_a	Nilai saluran warna a bagi warna sumber pencahayaan
$f_b(x)$	Nilai saluran warna b bagi piksel
k_b	Nilai saluran warna b bagi warna sumber pencahayaan

$f_L(x)$	Nilai saluran warna L bagi piksel
k_L	Nilai saluran warna L bagi warna sumber pencahayaan
η_B	Pekali hipotesis von Kries bagi saluran warna biru
η_G	Pekali hipotesis von Kries bagi saluran warna hijau
η_R	Pekali hipotesis von Kries bagi saluran warna merah
$\Delta h_{LAB}(x)$	Perbezaan di antara nilai hue bagi piksel imej asal dan imej keluaran
$H_{AB}(a, b)$	Satah 2D a-b CIE Lab
$H_{BG}(b, g)$	Satah 2D Biru-Hijau
$H_{BR}(b, r)$	Satah 2D Biru-Merah
$H_{LA}(L, a)$	Satah 2D L-a CIE Lab
$H_{LB}(L, b)$	Satah 2D L-b CIE Lab
$H_{RG}(r, g)$	Satah 2D Merah-Hijau
α	Sudut asal piksel sebelum pembetulan
α_{new}	Sudut pembetulan baharu bagi piksel pada satah 2D RGB
γ_{LA}	Sudut pembetulan satah 2D L-a CIE Lab
γ_{LB}	Sudut pembetulan satah 2D L-b CIE Lab

γ	Sudut pembetulan satah 2D RGB
α'	Sudut piksel selepas pembetulan pertama pada satah 2D CIE Lab
Q_{BG}	Titik rujukan satah 2D Biru-Hijau
Q_{BR}	Titik rujukan satah 2D Biru-Merah
Q_{LA}	Titik rujukan satah 2D L-a CIE Lab
Q_{LB}	Titik rujukan satah 2D L-b CIE Lab
Q_{RG}	Titik rujukan satah 2D Merah-Hijau

ALGORITMA-ALGORITMA PEMBETULAN WARNA BAHARU UNTUK IMEJ DIGITAL BERWARNA

ABSTRAK

Algoritma pembetulan warna imej digital penting untuk mengurangkan kesan warna sumber pencahayaan yang tidak sekata dalam sesuatu imej digital berwarna. Algoritma pembetulan warna terbahagi kepada dua proses iaitu proses penganggaran warna sumber pencahayaan sekeliling dan proses pembetulan. Walaupun terdapat pelbagai algoritma pembetulan warna yang diperkenalkan, namun imej keluaran yang dihasilkan masih mempunyai kesan fenomena penepuan dan terlebih pembetulan. Bagi mengatasi kekurangan algoritma konvensional ini, tiga algoritma pembetulan warna baharu diperkenalkan iaitu algoritma Pembetulan Warna Anjakan Taburan Pikel (PWATP), Pembetulan Warna Penyekatan Penepuan (PWPP), dan Pembetulan Warna Melalui Penyesuaian Imej (PWPI). Algoritma yang diperkenalkan mengaplikasikan pembetulan warna berdasarkan kepada proses penganjakan piksel pada satah 2D dua saluran warna. Daripada keputusan analisa kualitatif yang dijalankan, didapati algoritma PWATP berjaya menghasilkan imej keluaran terbaik bagi imej dalaman. Warna kulit manusia yang dihasilkan kelihatan lebih semula jadi dan menarik. Algoritma PWPP yang mengaplikasikan algoritma penyekatan penepuan didapati sesuai digunakan bagi memperbetulkan imej yang mempunyai kawasan terlebih pendedahan. Algoritma PWPI pula didapati paling sesuai digunakan bagi imej bawah laut dengan kesan fenomena terlebih pembetulan yang minimum berbanding algoritma pembetulan warna yang lain. Hasil keputusan analisa kuantitatif menunjukkan ketiga-tiga algoritma pembetulan warna yang dihasilkan bukan sahaja dapat memperbetulkan warna imej yang digunakan, malah

mengekalkan kecerahan imej dan meningkatkan maklumat yang terkandung pada imej, meningkatkan indeks semula jadi, dan meningkatkan beza jelas imej. Satu analisa kuantitatif baharu yang dinamakan Analisa Penentuan Penepuan Imej (APPI) juga diperkenalkan di dalam penyelidikan ini. Analisa APPI berjaya mengesan piksel-piksel yang mengalami fenomena penepuan dan terlebih pembetulan dengan lebih tepat dan adil. Keputusan yang diperolehi juga dapat dihubungkan dan selari dengan analisa yang dijalankan secara kualitatif.

NEW COLOR CORRECTION ALGORITHMS FOR DIGITAL COLOR IMAGE

ABSTRACT

Color correction algorithm for digital color image is important to reduce the impact of inhomogeneous surrounding illumination in digital color image. Color correction algorithm is divided into two main processes, namely the surrounding illumination color estimation process and color correction process. Although there are various color correction algorithms introduced, the resultant images produced are still prone to the effect of saturated and over-corrected phenomenon. To overcome the drawback of these conventional algorithms, three new color correction algorithms were introduced namely Pixel Distribution Color Correction (PDCC), Saturation Avoidance Color Correction (SACC) and Adaptive Color Correction (ACC). The proposed algorithms apply the color correction processes by shifting the pixel distribution based on the 2D two color channel plane. From the qualitative analysis results, the PDCC algorithm was able to produce the best resultant image for indoor images. The produced human skin color looks more natural and more pleasantly in viewing. The SACC algorithm which employs the saturation limitation algorithm was found to be suitable to correct the over-exposed area on the image. The ACC algorithm on the other hand is the most suitable algorithm to be used to correct the color of underwater images with effect of minimal saturation phenomenon as compared to other conventional color correction algorithm. The results of quantitative analysis showed that all the proposed three color correction algorithms not only have the ability to correct the colors of the images, but also are able to preserve the brightness of the image, enhance the image details, increase naturalness

index, and increase the contrast of the image. A new quantitative analysis namely Saturation Pixel Detection Analysis (SPDA) is also introduced in this research. The SPDA analysis successfully detects the saturated and over-corrected pixel more accurately and unbiased. The result produced by SPDA can be correlated and coherent with the qualitative analysis carried out.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan teknik penglihatan mesin [*computer vision techniques (CVT)*] bagi mengatasi masalah yang melibatkan analisa imej secara manual telah meningkat dari masa ke semasa. Bagi memperoleh keputusan yang lebih tepat dan cepat, penggunaan CVT ini memerlukan prestasi pemrosesan imej yang tinggi. Namun begitu, dengan berkembangnya teknologi elektronik yang pesat, CVT dapat digunakan di dalam pelbagai bidang bagi membantu para pengguna mahupun penyelidik. Penggunaan CVT ini secara langsung telah dibuktikan dapat mengurangkan berlakunya ralat pengguna (*human error*) (Mandal *et al.*, 2012). Di antara bidang yang mengaplikasikan CVT dalam sistem mereka adalah bidang keselamatan seperti pengecaman objek dan wajah (Moon *et al.*, 2010; Tzanidou *et al.*, 2013) dan sistem biometrik (Hayashi dan Taguchi, 2012). Selain itu, bidang industri juga sering menggunakan CVT untuk pengawalan kualiti (Aiteanu *et al.*, 2005; Wei *et al.*, 2010) dan sistem automasi (Wei *et al.*, 2012).

CVT pada umumnya terbahagi kepada dua proses utama. Proses pertama melibatkan proses perakaman imej dan proses kedua tertumpu kepada proses penganalisan imej yang telah dirakam menggunakan algoritma tertentu. Jika CVT dibandingkan dengan sistem visual manusia [*Human Visual Sistem (HVS)*], pelaksanaan CVT dan HVS adalah hampir sama. Perkara ini dapat diterangkan dengan lebih lanjut dengan berpandukan pada Rajah 1.1.