บทที่ 3

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้จัดการสี

ในส่วนของการออกแบบเครื่องมือที่ใช้จัดการสีนี้ จะกล่าวถึงการเลือกขอบเขตภายในภาพ การเปลี่ยนสีภายในขอบเขตที่เลือก การแปลงชนิดของภาพ การปรับค่าความสว่างและความเปรียบต่างของภาพ การปรับค่าสีสัน ความอิ่มตัวสีและความเข้มแสงของภาพ การปรับค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพ การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำ และส่วนสุดท้ายคือการผสมภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การเลือกขอบเขตภายในภาพ

การเลือกขอบเขตภายในภาพทำได้โดยการกำหนดขอบเขตโดยผู้ใช้และโดยตัวโปรแกรม ซึ่งการกำหนดขอบเขตโดยผู้ใช้นั้น สามารถกำหนดเป็นรูปสี่เหลี่ยม วงกลม วงรี และการกำหนดขอบเขตโดยอิสระตามการลากเมาส์ ส่วนการกำหนดขอบเขตโดยตัวโปรแกรมนั้นใช้การเติบโตของขอบเขตโดยการรวบรวมจุดภาพ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะการกำหนดขอบเขตที่ใช้การเติบโตของขอบเขตโดยการรวบรวมจุดภาพเท่านั้น

การกำหนดขอบเขตที่ใช้การเติบโตของขอบเขตโดยการรวบรวมจุดภาพนั้น ต้องกำหนดประเภทและเปอร์เซนต์ความแตกต่างของสี เพื่อใช้เป็นค่าขีดแบ่งว่าจุดภาพนั้นควรอยู่ในขอบเขตเดียวกันหรือไม่ ซึ่งการกำหนดประเภทความแตกต่างของสี สามารถกำหนดได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. ระยะระดับความเทา (Gray Distance) เป็นการกำหนดความแตกต่างระหว่างสีสองสีใดๆ โดยพิจารณาจากค่าระดับความเทาของสองสีนั้น ถ้าให้สีแรกมีค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเป็น (R_1, G_1, B_1) และสีที่สองมีค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเป็น (R_2, G_2, B_2) โดยสีแรกมีระดับความเทาเป็น Y_1 และสีที่สองมีระดับความเทาเป็น Y_2 สามารถหาค่า Y_1 และ Y_2 ได้ดังสมการที่ 3.1 (Foley และคนอื่นๆ, 1992) ซึ่งค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

$$Y_1 = 0.299\ R_1 + 0.587\ G_1 + 0.114\ B_1$$

$$Y_2 = 0.299\ R_2 + 0.587\ G_2 + 0.114\ B_2$$

$$\text{ระยะระดับความเทา} = \text{abs}\ (Y_1 - Y_2) \qquad \ldots (3.1)$$

2. ระยะอาร์จีบี (RGB Distance) เป็นการกำหนดความแตกต่างระหว่างสีสองสีใดๆ โดยพิจารณาจากค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของสองสีนั้น ถ้าให้ค่าสีแดงสีเขียวและสีน้ำเงินของสีที่ 1 และสีที่ 2 เป็น (R_1, G_1, B_1) และ (R_2, G_2, B_2) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ส่วน (r_1, g_1, b_1) และ (r_2, g_2, b_2) เป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ของสีที่ 1 และสีที่ 2 ตามลำดับ แล้วจะสามารถหาความแตกต่างของสีได้ดังสมการที่ 3.2 (Rimmer, 1992)

$$r_1 = R_1 / 255$$
$$g_1 = G_1 / 255$$
$$b_1 = B_1 / 255$$
$$r_2 = R_2 / 255$$
$$g_2 = G_2 / 255$$
$$b_2 = B_2 / 255$$
$$\text{ระยะอาร์จีบี} = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad \text{... (3.2)}$$

3. ระยะสีสัน (Hue Distance) เป็นการกำหนดความแตกต่างระหว่างสีสองสีใดๆ โดยพิจารณาจากค่าสีสันของสองสีนั้น ซึ่งจะต้องแปลงค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินให้เป็นค่าสีสันก่อน ถ้ากำหนดให้สีแรกมีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R_1, G_1, B_1) และสีที่สองมีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R_2, G_2, B_2) โดยสีแรกมีค่าสีสันเป็น H_1 และสีที่สองมีค่าสีสันเป็น H_2 ซึ่ง H_1 และ H_2 มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา สามารถหาค่า H_1 และ H_2 ได้ดังสมการที่ 3.3 (Gonzalez และ Woods, 1992)

$$H_1 = \arccos [(0.5 * ((R_1 - G_1) + (R_1 - B_1))) / ((R_1 - G_1)^2 + (R_1 - B_1) * (G_1 - B_1))^{1/2}]$$
$$H_2 = \arccos [(0.5 * ((R_2 - G_2) + (R_2 - B_2))) / ((R_2 - G_2)^2 + (R_2 - B_2) * (G_2 - B_2))^{1/2}]$$
$$\text{ระยะสีสัน} = \text{abs} (H_1 - H_2) \quad \text{... (3.3)}$$

4. ระยะตามแบบจำลองสี CIELUV (CIELUV Distance) ถ้ากำหนดให้สีใดๆมีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R, G, B) โดยที่ R, G และ B มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 และกำหนดให้ (r , g, b) เป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 จะได้ว่า

$$r = R / 255$$
$$g = G / 255$$
$$b = B / 255 \quad \text{... (3.4)}$$

การแปลงค่าพิกัดสีในแบบจำลองสีอาร์จีบีเป็นค่าพิกัดสีในแบบจำลองสี CIELUV ต้องแปลงค่าพิกัดสีในแบบจำลองสีอาร์จีบีเป็นค่าพิกัดสีในแบบจำลองสี CIEXYZ เสียก่อน ดังสมการที่ 3.5 (Pitas, 1993)

$$X = 0.607\ r + 0.174\ g + 0.201\ b$$
$$Y = 0.299\ r + 0.587\ g + 0.114\ b$$
$$Z = 0.000\ r + 0.066\ g + 1.117\ b \qquad \text{... (3.5)}$$

ส่วนการแปลงค่าพิกัดสีในแบบจำลองสี CIEXYZ เป็นพิกัดสีในแบบจำลองสี CIELUV สามารถทำได้ดังสมการที่ 3.6 (Foley และคนอื่นๆ, 1992) ถ้ากำหนดให้สีขาวมีค่าเป็น (X_n, Y_n, Z_n)

$$L^* = 116\,(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \qquad ; Y/Y_n > 0.01$$
$$u^* = 13\,L^*\,(u' - u_n')$$
$$v^* = 13\,L^*\,(v' - v_n')$$
$$u' = 4X / (X + 15Y + 3Z)$$
$$v' = 9Y / (X + 15Y + 3Z)$$
$$u_n' = 4X_n / (X_n + 15Y_n + 3Z_n)$$
$$v_n' = 9Y_n / (X_n + 15Y_n + 3Z_n) \qquad \text{... (3.6)}$$

เนื่องจากสีขาวมีค่า (r, g, b) เป็น (1,1,1) ดังนั้นสามารถหาค่าของ (X_n, Y_n, Z_n) ได้ดังสมการที่ 3.7

$$X_n = 0.607(1) + 0.174(1) + 0.201(1) = 0.982$$
$$Y_n = 0.299(1) + 0.587(1) + 0.114(1) = 1$$
$$Z_n = 0.000(1) + 0.066(1) + 1.117(1) = 1.183 \qquad \text{... (3.7)}$$

จะได้ว่า (X_n, Y_n, Z_n) = (0.982, 1, 1.183) และสามารถหาค่าของ u_n' และ v_n' ได้ดังสมการที่ 3.8

$$u_n' = 4\,(0.982) / (0.982 + 15(1) + 3(1.183)) = 0.2011$$
$$v_n' = 9\,(1) / (0.982 + 15(1) + 3(1.183)) = 0.4608 \qquad \text{... (3.8)}$$

ดังนั้นจากสมการที่ 3.6 จะได้ว่า

$$L^* = 116\,Y^{1/3} - 16 \qquad ; Y > 0.01$$
$$u^* = 13\,L^*\,((4X / (X + 15Y + 3Z)) - 0.2011)$$
$$v^* = 13\,L^*\,((9Y / (X + 15Y + 3Z)) - 0.4608) \qquad \text{... (3.9)}$$

ถ้าให้สีสองสีใดๆมีค่า L*, u* และ v* เป็น (L_1^*, u_1^*, v_1^*) และ (L_2^*, u_2^*, v_2^*) จะได้ว่าระยะระหว่างสีเป็นดังสมการที่ 3.10 (Foley และคนอื่นๆ, 1992)

$$\Delta E^*_{uv} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2)^{1/2} \qquad \text{... (3.10)}$$

หลังจากกำหนดประเภทของความแตกต่างของสีที่นำมาพิจารณาในการเติบโตของขอบเขตแล้ว ต้องกำหนดจุดเริ่มต้นการเติบโต โดยการกดปุ่มซ้ายของเมาส์ลงบนจุดภาพที่ต้องการ รวมทั้งกำหนดเปอร์เซนต์ความแตกต่างของสีที่ใช้เป็นค่าขีดแบ่งว่าจุดภาพนั้นอยู่ในขอบเขตเดียวกันหรือไม่ ส่วนการเติบโตของขอบเขตนั้นพิจารณาจุดที่อยู่ล้อมรอบทั้ง 8 จุด ว่าจุดใดมีความแตกต่างของสีเทียบกับจุดเริ่มต้นน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งที่กำหนดหรือไม่ ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งก็ถือว่าอยู่ในขอบเขตเดียวกัน

3.2 การเปลี่ยนสีภายในขอบเขตที่เลือก

การเปลี่ยนสีภายในขอบเขตที่เลือกนั้นสามารถกระทำได้ทั้งการเปลี่ยนสีในลักษณะของการเทสีและการเปลี่ยนสีในลักษณะที่คงการไล่โทนของสีเดิมไว้ ซึ่งการเปลี่ยนสีในลักษณะของการเทสีนั้นทำให้ภายในขอบเขตนั้นเปลี่ยนเป็นสีใหม่ที่มีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินค่าเดียวกัน

ส่วนการเปลี่ยนสีในลักษณะที่คงการไล่โทนของสีเดิมนั้น สามารถทำได้ 3 แบบคือ

1. การเปลี่ยนสีโดยการปรับสีภายในขอบเขตด้วยผลต่างของค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินระหว่างสีใหม่กับสีของจุดเปรียบเทียบ ถ้าผู้ใช้กำหนดจุดเปรียบเทียบอยู่ที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งมีค่าสีเป็น (R_1, G_1, B_1) ต้องการเปลี่ยนสีของจุดเปรียบเทียบนี้เป็นสีใหม่ที่มีค่าสีเป็น (R_2, G_2, B_2) จะต้องปรับค่าสีของจุดภาพอื่นๆที่อยู่ภายในขอบเขตด้วยค่า ($R_2 - R_1$, $G_2 - G_1$, $B_2 - B_1$)

2. การเปลี่ยนสีโดยการปรับสีภายในขอบเขตด้วยผลต่างของค่าสีสัน ระหว่างสีใหม่กับสีของจุดเปรียบเทียบ ถ้าผู้ใช้กำหนดจุดเปรียบเทียบอยู่ที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งมีค่าสีเป็น (R_1, G_1, B_1) และค่าสีสันเป็น H_1 ต้องการเปลี่ยนสีของจุดเปรียบเทียบนี้เป็นสีใหม่ที่มีค่าสีเป็น (R_2, G_2, B_2) ซึ่งมีค่าสีสันเป็น H_2 จะต้องปรับค่าสีของจุดภาพอื่นๆที่อยู่ภายในขอบเขตด้วยค่า $H_2 - H_1$ หลังจากนั้นแปลงค่าสีสันที่ปรับแล้วให้เป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของจุดภาพผลลัพธ์ต่อไป

3. การเปลี่ยนสีโดยการปรับสีภายในขอบเขตด้วยผลต่างของค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงระหว่างสีใหม่กับสีของจุดเปรียบเทียบ ถ้าผู้ใช้กำหนดจุดเปรียบเทียบอยู่ที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งมีค่าสีเป็น (R_1, G_1, B_1) และค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงเป็น (H_1, S_1, I_1) ต้องการเปลี่ยนสีของจุดเปรียบเทียบนี้เป็นสีใหม่ที่มีค่าสีเป็น (R_2, G_2, B_2) ซึ่งมีค่าสีสันเป็น (H_2, S_2, I_2) จะต้องปรับค่าสีของจุดภาพอื่นๆที่อยู่ภายในขอบเขตด้วยค่า ($H_2 - H_1$, $S_2 - S_1$, $I_2 - I_1$) หลังจากนั้นแปลงค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงที่ปรับแล้วให้เป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของจุดภาพผลลัพธ์ต่อไป

3.3 การแปลงชนิดของภาพ

ในส่วนของการแปลงชนิดของภาพจะกล่าวถึงการแปลงชนิดของภาพเป็นภาพระดับความเทา ภาพขาวดำ ภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การแปลงชนิดของภาพจากภาพขาวดำ ภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิตเป็นภาพระดับความเทา

การแปลงชนิดของภาพจากภาพขาวดำ ภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิตเป็นภาพระดับความเทา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือการสร้างตารางสีและการหาค่าระดับความเทาของจุดภาพ ซึ่งจะเป็นค่าตัวชี้ที่ชี้ไปยังค่าในตารางสีด้วย การสร้างตารางสีสำหรับภาพระดับความเทานี้ ในแต่ละรายการของตารางสีจะมีค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากัน โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ตามลำดับ ส่วนการหาค่าระดับความเทาของจุดภาพนั้น ในกรณีของภาพขาวดำ ถ้าจุดภาพใดเป็นสีดำ ค่าระดับความเทาของจุดภาพนั้นจะเป็น 0 และถ้าจุดภาพใดเป็นสีขาว ค่าระดับความเทาของจุดภาพนั้นก็จะเป็น 255 ส่วนกรณีของภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิตนั้น สามารถหาค่าระดับความเทาได้จากสมการที่ 3.11 (Foley และคนอื่นๆ, 1992)

$$Y = 0.299\ R + 0.587\ G + 0.114\ B \qquad \ldots (3.11)$$

เมื่อ Y คือค่าระดับความเทาของจุดภาพ R, G และ B คือค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของจุดภาพ ซึ่งค่าเหล่านี้มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

3.3.2 การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทา ภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิตเป็นภาพขาวดำ

การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทา ภาพสี 256 สี และภาพสี 24 บิตเป็นภาพขาวดำ สามารถทำได้ 3 วิธีคือ การแปลงโดยการใช้ค่าขีดแบ่ง การแปลงโดยทำดิทเธอร์แบบแพทเทิร์น และการแปลงโดยทำดิทเธอร์แบบกระจายความผิดพลาด ซึ่งในกรณีของภาพสี 256 สีและภาพสี 24 บิต จะต้องแปลงภาพสีนั้นเป็นภาพระดับความเทาเสียก่อนแล้วจึงนำมาแปลงเป็นภาพขาวดำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.3.2.1 การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทาเป็นภาพขาวดำโดยการใช้ค่าขีดแบ่ง

การแปลงโดยวิธีการนี้ จะกำหนดค่าขีดแบ่งซึ่งมีค่าโดยปริยายเป็น 128 ค่าขีดแบ่งนี้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ หากผู้ใช้ไม่ทราบว่าควรจะใช้ค่าเท่าใดจึงจะเหมาะสม ผู้ใช้สามารถดูได้จากฮิสโตแกรมของระดับความเทาของภาพ หลังจากนั้นพิจารณาค่าระดับความเทาของแต่ละจุดภาพว่ามากกว่าค่าขีดแบ่งหรือไม่ ถ้าค่าระดับความเทาของจุดภาพมากกว่าค่าขีดแบ่งแล้วจุดภาพในภาพผลลัพธ์จะเป็นสีขาว และถ้าค่าระดับความเทาของจุดภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง แล้วจุดภาพในภาพผลลัพธ์จะเป็นสีดำ

3.3.2.2 การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทาเป็นภาพขาวดำโดยการทำดิทเธอร์แบบใช้แพทเทิร์น

การทำดิทเธอร์แบบแพทเทิร์นจะใช้ดิทเธอร์แพทเทิร์นลำดับจุดแบบกระจาย (Dispersed-Dot-Ordered Dither Pattern) ซึ่งเหมาะสมกับจอภาพซีอาร์ที โดยใช้ดิทเธอร์แพทเทิร์นของเบเยอร์ที่กำหนดเมตริกซ์ $D^{(2)}$ เป็นดังสมการที่ 3.12 (Foley และคนอื่นๆ, 1992)

$$D^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{... (3.12)}$$

สำหรับดิทเธอร์เมตริกซ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถหา $D^{(2n)}$ จาก $D^{(n)}$ ได้ดังสมการที่ 3.13 (Foley และคนอื่นๆ, 1992) โดยกำหนดให้ $U^{(n)}$ เป็นเมตริกซ์ขนาด nxn ที่มีสมาชิกทุกตัวเป็น 1

$$D^{(n)} = \begin{bmatrix} 4D^{(n/2)} + D_{00}^{(2)} U^{(n/2)} & 4D^{(n/2)} + D_{01}^{(2)} U^{(n/2)} \\ 4D^{(n/2)} + D_{10}^{(2)} U^{(n/2)} & 4D^{(n/2)} + D_{11}^{(2)} U^{(n/2)} \end{bmatrix} \quad \text{... (3.13)}$$

ซึ่งเมื่อนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้เพื่อหา $D^{(4)}$ จะได้ดิทเธอร์เมตริกซ์ขนาด 4x4 ดังสมการที่ 3.14

$$D^{(4)} = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 2 & 10 \\ 12 & 4 & 14 & 6 \\ 3 & 11 & 1 & 9 \\ 15 & 7 & 13 & 5 \end{bmatrix} \quad \text{... (3.14)}$$

และเมื่อนำความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.13 มาหา $D^{(8)}$ จะได้ดิทเธอร์เมตริกซ์ขนาด 8x8 ดังสมการที่ 3.15 และสมการที่ 3.16 และเมื่อนำ $D^{(8)}$ มาหา $D^{(16)}$ จะได้ดิทเธอร์เมตริกซ์ขนาด 16x16 ดังสมการที่ 3.17

$$D^{(8)} = \begin{bmatrix} 4D^{(4)} + D_{00}^{(2)} U^{(4)} & 4D^{(4)} + D_{01}^{(2)} U^{(4)} \\ 4D^{(4)} + D_{10}^{(2)} U^{(4)} & 4D^{(4)} + D_{11}^{(2)} U^{(4)} \end{bmatrix} \quad \text{... (3.15)}$$

$$D^{(8)} = \begin{bmatrix} 0 & 32 & 8 & 40 & 2 & 34 & 10 & 42 \\ 48 & 16 & 64 & 24 & 50 & 18 & 66 & 26 \\ 12 & 44 & 4 & 36 & 14 & 46 & 6 & 38 \\ 60 & 28 & 52 & 20 & 62 & 30 & 54 & 22 \\ 3 & 35 & 11 & 43 & 1 & 33 & 9 & 41 \\ 51 & 19 & 67 & 27 & 49 & 17 & 65 & 25 \\ 15 & 47 & 7 & 39 & 13 & 45 & 5 & 37 \\ 63 & 31 & 55 & 23 & 61 & 29 & 53 & 21 \end{bmatrix} \quad \text{... (3.16)}$$

หลังจากที่ได้แพทเทิร์นขนาด 16x16 แล้ว นำแพทเทิร์นนั้นวางทาบลงบนภาพ โดยเริ่มตั้งแต่มุมบนซ้ายที่ตำแหน่ง (0, 0) ณ ตำแหน่ง (x, y) ใดๆ พิจารณาค่าระดับความเทาของจุดนั้นเปรียบเทียบกับค่าใน

แพทเทิร์นตัวที่ (x modulo 16, y modulo 16) ถ้าค่าระดับความเทาของจุดภาพมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในแพทเทิร์น ให้กำหนดค่าของจุดภาพในภาพผลลัพธ์เป็น 0 และถ้าค่าระดับความเทามากกว่าค่าในแพทเทิร์นให้กำหนดค่าของจุดภาพในภาพผลลัพธ์เป็น 1 ทำจนกระทั่งครบทุกตำแหน่งในแพทเทิร์น แล้วเลื่อนแพทเทิร์นไปยังตำแหน่งที่ยังไม่ได้พิจารณาต่อไป

$$D^{(16)} = \begin{bmatrix} 4D^{(8)} + D_{00}{}^{(2)}U^{(8)} & 4D^{(8)} + D_{01}{}^{(2)}U^{(8)} \\ 4D^{(8)} + D_{10}{}^{(2)}U^{(8)} & 4D^{(8)} + D_{11}{}^{(2)}U^{(8)} \end{bmatrix} \quad \ldots (3.17)$$

$$\begin{bmatrix}
0 & 128 & 32 & 160 & 8 & 136 & 40 & 168 & 2 & 130 & 34 & 162 & 10 & 138 & 42 & 170 \\
192 & 64 & 256 & 96 & 200 & 72 & 264 & 104 & 194 & 66 & 258 & 98 & 202 & 74 & 266 & 106 \\
48 & 176 & 16 & 144 & 56 & 184 & 24 & 152 & 50 & 178 & 18 & 146 & 58 & 186 & 26 & 154 \\
240 & 112 & 208 & 80 & 248 & 120 & 216 & 88 & 242 & 114 & 210 & 82 & 250 & 122 & 218 & 90 \\
12 & 140 & 44 & 172 & 4 & 132 & 36 & 164 & 14 & 142 & 46 & 174 & 6 & 134 & 38 & 166 \\
204 & 76 & 268 & 108 & 196 & 68 & 260 & 100 & 206 & 78 & 270 & 110 & 198 & 70 & 262 & 102 \\
60 & 188 & 28 & 156 & 552 & 180 & 20 & 148 & 62 & 190 & 30 & 158 & 54 & 182 & 22 & 150 \\
252 & 124 & 220 & 92 & 244 & 116 & 212 & 84 & 254 & 126 & 222 & 94 & 246 & 118 & 214 & 86 \\
0 & 131 & 35 & 163 & 11 & 139 & 43 & 171 & 1 & 129 & 33 & 161 & 9 & 137 & 41 & 169 \\
195 & 67 & 259 & 99 & 203 & 75 & 267 & 107 & 193 & 65 & 257 & 97 & 201 & 73 & 265 & 105 \\
51 & 179 & 19 & 147 & 59 & 187 & 27 & 155 & 49 & 177 & 17 & 145 & 57 & 185 & 25 & 153 \\
243 & 115 & 211 & 83 & 251 & 123 & 219 & 91 & 241 & 113 & 209 & 81 & 249 & 121 & 217 & 89 \\
15 & 143 & 47 & 175 & 7 & 135 & 39 & 167 & 13 & 141 & 45 & 173 & 5 & 133 & 37 & 165 \\
207 & 79 & 271 & 111 & 199 & 71 & 263 & 103 & 205 & 77 & 269 & 109 & 197 & 69 & 261 & 101 \\
63 & 191 & 31 & 159 & 55 & 183 & 23 & 151 & 61 & 189 & 29 & 157 & 53 & 181 & 21 & 149 \\
255 & 127 & 223 & 95 & 247 & 119 & 215 & 87 & 253 & 125 & 221 & 93 & 245 & 117 & 213 & 85
\end{bmatrix}$$

3.2.2.3 การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทาเป็นภาพขาวดำโดยการทำดิทเธอร์แบบกระจายความผิดพลาด

การทำดิทเธอร์แบบกระจายความผิดพลาด จะนำค่าความผิดพลาด (ความแตกต่างระหว่างค่าจริงของจุดบนภาพต้นฉบับกับค่าประมาณที่ใช้ในการแสดงผล) บวกเข้ากับค่าของจุดสี่จุดที่ล้อมรอบอยู่ โดย 7/16 ของค่าความผิดพลาดจะถูกบวกให้กับจุดที่อยู่ทางขวา 3/16 ของค่าความผิดพลาดจะถูกบวกให้กับจุดที่อยู่มุมล่างซ้าย 5/16 ของค่าความผิดพลาดจะถูกบวกให้กับจุดที่อยู่ด้านล่าง และ 1/16 ของค่าความผิดพลาดจะถูกบวกให้กับจุดที่อยู่มุมล่างขวา

ถ้าให้ K เป็นค่าประมาณที่ใช้ในการแสดงผลและ S[x,y] เป็นค่าจริงของจุดภาพในภาพต้นฉบับแล้ว ค่าความผิดพลาด (Error) จะเท่ากับ S[x,y] - K และสามารถกระจายความผิดพลาดให้กับจุดสี่จุดที่อยู่ล้อมรอบได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 : กระจาย 7/16 ของค่าความผิดพลาดให้กับจุดที่อยู่ทางขวาคือที่ตำแหน่ง (x+1,y)

$$S[x+1,y] = S[x+1,y] + 7 * error/16 \quad \text{... (3.18)}$$

ขั้นที่ 2 : กระจาย 3/16 ของค่าความผิดพลาดให้กับจุดที่อยู่มุมล่างซ้ายคือที่ตำแหน่ง (x-1,y+1)

$$S[x-1,y+1] = S[x-1,y+1] + 3 * error/16 \quad \text{... (3.19)}$$

ขั้นที่ 3 : กระจาย 5/16 ของค่าความผิดพลาดให้กับจุดที่อยู่ด้านล่างที่คือตำแหน่ง (x,y+1)

$$S[x,y+1] = S[x,y+1] + 5 * error/16 \quad \text{... (3.20)}$$

ขั้นที่ 4 : กระจาย 1/16 ของค่าความผิดพลาดให้กับจุดที่อยู่มุมล่างขวาคือที่ตำแหน่ง (x+1,y+1)

$$S[x+1,y+1] = S[x+1,y+1] + error/16 \quad \text{... (3.21)}$$

โดยผลรวมของค่าความผิดพลาดที่กระจายให้กับจุดทั้งสี่จะต้องเท่ากับค่าความผิดพลาดจริงโดยไม่มีการปัดเศษ ซึ่งสามารถทำได้โดยคำนวณในขั้นที่ 4 จากการหักลบค่าความผิดพลาดออกด้วยผลรวมของ 3 ส่วนแรก

3.3.3 การแปลงชนิดของภาพจากภาพขาวดำ ภาพระดับความเทาและภาพสี 24 บิตเป็นภาพสี 256 สี

การแปลงชนิดของภาพจากภาพขาวดำเป็นภาพสี 256 สีทำได้โดยสร้างตารางสี 256 สี ที่มีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากันในแต่ละรายการ ตั้งแต่ 0-255 แล้วเปลี่ยนค่าตัวชี้ใหม่ โดยถ้าค่าของจุดภาพเดิมเป็นสีดำก็ให้ค่าตัวชี้ใหม่เป็น 0 และถ้าจุดภาพเดิมเป็นสีขาวก็เปลี่ยนค่าตัวชี้เป็น 255

การแปลงชนิดของภาพจากภาพระดับความเทาเป็นภาพสี 256 สี เพียงแต่เปลี่ยนค่าตัวแปรในโปรแกรม ซึ่งเป็นแฟล็กที่บ่งชี้ว่าเป็นภาพสี 256 สี ส่วนข้อมูลตารางสีและค่าของจุดภาพยังมีค่าเหมือนเดิม

ส่วนการแปลงชนิดของภาพจากภาพสี 24 บิตเป็นภาพสี 256 สี ในงานวิจัยนี้เลือกทำไว้ 3 วิธีคือ

1. การสร้างตารางสีคงที่ 256 สีที่มีค่าดังตารางที่ 3.1 (Pradit Pinyopaskul, 1995) ซึ่งค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินที่เป็นไปได้ คือ 0, 51, 102, 153, 204 และ 255 หลังจากที่สร้างตารางสีแล้วต้องเปลี่ยนค่าตัวชี้ของจุดภาพเป็นค่าใหม่ ซึ่งสามารถหาค่าตัวชี้ได้จากการคำนวนดังสมการที่ 3.22 คือ

$$Index = (R / 51) * 36 + (G / 51) * 6 + (B / 51) \quad \text{... (3.22)}$$

2. การสร้างตารางสีคงที่ 4096 สีแล้วเลือกสี 256 สีที่มีการใช้งานมากที่สุด การสร้างตารางสีคงที่ 4096 สีนั้นทำได้โดยให้ค่าที่เป็นไปได้สำหรับสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน คือ 0, 17, 34, 51, 68, 85, 102, 119, 136, 153, 170, 187, 204, 221, 238 และ 255 (Pradit Pinyopaskul, 1995) นำค่าที่เป็นไปได้เหล่านั้นมาสร้างตารางคงที่ที่มีจำนวนรายการ 4096 รายการ แล้วอ่านค่าของจุดภาพมาทีละจุด นำมาหาค่าตัวชี้ดังสมการที่ 3.23 แล้วเพิ่มค่าความถี่ของสีในรายการนั้น ทำเช่นนี้กับทุกจุดภาพ หลังจากนั้นเรียงลำดับค่าในตารางสีคงที่ 4096 สีตามลำดับความถี่ของจำนวนจุดภาพที่ใช้สีในแต่ละรายการ แล้วเลือก 256 สีที่มีความถี่สูงสุดเพื่อนำมาสร้างตารางสี 256 สี

$$\text{Index} = (R / 17) * 256 + (G / 17) * 16 + (B / 17) \quad \text{... (3.23)}$$

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางสีคงที่ 256 สีที่ใช้ในการแปลงภาพสี 24 บิตเป็นภาพสี 256 สี

รายการที่	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
0	0	0	0
1	0	0	51
2	0	0	102
3	0	0	153
4	0	0	204
5	0	0	255
6	0	51	0
7	0	51	51
I	I	I	I
36	51	0	0
37	51	0	51
I	I	I	I
215	255	255	255
216	255	255	255
I	I	I	I
255	255	255	255

3. การแปลงภาพ 24 บิตเป็นภาพ 256 สีโดยขั้นตอนวิธีที่เรียกว่า Median-Cut Algorithm (Rimmer, 1992) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

สร้างฮิสโตแกรมของค่าสีที่ใช้ในภาพ โดยลดจำนวนบิตของสีที่ใช้จากเดิม 24 บิตต่อจุดภาพเป็น 12 บิตต่อจุดภาพ สำหรับใช้แทนสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งทำให้ขนาดของฮิสโตแกรมมีขนาด 4096 รายการเท่านั้น ซึ่งจากการลดจำนวนบิตให้เหลือ 12 บิตทำให้มีการเปลี่ยนแปลงช่วงค่าของสีดำถึงสีขาวจาก (0,0,0) ถึง (255,255,255) เป็น (0,0,0) ถึง (15,15,15) การสร้างฮิสโตแกรมนั้นทำได้โดยจองเนื้อที่หน่วยความจำให้กับฮิสโตแกรม แล้วอ่านค่าสีของจุดภาพมาทีละจุด ลดจำนวนบิตของค่าสีเป็น 12 บิต เพื่อใช้ค่านี้เป็นตัวชี้ไปยังรายการในฮิสโตแกรมซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.24 แล้วเพิ่มค่าความถี่ของสีในรายการนั้น

$$\begin{aligned} \text{Index} = &((R \text{ Shift Right 4 Bit}) \text{ Shift Left 8 Bit}) + \\ &((G \text{ Shift Right 4 Bit}) \text{ Shift Left 4 Bit}) + \\ &(B \text{ Shift Right 4 Bit}) \end{aligned} \quad \ldots (3.24)$$

เมื่ออ่านจุดภาพจนครบทุกจุดแล้ว จะได้ฮิสโตแกรมของค่าสีที่มีค่าตั้งแต่ (0,0,0) ถึง (15,15,15) พิจารณาค่าสีที่อยู่ริมขอบรอบนอกว่ามีการใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ถูกใช้ให้ตัดค่าสีเหล่านั้นออกไป แล้วหาค่าผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแต่ละองค์ประกอบสีแดง สีเขียวหรือสีน้ำเงิน ว่าผลต่างในองค์ประกอบใดมีค่าสูงสุด ตัวอย่างเช่นพบว่าผลต่างในองค์ประกอบสีน้ำเงินมีค่าสูงสุด ให้จัดเรียงค่าในฮิสโตแกรมตามลำดับของสีน้ำเงิน หาค่ามัธยฐาน (Median) บนแกนสีน้ำเงิน แล้วตัดปริภูมิสีออกเป็นสองส่วน จะได้ลูกบาศก์ย่อยสองลูกที่มีจำนวนจุดภาพเท่ากัน ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆกับลูกบาศก์ย่อยจนกระทั่งได้ลูกบาศก์ย่อยจำนวน 4, 8, 16, 32 , 64, 128 และ 256 ลูกในที่สุด ซึ่งค่าสีในลูกบาศก์ย่อยยังเป็นค่าที่อยู่ในช่วง (0,0,0) ถึง (15,15,15) ต้องทำให้กลับไปอยู่ในช่วง (0,0,0) ถึง (255,255,255) แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าสีในแต่ละลูกบาศก์ย่อยดังในสมการที่ 3.25 เพื่อนำค่าสีไปสร้างตารางสี 256 สีที่เหมาะสม (ดูรูปที่ 2.8-2.12 ในบทที่ 2 ประกอบ)

$$\begin{aligned} R &= (\text{ผลรวมค่าสีแดงของจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย Shift Left 4 Bit})/ \text{ จำนวนจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย} \\ G &= (\text{ผลรวมค่าสีเขียวของจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย Shift Left 4 Bit})/ \text{ จำนวนจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย} \\ B &= (\text{ผลรวมค่าสีน้ำเงินของจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย Shift Left 4 Bit})/ \text{ จำนวนจุดภาพในลูกบาศก์ย่อย} \end{aligned} \quad \ldots (3.25)$$

3.3.4 การแปลงชนิดของภาพจากภาพขาวดำ ภาพระดับความเทาและภาพสี 256 สีเป็นภาพสี 24 บิต

ภาพชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่ภาพสี 24 บิตจะมีการใช้ตารางสี และค่าของจุดภาพจะเก็บเป็นค่าตัวชี้ที่ชี้ไปยังตารางสี ส่วนภาพสี 24 บิตไม่มีการใช้ตารางสี แต่จะเก็บค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของแต่ละจุดภาพโดยตรง ดังนั้นในการแปลงภาพใดๆเป็นภาพสี 24 บิต จึงทำได้โดยอ่านค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของจุดภาพแต่ละจุดมาเก็บโดยตรง

3.4 การปรับค่าความสว่างและความเปรียบต่างของภาพ

การปรับค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพสามารถทำได้โดยการเพิ่มค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินด้วยค่าที่เท่าๆกัน เช่นเดิมค่าของจุดภาพที่ตำแหน่ง (x,y) มีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R, G, B) ตามลำดับ เมื่อต้องการปรับค่าความสว่างเพิ่มขึ้น d ก็จะได้ค่าของจุดภาพใหม่เป็น (R+d, G+d , B+d) โดยที่ R+d, G+d และ B+d มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

ส่วนการปรับค่าความเปรียบต่างนั้นทำได้โดยกำหนดค่าเปอร์เซนต์ที่ต้องการปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงค่า -100 ถึง +100 ตัวอย่างเช่นต้องการปรับค่าความเปรียบต่างเพิ่มขึ้น C เปอร์เซนต์ จะต้องหาค่าขีดแบ่ง 2 ค่าคือ T1 และ T2 ดังสมการที่ 3.26

$$T1 = (C*255 / 100) / 2$$
$$T2 = 255 - T1 \qquad \text{... (3.26)}$$

หลังจากนั้นปรับค่าในช่วง T1 ถึง T2 เป็น 0 ถึง 255 โดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ซึ่งสามารถทำได้ตามกรณีต่างๆ ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้าค่าของจุดภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า T1 ให้เปลี่ยนค่าของจุดภาพเป็น 0
กรณีที่ 2 ถ้าค่าของจุดภาพมากกว่าค่า T2 ให้เปลี่ยนค่าของจุดภาพเป็น 255
กรณีที่ 3 ถ้าค่าของจุดภาพมากกว่า T1 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ T2 ให้เปลี่ยนค่าของจุดภาพเป็น
(ค่าของจุดภาพ - T1) * (255 / (T2 - T1))

3.5 การปรับค่าสีสัน ความอิ่มตัวสีและความเข้มแสงของภาพ

การปรับค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงตามแบบจำลองสีเอชเอสไอ ทำได้โดยการแปลงค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน เป็นค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสง ดังสมการที่ 3.27 เมื่อกำหนดให้ค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R, G, B) และค่าสีสัน ความอิ่มตัวสีและความเข้มแสงเป็น (H, S, I)

$$H = \arccos [(0.5 * ((R-G)+(R-B))) / ((R-G)^2 + (R-B)*(G-B))^{1/2}]$$
$$I = (R+G+B) / 3$$
$$S = 1 - ((3 / (R+G+B)) * \min (R,G,B)) \qquad \text{... (3.27)}$$

ถ้า B/I มีค่ามากกว่า G/I ค่ามุม H จะมากกว่า 180 องศา เนื่องจาก arccos มีค่าในช่วง 0 ถึง 180 องศา ดังนั้น H จะมีค่าเป็น 360 - H องศา

หลังจากแปลงค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็นค่าสีสัน ความอิ่มตัวสีและความเข้มแสงแล้ว ปรับค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงด้วยค่า dH, dS และ dI จะได้ค่าสีสัน ความอิ่มตัวสีและความเข้มแสงหลังจากปรับแล้วเป็น (H+dH, S+dS, I+dI) แล้วแปลงค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงที่ปรับแล้วให้เป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ถ้ากำหนดให้ r, g และ b เป็นสัดส่วนของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดย r + g + b = 1 โดยที่

$$r = R / (R+G+B),$$
$$g = G / (R+G+B),$$
$$b = B / (R+G+B) \quad \text{... (3.28)}$$

สามารถแปลงค่าสีสัน ความอิ่มตัวสี และความเข้มแสงเป็นค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ได้ตามกรณีต่างๆดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้า $0 < H <= 120$ องศา

$$r = (1/3) * (1 + S\cos H / \cos (60 - H))$$
$$b = (1/3) * (1-S)$$
$$g = 1 - (r+b) \quad \text{... (3.29)}$$

กรณีที่ 2 ถ้า $120 < H <= 240$ องศา

$$H = H - 120$$
$$g = (1/3) * (1 + S\cos H / \cos (60 - H))$$
$$r = (1/3) * (1-S)$$
$$b = 1 - (r+g) \quad \text{... (3.30)}$$

กรณีที่ 3 ถ้า $240 < H <= 360$ องศา

$$H = H - 240$$
$$b= (1/3) * (1 + S\cos H / \cos (60 - H))$$
$$g = (1/3) * (1-S)$$
$$r = 1 - (b+g) \quad \text{... (3.31)}$$

3.6 การปรับค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพ

การปรับค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของแต่ละจุดภาพทำได้โดยการเพิ่มค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินด้วยค่าตามที่ต้องการปรับสำหรับแต่ละสี ตัวอย่างเช่น ค่าของจุดภาพที่จุด (x,y) มีค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเป็น (R, G, B) เมื่อต้องการปรับค่าสีแดงเพิ่มขึ้น dR ต้องการปรับสีเขียวเพิ่มขึ้น dG และต้องการปรับ

ปรับสีน้ำเงินเพิ่มขึ้น dB ก็จะได้ค่าของจุดภาพใหม่เป็น (R+dR, G+dG , B+dB) โดยค่าที่ปรับได้นั้นอยู่ในช่วง -255 ถึง +255 สำหรับแต่ละสี และ R+dR, G+dG และ B+dB มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

3.7 การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน

การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินนั้นทำได้โดยอ่านค่าสีของจุดภาพแต่ละจุด นำค่าสีแดงของภาพต้นฉบับ ณ จุดนั้นไปเป็นค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ภาพที่ 1 (ภาพระดับความเทาของสีแดง) นำค่าสีเขียวของภาพต้นฉบับไปเป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ภาพที่ 2 (ภาพระดับความเทาของสีเขียว) และนำค่าสีน้ำเงินของภาพต้นฉบับไปเป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ที่ 3 (ภาพระดับความเทาของสีน้ำเงิน) ทำเช่นนี้จนครบทุกจุดภาพก็จะได้ภาพผลลัพธ์เป็นภาพระดับความเทาของสีแดง ภาพระดับความเทาของสีเขียวและภาพระดับความเทาของสีน้ำเงิน

3.8 การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำ

การแยกภาพให้เป็นภาพระดับความเทาของสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำนั้น ทำได้โดยอ่านค่าสีของจุดภาพแต่ละจุด แล้วหาค่าสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำของจุดภาพนั้นจากสมการ 3.32 เมื่อ R, G และ B คือค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน C_1, M_1 และ Y_1 เป็นค่าสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง และสีเหลืองตามแบบจำลองสีซีเอ็มวาย ส่วน C_2, M_2, Y_2 และ K คือค่าสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ จะได้ว่า (Foley และคนอื่นๆ, 1992)

$$
\begin{aligned}
C_1 &= 255 - R \\
M_1 &= 255 - G \\
Y_1 &= 255 - B \\
K &= \min (C_1, M_1, Y_1), \\
C_2 &= C_1 - K, \\
M_2 &= M_1 - K, \\
Y_2 &= Y_1 - K
\end{aligned}
\qquad \ldots (3.32)
$$

หลังจากที่ได้ค่าสีเขียวอมน้ำเงิน สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำแล้ว นำค่าสีเขียวอมน้ำเงินของภาพต้นฉบับ ณ จุดนั้นไปเป็นค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ภาพที่ 1 (ภาพระดับความเทาของสีเขียวอมน้ำเงิน) นำค่าสีม่วงแดงของภาพต้นฉบับไปเป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ที่ 2 (ภาพระดับความเทาของสีม่วงแดง) นำค่าสีเหลืองของภาพต้นฉบับไปเป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพผลลัพธ์ภาพที่ 3 (ภาพระดับความเทาของสีเหลือง) และนำค่าสีดำไปเป็นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพ

I17145375

ผลลัพธ์ภาพที่ 4 (ภาพระดับความเทาของสีดำ) ทำเช่นนี้จนครบทุกจุดภาพก็จะได้ภาพผลลัพธ์เป็นภาพผลลัพธ์ 4 ภาพคือ ภาพระดับความเทาของสีเขียวอมน้ำเงิน ภาพระดับความเทาของสีม่วงแดงภาพระดับความเทาของสีเหลือง และภาพระดับความเทาของสีดำ

3.9 การผสมภาพ (Image Combination)

การผสมภาพ (Lindley, 1991) ทำได้โดยการนำค่าของจุดภาพจากภาพข้อมูลเข้าสองภาพมาทำการบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าต่ำสุด การหาค่าสูงสุด หรือการหาค่าเฉลี่ยระหว่างค่าสีของจุดภาพของภาพทั้งสอง

ถ้าให้ค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของจุดภาพ ณ ตำแหน่ง (x,y) ของภาพแรกมีค่าเป็น (R_1, G_1, B_1) และภาพที่สองเป็น (R_2, G_2, B_2) และให้ค่าสีของจุดภาพผลลัพธ์เป็น (R, G, B) จะได้ค่าสีของจุดภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงฟังก์ชันการผสมภาพแบบต่างๆ

การผสมภาพ	ผลลัพธ์จากการผสมภาพ
การบวก	(R, G, B) = (R_1+R_2, G_1+G_2, B_1+B_2)
การลบ	(R, G, B) = (R_1-R_2, G_1-G_2, B_1-B_2)
การคูณ	(R, G, B) = (R_1*R_2, G_1*G_2, B_1*B_2)
การหาร	(R, G, B) = (R_1/R_2, G_1/G_2, B_1/B_2)
การหาค่าต่ำสุด	(R, G, B) = ($\min(R_1, R_2)$, $\min(G_1,G_2)$, $\min(B_1, B_2)$)
การหาค่าสูงสุด	(R, G, B) = ($\max(R_1, R_2)$, $\max(G_1,G_2)$, $\max(B_1, B_2)$)
การหาค่าเฉลี่ย	(R, G, B) = (avg(R_1, R_2) , avg(G_1,G_2), avg(B_1, B_2))

นอกจากการนำค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของจุดภาพมาทำการคำนวณกันโดยตรงแล้ว ผู้วิจัยยังได้ออกแบบให้ผู้ใช้เลือกได้ว่าจะนำค่าสีใดจากสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินในแต่ละจุดภาพมากระทำการผสมกันโดยการเลือกเป็นค่าแชนเนล (Channel) และยังกำหนดจำนวนเท่าของค่าสีในแต่ละภาพได้ด้วย โดยสามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0.00 - 100.00 ถ้ากำหนดให้ค่าสีของจุดภาพเป็น (R, G, B) สามารถหาค่าสีที่จะนำมาผสมกันได้ตามกรณีต่างๆของการเลือกค่าแชนเนลดังต่อไปนี้

- RGB Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน คือ (R,G,B)
- R Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีแดงของจุดภาพ ส่วนค่าสีเขียวและสีน้ำเงินให้เป็น 0 คือ (R,0,0)

- G Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีเขียวของจุดภาพ ส่วนค่าสีแดงและสีน้ำเงินให้เป็น 0 คือ (0,G,0)
- B Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีน้ำเงินของจุดภาพ ส่วนค่าสีแดงและสีเขียวให้เป็น 0 คือ (0,0,B)
- RRR Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีแดงและกำหนดให้ค่าสีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากับสีแดง คือ (R,R,R)
- GGG Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมให้นำมาจากค่าสีเขียวของจุดภาพและกำหนดให้ค่าสีแดงและสีน้ำเงินเท่ากับสีเขียว คือ (G,G,G)
- BBB Channel ค่าสีของจุดภาพที่จะนำมาผสมกันให้นำมาจากค่าสีน้ำเงินของจุดภาพและกำหนดให้ค่าสีแดงและสีเขียวเท่ากับสีน้ำเงิน คือ (B,B,B)