บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผล

ขั้นตอนการแสดงภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัมบนจอภาพซีอาร์ทีนั้น ปัญหาที่มักจะพบระหว่างการทำการทดลอง ตั้งแต่แรกเริ่มในการบันทึกภาพ คือ ภาพที่ได้มีความละเอียดของภาพค่อนข้างต่ำ ภาพไม่คมชัด บริเวณภาพเกิดลายจุดขาว ขนาดของภาพไม่ได้สัดส่วนกับภาพต้นฉบับ ทำให้เมื่อนำข้อมูลภาพที่ได้ ในที่นี่หมายถึงค่าพิกเซลของภาพ (Pixel Value) ไปผ่านกระบวนการสร้างภาพแล้ว ภาพที่ผลิตได้ไม่สามารถแสดงค่าน้ำหนักสีได้ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ เมื่อเปรียบเทียบภาพที่ได้กับภาพที่ถ่ายจากกล้องดิจิทัลทั่วไป ทั้งๆที่ภาพทั้ง 2 ชนิดผ่านโพไฟล์แบบเดียวกัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากกล้องที่ใช้ในการบันทึกภาพนั้น เป็นกล้องประเภทวิดิทัศน์ภาพนิ่ง (Digital VDO Camera) ไม่ใช้กล้องดิจิทัล โดยกล้องวิดิทัศน์ภาพนิ่งนั้นจะเหมือนกับกล้องดิจิทัลตรงที่มี CCD เป็นชนิดเดียวกัน แต่แตกต่างกันตรงที่ความไวต่อสัญญาณแสงของภาพต่ำกว่า CCD ที่ใช้ในกล้องดิจิทัล และจะจับสัญญาณภาพเป็น 2 ระยะ ส่วนกล้องดิจิทัลจะรับสัญญาณภาพทีเดียวเต็มพื้นที่ของ CCD โดยงานวิจัยนี้สนใจเฉพาะกล้องที่มี CCD เป็นชนิด Monochrome ดังนั้นกล้องที่ใช้ในงานวิจัยจึงเป็นกล้องที่สามารถบันทึกขนาดของภาพที่มีความละเอียดพิกเซลสูงสุดเท่ากับ 640 x 480 พิกเซล ซึ่งเป็นความละเอียดที่ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งกระบวนการจัดการภาพภายในกล้องเองที่ทำให้ขนาดภาพไม่ได้สัดส่วนและความเสถียรภาพในการบันทึกภาพก็ไม่คงที่ หมายถึง เมื่อเราทำการบันทึกภาพที่เวลาต่างกัน ภาพที่ได้ก็ยังให้ค่าพิกเซลไม่เท่ากัน ณ จุดเดียวกันก็ตาม และส่วนสุดท้ายคือค่าความแปรปรวน (Noise) ที่เกิดขึ้นบนภาพมีมาก เป็นผลอันเนื่องมาจาก กระแสไฟฟ้าที่ให้อิเล็กตรอนวิ่งผ่านวงจรภายในกล้องไม่คงที่ CCD ที่ผลิตมาไม่สามารถรับสัญญาณภาพได้เต็มพื้นที่ อุณหภูมิภายในห้องสูง และแสงสว่างที่ใช้ในการบันทึกภาพน้อย นอกจากสาเหตุที่ได้กล่าวมาทั้งหมดเกี่ยวกับกล้องในข้างต้นนี้แล้ว ยังมีสาเหตุและปัจจัยอื่นอีกที่มีผลต่อคุณภาพของภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัม ได้แก่ สีที่ใช้ เนื่องจากงานวิจัยได้ใช้สีน้ำซึ่งเป็นสีที่มีลักษณะกึ่งโปร่งแสง ทำให้เวลาปาดสีเพื่อสร้างชุดข้อมูลสีทดสอบนั้นเห็นพื้นที่ผิวของกระดาษ โดยกระดาษที่ใช้เป็นกระดาษบ็อกกิ้งฟอร์ด ใช้สำหรับวาดภาพศิลปะ ซึ่งเป็นกระดาษที่มีพื้นผิวขรุขระไม่เรียบ ทำให้เมื่อเราบันทึกภาพแสงที่สะท้อนจากภาพไม่เป็นทิศทางเดียวกัน เกิดแสงการกระเจิงในบางส่วนของภาพ ส่งผลให้กล้องไม่สามารถเก็บข้อมูลค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของภาพได้ครบถ้วน รวมทั้งความเข้มของแสงที่ได้จากหลอดไฟที่ใช้ในการทดลอง เปล่งแสง

ในปริมาณที่ไม่เท่านั้นสม่ำเสมอ อีกทั้งแผ่นกรองแสงที่ใช้ในงานวิจัยมีจำนวนจำกัด เพื่อใช้ในการคัดเลือกจำนวนและชนิดของแผ่นกรองแสงที่เหมาะสมในการบันทึกภาพ และชุดข้อมูลสีที่ใช้ในการศึกษา (Training Set) มีจำนวนน้อย ทำให้ข้อมูลสีที่ได้กระจายไม่ครอบคลุมแม่สีน้ำ และภาพศิลป์ทั้งหมดได้

5.2 สรุปผลการวิจัย

การผลิตซ้ำของภาพสีน้ำจากข้อมูลสเปกตรัมบนจอภาพซีอาร์ทีในงานวิจัยนี้ เลือกใช้สีน้ำในการสร้างภาพงานศิลป์ เนื่องจากคุณสมบัติเด่นในเรื่องของความโปร่งใส และการแห้งตัวเร็ว โดยได้ทำการสร้างชุดข้อมูลสีทดสอบ (Test Set) จำนวนทั้งหมด 679 สี จากการผสมสีของแม่สีทั้งหมด 35 สี แล้วทำการคัดเลือกชุดข้อมูลสีเพื่อใช้ในการศึกษา (Training Set) จำนวนทั้งหมด 176 สี ด้วยเกณฑ์การเลือกจากค่าสี ค่าความสว่าง และค่าความอิ่มตัวของสีที่ได้จากการวัดเพื่อใช้ดูการกระจายตัวของข้อมูลสี จากนั้นจึงนำชุดข้อมูลสีที่ได้ไปทำการเลือกจำนวนแผ่นกรองแสงที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการบันทึกภาพด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก (PCA) ซึ่งผลที่ได้คือ จำนวนแผ่นกรองแสงทั้งหมด 5 แผ่น สำหรับการคัดเลือกชนิดของแผ่นกรองแสงที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมใหม่ที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี Wiener Estimation นั้น ทำโดยการจัดกลุ่มชุดข้อมูลแล้วคำนวณหาค่าความแตกต่างสีและค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ผลที่ได้คือ ชนิดของแผ่นกรองแสงที่สามารถนำมาใช้คำนวณ ได้แก่ BPB42, BPB53, BPN50, SC64 และ SC66 นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบแผ่นกรองที่ได้ ด้วยชุดข้อมูลสีทดสอบ ได้แก่ ชุดโทนสีผิวคน ชุดโทนสีใบไม้ และชุดโทนสีท้องฟ้า ภายใต้เงื่อนไขแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกัน คือ D_{50} และ D_{65} เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพในเชิงปริมาณ ผลปรากฏว่าชุดโทนสีใบไม้และชุดโทนสีท้องฟ้าให้ค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการวัดกับค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการประมาณมีค่า 10.15 และ 6.88 ตามลำดับ ที่ D_{50} ส่วนที่ D_{65} ได้ค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการวัดกับค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการประมาณมีค่า 10.16 และ 7.02 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความแตกต่างสีต่างกันมาก สำหรับชุดโทนสีผิวคนนั้นที่ D_{50} และ D_{65} ได้ค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการวัดกับค่าการสะท้อนแสงที่ได้จากการประมาณมีค่า 4.49 และ 4.61 ตามลำดับ แสดงว่าชุดโทนสีท้องฟ้ามีความแตกต่างสีอย่างชัดเจน ส่วนสุดท้ายของงานวิจัยนี้คือ การวิเคราะห์ภาพในเชิงคุณภาพของภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัมที่ผ่านกระบวนการสร้างภาพที่ได้จัดทำขึ้นจากการใช้โปรแกรม MATLAB ในการจัดการข้อมูลภาพพร้อมกับภาพถ่ายจากกล้อง ดิจิทัล เพื่อทำการเปรียบเทียบภาพที่ผลิตได้กับภาพต้นฉบับในแบบ Category Judgement โดยได้ทำการปรับตั้งค่ามาตรฐานและการหาลักษณะเฉพาะของจอภาพซีอาร์ทีด้วย

โปรแกรมสำเร็จรูป ภายใต้สภาวะการมองเห็นที่แหล่งกำเนิดแสง D_{50} และ D_{65} ผลที่ได้คือ ผู้สังเกตการณ์ส่วนใหญ่ให้คะแนนความเหมือนของภาพดิจิทัลเทียบกับภาพต้นฉบับมากกว่าภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัมเทียบกับภาพต้นฉบับของภาพคน ภาพทิวทัศน์ และภาพจินตนาการ เมื่อทำการพิจารณาที่น้ำหนักสีโดยรวมของภาพ โดยถ้าคิดเป็นร้อยละจำนวนผู้สังเกตการณ์ที่ตอบแบบสอบถามในแต่ละภาพกับจำนวนผู้สังเกตการณ์ทั้งหมด 20 คน โดยที่แหล่งกำเนิดแสง D_{50} ภาพคนในส่วนบริเวณสีผิวคนและสีโดยรวมของภาพนั้นผู้สังเกตการณ์ให้คะแนนความเหมือนของภาพดิจิทัลมากกว่าภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัม เมื่อเปรียบเทียบภาพที่ได้กับภาพต้นฉบับ ที่ระดับคะแนนความเหมือนส่วนใหญ่ของภาพนั้น ภาพที่ได้มีระดับคะแนนความเหมือนอยู่ที่ระดับคะแนนความเหมือนมาก (ระดับ 4) ส่วนภาพทิวทัศน์นั้นบริเวณสีท้องฟ้า สีทะเล และสีโดยรวมของภาพผู้สังเกตการณ์ก็ยังให้คะแนนความเหมือนของภาพดิจิทัลมากกว่าภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปตรัมที่ระดับคะแนนความเหมือนมาก (ระดับ 4) เฉพาะบริเวณสีทะเลและสีโดยรวมของภาพ ส่วนบริเวณสีท้องฟ้านั้นมีระดับคะแนนความเหมือนอยู่ที่ระดับความเหมือนปานกลาง (ระดับ 3) และภาพสุดท้ายสำหรับภาพจินตนาการนั้น ที่บริเวณสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีโดยรวมของภาพนั้น ผลที่ได้ภาพดิจิทัลยังสามารถผลิตน้ำหนักสีที่ได้ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับมากกว่าภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัม โดยมีระดับคะแนนความเหมือนมาก (ระดับ 4) บริเวณสีน้ำเงิน และสีโดยรวมของภาพ ส่วนบริเวณสีแดงมีระดับคะแนนความเหมือนเท่ากันที่ระดับคะแนนความเหมือนมากและความเหมือนปานกลาง (ระดับ 4 และระดับ 3) ส่วนบริเวณสีเขียวนั้นมีระดับคะแนนความเหมือนปานกลาง (ระดับ 3) ยกเว้นบริเวณสีเหลืองของภาพที่ให้ผลตรงกันข้าม นั่นคือภาพที่ผลิตได้จากข้อมูลสเปกตรัมนั้นผู้สังเกตการณ์ให้คะแนนความเหมือนของภาพมากกว่าภาพดิจิทัลที่ระดับคะแนนความเหมือนมาก (ระดับ 4) เท่ากับระดับคะแนนความเหมือนปานกลาง (ระดับ 3) ที่แหล่งกำเนิดแสง D_{65} ภาพคน ภาพทิวทัศน์ และภาพจินตนาการ ผลที่ได้เหมือนกับผลที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง D_{50} แต่แตกต่างกันที่ระดับคะแนนความเหมือนส่วนใหญ่ของภาพ โดยบริเวณสีผิวคนมีระดับคะแนนความเหมือนอยู่ที่ระดับคะแนนความเหมือนปานกลาง (ระดับ 3) บริเวณสีท้องฟ้าของภาพทิวทัศน์มีระดับคะแนนความเหมือนเท่ากันที่ระดับคะแนนความเหมือนมากและความเหมือนปานกลาง (ระดับ 4 และ ระดับ 3) ส่วนภาพจินตนาการบริเวณสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลืองมีระดับคะแนนความเหมือนมาก (ระดับ 4) บริเวณสีโดยรวมของภาพมีระดับคะแนนความเหมือนปานกลาง (ระดับ 3)

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงข้อดีและข้อเสียในการทำการวิจัยของการผลิตซ้ำของภาพสีน้ำจากข้อมูลสเปกตรัมบนจอภาพซีอาร์ที ดังนั้นแนวทางในงานวิจัยและการพัฒนากระบวนการทำงานเพิ่มเติมในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การผลิตซ้ำของภาพจากข้อมูลสเปกตรัมบนอุปกรณ์แสดงผลออกต่าง ๆ กันนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และความสนใจของผู้ทำการทดลองในการนำไปประยุกต์ ทั้งในวงการอาหารและยา เครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือแม้แต่งานแสดงภาพวาดในพิพิธภัณฑ์ การซื้อขายสินค้าทางอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

โดยควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกล้องที่ใช้ในการบันทึกภาพ ทั้งในเรื่องของประสิทธิภาพของกล้องที่จะใช้ จำเป็นต้องมีความละเอียดสุดสุดในการบันทึกภาพอย่างน้อยให้ใกล้เคียงกับความละเอียดสูงสุดของอุปกรณ์ที่จะใช้ในการแสดงผลของภาพ และต้องเป็นกล้องที่สามารถกำหนดค่าพื้นฐานที่ใช้ในการบันทึกภาพได้ เช่น ค่ารูรับแสง ค่าความไวแสง เป็นต้น รวมทั้งควรมีระบบทำความเย็น (Cooling System) เพื่อลดปัญหาการเกิด Noise ส่วนในเรื่องของกระบวนการในการสร้างภาพนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องตั้งแต่การคัดเลือกชุดข้อมูลสี Training Set ควรที่จะกระจายทั่วถึงไม่กระจุกอยู่จุดใดจุดหนึ่ง แผ่นกรองแสงที่ใช้ในการทดลองนั้น ก็ควรมีจำนวนและชนิดของแผ่นกรองแสงที่เหมาะสมกับวิธีที่จะใช้ในการคัดเลือก ไม่ควรมีจำนวนน้อยเกินไป โดยอาจจะใช้วิธี Gaussian เป็นแนวทางในการคัดเลือกชนิดของแผ่นกรองแสงที่จะนำไปใช้เป็นต้น และในส่วนของการประมาณค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมที่ได้นั้น นอกเหนือจากการใช้วิธี Wiener Estimation ยังสามารถใช้วิธีอื่นในการประมาณค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมได้ อย่างเช่น วิธี Look-Up Table, Polynomial, PCA, Smoothest Constraint Condition, Basis function เป็นต้น การสร้างเงื่อนไขในการมองเปรียบเทียบภาพก็เป็นส่วนสำคัญที่ผู้ทำการวิจัยต้องคำนึงถึง โดยสามารถกำหนดค่าตั้งต้นตั้งแต่การปรับตั้งค่ามาตรฐานและการหาลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์แสดงผลออก ซึ่งสามารถสร้างขึ้นเองได้ เพื่อให้ครอบคลุมขอบเขตสีของข้อมูล สำหรับจอภาพซีอาร์ทีนั้นนิยมใช้ GOG Model ในการกำหนดขอบเขตสีของภาพ หรือใช้โปรแกรมสำหรับรูปก็ได้ รวมถึงการกำหนดสภาวะการมองเห็นภาพก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของวัตถุ กับภาพที่เกิดจากการเปล่งแสงของอุปกรณ์แสดงภาพนั้นมีความแตกต่างกันของภาพที่ปรากฏให้เห็น ดังนั้นการปรับตั้งระยะการมองเห็นและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมองเห็นภาพจึงเป็นเรื่องที่ต้องคอยกำหนดและควบคุม อย่างเช่น การทดลองในงานวิจัยนี้ก็ได้กำหนดสภาวะการมองเห็นของภาพไว้ในห้องมืด ซึ่งจะเป็นการขจัดสิ่งรบกวนภายนอกต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อการมองเห็นภาพ เช่น แสงสว่างภายนอกห้องทดลอง เป็นต้น หรือผู้ทำการวิจัยนั้นอาจจะกำหนดสภาวะการมองเห็นเป็นสภาวะจริง ๆ โดยควรทำการติดตั้งหลอดไฟ

ที่จะใช้ในการทดลองนั้นให้วางทำมุม 45 องศากับจอภาพและตู้แสงมาตรฐานเพื่อให้แสงไฟส่องสว่างทั่วถึง เป็นต้น