บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย เพื่อหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตแปดสีบนพื้นฐานของสมการคูเบลคา-มังก์ โดยการสร้างฐานข้อมูลจากค่าสี RGB ที่ใช้สั่งพิมพ์ตัวอย่างสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินที่มีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 9 ระดับ จากนั้นทำการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB และค่าสเปกตรัมของสีตัวอย่าง ได้ผลการทดสอบความถูกต้องของการทำนายค่าสีแบบจำลองลักษณะเฉพาะจากชุดตัวอย่างสีทดสอบจำนวน 3 ชุดตัวอย่างสีดังนี้

5.1.1 ความถูกต้องของแบบจำลองลักษณะเฉพาะในการทำนายค่าสเปกตรัม

ความถูกต้องในการทำนายค่าสเปกตรัมจากค่าสี RGB เมื่อทดสอบภายใต้แหล่งกำเนิดแสง 3 แหล่ง คือ D65, A และ F11 พบว่ามีค่าความแตกต่าง (ΔE^{*}_{ab}) เฉลี่ยรวมจากตัวอย่างสีทดสอบ 50 สี เท่ากับ 35.17, 33.27 และ 35.72 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบด้วยชุดตัวอย่างสีทดสอบของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจำนวนทั้งหมด 24 ตัวอย่างสี ซึ่งเป็นชุดตัวอย่างสีที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลของแบบจำลองลักษณะเฉพาะ (training set) พบว่าค่าความแตกต่างสีระหว่างค่าสีที่ได้จากการวัดและค่าการทำนายมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30 - 34 ΔE^{*}_{ab} ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง 3 แหล่ง คือ D65, A และ F11 ในการทดสอบชุดตัวอย่างสีของสีผสมจำนวน 18 ตัวอย่างสี พบว่ามีค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 44 - 48 ΔE^{*}_{ab} และผลการทดสอบด้วยชุดตัวอย่างสีเทาจำนวน 8 ตัวอย่างสี พบว่ามีค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16 - 18 ΔE^{*}_{ab}

แบบจำลองลักษณะเฉพาะมีแนวโน้มที่จะทำนายค่าความอิ่มตัวสีได้ต่ำกว่าตัวอย่างสีจริงสำหรับตัวอย่างสีที่มีสีสัน แต่ผลการทำนายค่าสีสำหรับตัวอย่างสีเทา (ไม่มีสีสัน) พบว่าแบบจำลองลักษณะเฉพาะทำนายเป็นตัวอย่างสีที่มีสีสัน (มีความอิ่มตัวสีสูงกว่าค่าจริง) แต่ยังคงทำนายความสว่างสีได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่าแบบจำลองลักษณะเฉพาะทำนายค่าสีของตัวอย่างสีที่มีความอิ่มตัวสีสูง ๆ ได้ถูกต้องกว่าตัวอย่างสีที่มีความอิ่มตัวสีต่ำ ๆ ซึ่งมักจะให้ค่าการทำนายเฉดสีผิดเพี้ยนไปจากเดิมมาก ตัวอย่างเช่น ตัวอย่างสีเหลืองจะทำนายเบี่ยงเบนไปทางเฉดสีแดงและตัวอย่างสีแดงจะทำนายเบี่ยงเบนไปทางเฉดสีเหลือง

5.1.2 ความถูกต้องของแบบจำลองลักษณะเฉพาะในการทำนายค่าสี RGB

ความถูกต้องในการทำนายค่าสี RGB จากค่าสเปกตรัม เมื่อทดสอบภายใต้แหล่งกำเนิดแสง 3 แหล่ง คือ D65, A และ F11 พบว่ามีค่าความแตกต่าง (ΔE^{*}_{ab}) เฉลี่ยรวมจากตัวอย่างสีทดสอบ 50 สีเท่ากับ 33.39, 33.81 และ 33.69 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบด้วยชุดตัวอย่างสีทดสอบของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจำนวนทั้งหมด 24 ตัวอย่างสี ซึ่งเป็นชุดตัวอย่างสีที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลของแบบจำลองลักษณะเฉพาะ (training set) พบว่าค่าความแตกต่างสีระหว่างค่าสีที่ได้จากการวัดและค่าการทำนายมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27 - 29 ΔE^{*}_{ab} ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง 3 แหล่ง คือ D65, A และ F11 ในการทดสอบชุดตัวอย่างสีของสีผสมจำนวน 18 ตัวอย่างสี พบว่ามีค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 38 - 39 ΔE^{*}_{ab} และผลการทดสอบด้วยชุดตัวอย่างสีเทาจำนวน 8 ตัวอย่างสี พบว่ามีค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 38 - 41 ΔE^{*}_{ab}

แบบจำลองลักษณะเฉพาะมีการทำนายเฉดสีที่ผิดเพี้ยนไปจากตัวอย่างสีจริง โดยตัวอย่างสีแดงจะทำนายเบี่ยงเบนไปในทางเฉดสีเหลือง ตัวอย่างสีเหลืองจะทำนายเบี่ยงเบนไปในทางเฉดสีเขียว ตัวอย่างสีเขียวจะทำนายเบี่ยงเบนไปในทางเฉดสีน้ำเงิน สำหรับตัวอย่างสีน้ำเงินมีความถูกต้องในการทำนายเฉดสีดีที่สุด ความผิดพลาดในการทำนายความอิ่มตัวสีไม่มีแนวโน้มที่แน่นอน บางตัวอย่าวสีทำนายค่าความอิ่มตัวสีสูงขึ้น บางตัวอย่างสีทำนายค่าความอิ่มตัวสีต่ำลง ในส่วนของตัวอย่างสีเทา (ไม่มีสีสัน) พบว่าแบบจำลองลักษณะเฉพาะทำนายเป็นตัวอย่างสีที่มีสีสัน (มีความอิ่มตัวสีสูงกว่าค่าจริง) แต่ยังคงทำนายความสว่างสีได้ดี

จากการเปรียบเทียบผลการทำนายค่าสเปกตรัม และผลการทำนายค่าสี RGB ของแบบจำลองลักษณะเฉพาะบนพื้นฐานของสมการคูเบลคา-มังก์ พบว่าการทำนายทั้งสองลักษณะมีความผิดพลาดเท่า ๆ กัน ดังนั้นไม่ว่าจะนำแบบจำลองลักษณะเฉพาะนี้ไปใช้งานในลักษณะใดความถูกต้องก็ไม่แตกต่างกัน และจากการพิจารณาค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยภายใต้ทั้ง 3 แหล่งกำเนิดแสง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาลักษณะเฉพาะโดยใช้ข้อมูลสเปกตรัมนี้สามารถช่วยลดแนวโน้มการเกิดเมแทเมอริซึมเนื่องด้วยแหล่งกำเนิดแสงได้ แต่ยังควรมีการปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายค่าสี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1 ชุดตัวอย่างสี (Training set) ควรมีการกำหนดค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยที่กำหนดค่าสีตั้งแต่ 255 ถึง 0 ให้มีค่าสีลดลงในระดับเท่า ๆ กัน โดยมีระยะห่างระหว่างค่าสีน้อยลง เพื่อสร้างแบบจำลองลักษณะเฉพาะให้มีความถูกต้องมากขึ้น

2 ชุดตัวอย่างสีทดสอบ (Test set) ควรมีจำนวนสีมากกว่า 50 สี และมีการกระจายครอบคลุมทุกเฉดสีอย่างเท่า ๆ กันในปริภูมิสี $L^*a^*b^*$ อย่างครอบคลุม เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองลักษณะเฉพาะ

3 ศึกษาวิธีการนำฐานข้อมูลสี RGB มาใช้ในการทำนายค่าสีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น