หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์ด้วยระบบอิงก์เจ็ตได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ความรวดเร็วในการพิมพ์ สามารถพิมพ์ลงวัสดุได้หลายชนิดทั้งนี้คุณภาพของสิ่งพิมพ์อิงก์เจ็ตยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความละเอียดของสิ่งพิมพ์ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์แต่ละชนิด และชนิดของหมึกพิมพ์ วัสดุรองรับสิ่งพิมพ์ เป็นต้น การพัฒนาคุณภาพของสิ่งพิมพ์อิงก์เจ็ตมีมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้สิ่งพิมพ์ที่มีความคงทนและความสวยงาม โดยวิธีหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพของสิ่งพิมพ์ คือ การเพิ่มจำนวนสีในระบบการพิมพ์จากเดิมที่เป็นระบบการพิมพ์ 4 สี เพิ่มเป็น 6 สี หรือ 8 สี เป็นต้น อย่างไรก็ตามการผลิตสิ่งพิมพ์อิงก์เจ็ตให้มีสีตรงตามต้นฉบับนั้นจำเป็นต้องมีระบบการจัดการสี (color management system) เพื่อให้อุปกรณ์แต่ละชนิดที่มีค่าสีที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ (device dependent colours) สามารถสื่อสารข้อมูลสีและแสดงผลออกมาได้ตรงกันโดยใช้ค่าสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ (device independent colours) ซึ่งในปัจจุบันระบบการจัดการสีที่ใช้กันทั่วไปนั้นสามารถควบคุมการผลิตภาพสีและแสดงผลได้เฉพาะสภาวะที่กำหนดเท่านั้น ปัญหานี้เนื่องมาจากค่าสีที่ขึ้นกับอุปกรณ์และค่าสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์นั้นไม่คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการรับรู้สีของมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนไปตามสภาพแสงต่าง ๆ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าปรากฏการณ์เมแทเมอริซึม (Metamerism) คือ ปรากฏการณ์การสะท้อนแสงของวัตถุมีสีสองชนิดเข้าสู่ตาแล้วกระตุ้นเซลล์รูปกรวยในจอตา ทำให้เกิดการมองเห็นและรับรู้สีของวัตถุสองชนิดมีสีเหมือนกันภายใต้สภาวะเฉพาะหนึ่ง ๆ โดยเมื่อสภาวะนั้นมีการเปลี่ยนแปลงก็มีผลทำให้สีของวัตถุสองชนิดแตกต่างกัน แต่ถ้าสามารถผลิตสีของวัตถุให้มีค่าสเปกตรัมเหมือนกัน จะช่วยลดการเกิดเมแทเมอริซึมเนื่องด้วยแหล่งกำเนิดแสง (Illuminant Metamerism) ได้

การหาลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ (device characterization) คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีที่ขึ้นกับอุปกรณ์และค่าสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบจำลองลักษณะเฉพาะ (characterization model) ซึ่งก็คือแบบจำลองที่ใช้ในการแปลงค่าสีระหว่างค่าสีที่ขึ้นกับอุปกรณ์ไปเป็นค่าสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสื่อสารสีกับอุปกรณ์อื่น และเพื่อควบคุมให้อุปกรณ์ผลิตสีได้ตามต้องการ ดังนั้นแบบจำลองลักษณะเฉพาะจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตภาพสี จึงได้มีงานวิจัยศึกษาการสร้างแบบจำลองลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตจากข้อมูลสเปกตรัม เพื่อให้ภาพที่ผลิตได้มีสีเหมือนกับต้นฉบับภายใต้สภาพ

แสงต่าง ๆ [1-7] โดยพบว่าแบบจำลอง Look-up table มีค่าความถูกต้องในการแปลงค่าสีสำหรับเครื่องพิมพ์หกสีที่ค่าคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMS error) เท่ากับ 0.02 [4] ต่อมามีการประยุกต์ใช้สมการนอยกาบาวที่ปรับเปลี่ยน โดยใช้ยูล-นีลสัน (Yule-Nielson modified spectral Neugebauer equation) ในการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการทำนายค่าสีของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตหกสี [5,6] ซึ่งมีค่าความถูกต้องในการแปลงค่าสี โดยการทดสอบด้วยค่าคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMS error) เท่ากับ 0.063 และค่าความแตกต่างสี ΔE^*_{94} เท่ากับ 1.16 [5] และมีการพัฒนางานวิจัยต่อมาได้ค่าความถูก ต้องในการแปลงค่าสีโดยการทดสอบด้วย ค่าคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMS error) เท่ากับ 0.028 และค่าความแตกต่างสี ΔE^{*}_{94} เท่ากับ 2.3 [6]และแบบจำลองที่ใช้สมการคูเบลคา-มังก์ (Kubelka-Munk equation) ทดสอบกับเครื่องพิมพ์หกสีค่าความแตกต่างสี ΔE^{*}_{94} เท่ากับ 0.22 [7]

งานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตบนพื้นฐานของสมการคูเบลคา-มังก์เพื่อการผลิตภาพผ่านการพิมพ์อิงก์เจ็ตโดยใช้ข้อมูลสเปกตรัมเนื่องจากเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับแหล่งกำเนิดแสง โดยทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB ที่กำหนดเพื่อสั่งพิมพ์ และค่าสเปกตรัมของภาพพิมพ์ด้วยสมการคูเบลคา-มังก์ เนื่องจากเป็นสมการที่มีหลักการมาจากสมบัติเชิงแสงของหมึกพิมพ์และวัสดุรองรับการพิมพ์ จึงได้แบบจำลองลักษณะเฉพาะ (characterization model) ที่ใช้ในการแปลงค่าสีเพื่อการผลิตภาพให้มีสีตรงตามต้นฉบับภายใต้สภาพแสงต่าง ๆ และจากการใช้ค่าสี RGB ที่ใช้สั่งพิมพ์แทนการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของหมึกพิมพ์กับค่าสเปกตรัมนั้น ทำให้วิธีการหาลักษณะเฉพาะที่เสนอในงานวิจัยนี้สามารถใช้ได้กับเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตที่มีจำนวนสีของหมึกพิมพ์ต่าง ๆ ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนสีของหมึกพิมพ์ในระบบ เพราะเป็นการใช้ข้อมูลสีของภาพดิจิทัลโดยตรงโดยการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองลักษณะเฉพาะดำเนินการโดยใช้ชุดตัวอย่างสีทดสอบ (test set) มาผ่านการทำนายค่าสเปกตรัม และทำนายค่าสี RGB ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณพิจารณาจากค่าความแตกต่างสีระหว่างค่าสีของชุดตัวอย่างทดสอบสีกับค่าสีของชุดตัวอย่างสีทำนายได้ และค่ารากที่สองกำลังเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าการสะท้อนแสง โดยผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการแปลงค่าข้อมูลสีของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตในการสื่อสารข้อมูลสีกับอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อช่วยให้การผลิตภาพสีด้วยเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตมีสีตรงตามต้นฉบับ ภายใต้สภาวะแสงต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตแปดสีจากข้อมูลสเปกตรัม

2. เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองลักษณะเฉพาะที่สร้างบนพื้นฐานของสมการคูเบลคา-มังก์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตแปดสีบนพื้นฐานของสมการคูเบลคา-มังก์ เพื่อให้ได้แบบจำลองลักษณะเฉพาะที่ใช้ในการแปลงค่าสีเพื่อการผลิตภาพให้มีสีตรงตามต้นฉบับภายใต้สภาพแสงต่าง ๆ โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. การเตรียมภาพต้นฉบับดำเนินการโดยการกำหนดค่าสี RGB ในระบบสี 8 บิต ดังนั้นในแต่ละระดับสีจะมีค่าข้อมูลอยู่ในช่วง 0 - 255 สร้างชุดตัวอย่างสีของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินที่มีระดับความเข้มข้นต่างกัน 9 ระดับ แล้วบันทึกไฟล์ภาพแบบ TIFF ซึ่งจะไม่มีการบีบอัดข้อมูล

2. การหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าสี RGB ของภาพต้นฉบับกับค่าสเปกตรัมของตัวอย่างสีที่พิมพ์บนกระดาษพิมพ์อิงก์เจ็ตเคลือบผิวด้าน โดยค่าสเปกตรัมที่ใช้ในความสัมพันธ์มีค่าอยู่ในช่วง 400 - 700 นาโนเมตร

3. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองลักษณะเฉพาะ โดยใช้ตัวอย่างสีทดสอบที่เป็นตัวอย่างสีจำนวนทั้งหมด 50 ตัวอย่างสี ซึ่งจะครอบคลุมระดับสีเทา สีผสม และสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน แล้วทำการทดสอบความถูกต้องทั้งในการทำนายค่าสเปกตรัม และการทำนายค่าสี RGB ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง 3 แหล่ง คือ D65, A และ F11

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

ได้วิธีการหาลักษณะเฉพาะของเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ตจากข้อมูลสเปกตรัม โดยให้ภาพที่ผลิตได้ใกล้เคียงกับต้นฉบับมากที่สุด