

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา

จากการทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบค่างานพิมพ์บนโลหะกับค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 เพื่อการจัดการสีสำหรับการปรับระบบดิจิทัล

โดยมีวัตถุประสงค์และมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยรวมถึงวิธีการศึกษาการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 วิธีการศึกษาและดำเนินการวิจัย
- 3.3 สถานที่ดำเนินงานวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- 3.4 วิธีการวิเคราะห์ผลการวิจัย
- 3.5 การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ

3.1.1.1 แผ่นโลหะทินฟรี เคลือบสีขาว ขนาด 50 x 60 เซนติเมตร หนา 0.23 มิลลิเมตร

3.1.1.2 แม่พิมพ์สีห่อ Kodak ขนาด 15.5 x 21.5 นิ้ว

3.1.1.3 หมึกพิมพ์สออดีฟ้า (Cyan), ม่วงแดง(Magenta), เหลือง(Yellow) รุ่น GGTP ของบริษัท GG Ink & Coating ดำ(Black) รุ่น MPT ของบริษัท DIC Graphic

3.1.1.4 น้ำยาล้างแม่พิมพ์ ของบริษัท Kodak

3.1.1.5 กระดาษ semi glossy proof paper 170 แกรม ขนาด 610 ม.ม. X 30 ม.

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพิมพ์

3.1.2.1 เครื่องปริ้นท์ KORREX

3.1.2.2 เครื่องสร้างภาพแม่พิมพ์ Kodak Magnus

3.1.2.3 เครื่องอบแผ่นโลหะ

3.1.2.4 เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Ink jet) 7 สี ของ EPSON รุ่น STYLUS PRO 9600 ความละเอียด 2880 x 1440 dpi สี Cyan, Magenta, Yellow, Photo black, Light Cyan, Light Magenta และ Light Black

3.1.2.5 ซอฟต์แวร์ EFI color manager เวอร์ชัน 4.1

3.1.2.6 ซอฟต์แวร์ ORIS COLOR TUNER

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัด และวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าความดำ Densitometer

3.1.3.2 เครื่องวัดค่าสี สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ X-rite และ i1 Pro

3.1.4 โปรแกรมที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.1.4.1 Illustrator CS 4 สำหรับออกแบบ และวางรูปแบบ Test Form

3.1.4.2 Photoshop CS 4 สำหรับตกแต่ง จัดการสีของภาพที่ใช้วางบน Test Form

3.1.4.3 โปรแกรมโพรไฟล์เมกเกอร์ (Profile Maker) สำหรับวัดค่าสีของงานพิมพ์

3.2 วิธีการศึกษาและดำเนินการวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนและกระบวนการดำเนินโครงการงาน

การดำเนินโครงการครั้งนี้ ได้แบ่งกระบวนการดำเนินโครงการงานเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การเตรียมไฟล์ต้นฉบับ

1. ศึกษาข้อมูล เพื่อรวบรวมและนำมาออกแบบแผ่นทดสอบ (Test Form) ที่จะใช้ในการทดสอบ คุณภาพงานพิมพ์จำนวน 1 แผ่น ขนาด 15.5 x 21.5 นิ้ว
2. นำตารางสีทดสอบ (Test Chart) โดยไฟล์ต้นฉบับจะเป็นตารางสีทดสอบมาตรฐานของ ECI2002 CMYK i1 จำนวนเฉดสี 1,496 ช่อง นำมาจัดวางหน้าบนโปรแกรม Illustrator CS 4
3. รูปที่ใช้ตรวจสอบลักษณะภาพแต่ละแบบ ปรับความละเอียดเป็น 300 PPI ใช้โหมดสี CMYK ในโปรแกรม Photoshop CS 4
4. บันทึกข้อมูลหลังจากการจัดวางหน้าครบและถูกต้องเรียบร้อยแล้ว โดยใช้โปรไฟล์สีของ FOGRA 39 และบันทึกเป็นไฟล์ในรูปแบบ PDFX1a : 2001

3.2.1.2 การทำแม่พิมพ์

ผลิตแม่พิมพ์จากเครื่อง Computer to Plate (CTP) โดยตรวจสอบ ความละเอียดของสกรีน 175 lpi, ฟ้า (Cyan) เท่ากับ 15 องศา, สีม่วงแดง (Magenta) เท่ากับ 75 องศา, สีเหลือง (Yellow) เท่ากับ 0 องศา, สีดำ (Black) เท่ากับ 45 องศา และรูปร่างเม็ดสกรีนแบบกลม (Round Dot) ให้ได้ใกล้เคียงตามมาตรฐาน ISO 12647-2

3.2.1.3 วัสดุพิมพ์

ในการทำโครงการจะต้องเลือกแผ่นโลหะที่ปูพื้นขาว โดยใช้ค่า $L^*a^*b^*$ ในการควบคุมให้ใกล้เคียงกับค่า $L^*a^*b^*$ ของกระดาษชนิดที่ 1 (Gloss Coated, Wood Free) ตามมาตรฐาน

3.2.1.4 การพิมพ์

พิมพ์ด้วยเครื่องปรู๊ฟ ภายใต้สภาวะการทำงานจริง ของบริษัท สวอนอินคัสทีร์ส (ประเทศไทย) จำกัด โดยพิมพ์ด้วยค่าความดำ 3 ระดับ คือ ระดับน้อยกว่ามาตรฐาน (Minimum), ระดับมาตรฐาน (Standard) และระดับมากกว่ามาตรฐาน (Maximum) แต่ระดับมีค่าความดำต่างกัน 0.1 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

3.2.2 การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

3.2.2.1 การตรวจสอบขอบเขตสีของงานพิมพ์

ใช้เครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น i1 วัดค่าสีของตารางสีทดสอบมาตรฐานของ ECI 2002 CMYK i1 จำนวนเฉลี่ย 1,496 ช่อง ซึ่งงานพิมพ์ 1 ฉบับ จะประกอบด้วยตารางสีทดสอบมาตรฐานจำนวน 2 แผ่น โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม โปรไฟล์เมกเกอร์ ซึ่งโปรแกรมนี้จะสามารถแสดงค่าสีระบบ CIE L*a*b* ของงานพิมพ์ที่ทำการวัด

3.2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพ

ก.) ใช้เครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Spectro Eye ในการตรวจสอบคุณภาพภายใต้มาตรฐาน ISO 12647-2 มาวิเคราะห์

1. วัดค่า ความดำ (Density) ของงานพิมพ์โดยทำการวัดค่าบริเวณพื้นสกรีน C 100%, M 100%, Y 100% และ K 100 % วัดจำนวน 5 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
ค่าความดำ มีหลักการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าความดำ} = \text{Log}_{10} \frac{1}{R}$$

R : ค่าการสะท้อน (Reflectance) ของแสงจากภาพพิมพ์ส่องผ่านฟิลเตอร์

2. วัดค่าการซ้อนทับกันของสีหรือ ค่าการจับหมึก (Trapping) โดยทำการวัดค่าบริเวณสีทางแสง และสีที่ซ้อนทับ คือ $R = M+Y$, $G = C+Y$, $B = C+M$ จะสามารถแสดงค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของการซ้อนทับ

ค่าการจับหมึก มีหลักการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าการจับหมึก (แทรีปปีง)} = \frac{D_{op} - D_1}{D_2} \times 100$$

D_{op} : ความดำของหมึก 2 สีที่พิมพ์ทับกัน

D_1 : ความดำของชั้นหมึกที่พิมพ์ก่อน

D_2 : ความดำของชั้นหมึกที่พิมพ์ทีหลัง

3. วัดค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) โดยทำการวัดค่าบริเวณ C 10% - C 100% , M 10% - M 100% , Y 10% - Y 100% และ K 10% - K 100%

สามารถคำนวณพื้นที่สกรีน ดังนี้

$$\text{พื้นที่สกรีน} = \frac{1 - 10^{-n_t}}{1 - 10^{-n_s}} \times 100$$

D_t คือ ค่าความดำของ

D_s คือ ค่าความดำของพื้นตาย

4. วัดค่า Hue error โดยทำการวัดค่าบริเวณพื้นสกรีนของ สี C , M และ Y จะสามารถแสดงค่าออกมาเป็นค่าความต่ำสุด , ค่าความค่ากลาง และค่าความค่าสูงสุด แล้วนำมาแทนค่าในสูตร

$$\% \text{ Hue Error} = \frac{M-L}{H-L} \times 100$$

โดยกำหนดให้ L เป็นค่าความต่ำสุดที่อ่านได้

M เป็นค่าความค่ากลางที่อ่านได้

H เป็นค่าความค่าสูงสุดที่อ่านได้

5. วัดค่าสมดุลสีเทา (Gray Balance) โดยทำการวัดในบนบริเวณพื้นสกรีนที่ 25%, 50% และ 75% ของสีดำ เทียบกับ ค่า L* a* b* ของสีดำที่เกิดจากสี ในบริเวณพื้นสกรีนที่ 25% Cyan + 17% Magenta+ 17% Yellow, 50% Cyan+40% Magenta+ 40%Yellow และ 75% Cyan + 65% Magenta + 65% Yellow ซ้อนทับกัน เทียบกันตามลำดับ

สมการคำนวณค่าความเป็นเทา (Grayness)

$$\% \text{ Grayness} = \frac{L}{H} \times 100$$

โดยกำหนดให้ L เป็นค่าความต่ำสุดที่อ่านได้

M เป็นค่าความค่ากลางที่อ่านได้

H เป็นค่าความค่าสูงสุดที่อ่านได้

3.2.3 ลักษณะการเปรียบเทียบ

3.2.3.1 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) และขอบเขตสีในการศึกษาจะเปรียบเทียบข้อมูลของคุณภาพงานพิมพ์ที่วัดค่าได้ กับมาตรฐานที่ถูกต้อง ดังนี้

ก.) เปรียบเทียบงานพิมพ์ตารางสีทดสอบพิมพ์ (Test Chart) ชนิด ECI2002 CMYK i1 จำนวนเฉดสี 1,496 ช่อง โดยใช้โปรแกรม Profile Maker เทียบขอบเขตที่วัดได้จากงานพิมพ์กับขอบเขตสีตาม มาตรฐานของ Test Chart ดังนี้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าความแตกต่างสีรวม

$$\Delta E_{ab} = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

โดยที่ ΔE_{ab} คือ ค่าความแตกต่างสีรวมระหว่างสีสองสีใดๆ

$L^*_1 a^*_1 b^*_1$ คือ ค่าพิกัดสี CIE Lab ของสีที่หนึ่ง

$L^*_2 a^*_2 b^*_2$ คือ ค่าพิกัดสี CIE Lab ของสีที่สอง

$\Delta L^* \Delta a^* \Delta b^*$ คือ ค่าความแตกต่างสีระหว่างพิกัด $L^* a^* b^*$ ของสีทั้งสอง

3.2.3.2 การเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้จะอ้างอิงตามมาตรฐาน-ฐาน ISO 12647-2

3.2.4.2 สร้างโปรไฟล์ของกระดาษถ่ายภาพเคลือบเงา (semi glossy proof paper) โดยการหาค่า Linearization

3.2.5.2 นำโปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์และโปรไฟล์ของกระดาษที่ได้มาทำการปรับให้เหมาะสม (Optimize profile) ผ่านโปรแกรมจัดการสี EFI Color Manager เพื่อให้ได้ค่าสีที่เหมาะสม ซึ่งจะได้ออกมาเป็น โปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Epson stylus PRO 9600)

3.3 สถานที่ดำเนินงานวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีใช้ในการวัดค่าตัวแปร (Parameter) ต่างๆ และบริษัท สวอนอินดัสทรีส์ (ประเทศไทย) จำกัด ใช้สถานที่ในการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะ

3.4 วิธีการวิเคราะห์ผลการวิจัย

ข้อมูลที่ได้มาส่วนมากจะได้มาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ค่าแน่นอนและความแม่นยำสูง เครื่องมือ ที่ใช้วัดค่าและใช้วิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพของงานพิมพ์จะใช้การแสดงผลแบบกราฟ

โดยกราฟที่ได้จากการวัดค่าความดำด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Spectro Eye และเครื่อง วัดค่าสี สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น i1 เครื่องจะวัดค่าของสีบนภาพตารางสีทดสอบทั้งหมด 1,496 ช่อง เป็นค่าสีที่ผลิตได้ในบริเวณช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 nm. – 700 nm. ซึ่งจะนำไปคำนวณต่อไปจนครบ โปรแกรมจะสามารถแสดงขอบเขตสีออกมาได้

3.5 การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จะมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ ข้อมูลที่ได้มาเป็นภาพ ข้อมูลที่เป็นตัวเลข และข้อมูลที่เป็นกราฟ

3.5.1 ข้อมูลที่เป็นภาพ

ข้อมูลภาพที่ได้จะแสดงถึงขอบเขตที่อุปกรณ์นั้นๆ ผลิตได้ โดยที่จะแสดงภาพออกมาในรูปของเส้นแสดงขอบเขตสีที่ผลิตได้ใน CIE xyz Standard Color Chart และ CIE L*a*b* Color Space ซึ่งขอบเขตสีที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับขอบเขตสีมาตรฐานของ Test Chart

3.5.2 ข้อมูลที่เป็นกราฟและตัวเลข

ข้อมูลที่เป็นกราฟที่ได้จากค่าของการวัดค่าบงงานพิมพ์ในส่วนของโทนการผลิตสีที่เพิ่มขึ้นที่วัดได้จากงานพิมพ์ส่วนข้อมูลตัวเลขนำเสนอในรูปแบบตารางเปรียบเทียบ เช่นค่ามาตรฐานต่างๆ เป็นต้น ข้อมูล ตัวเลขที่เป็นค่าที่ได้จากการวัดค่าความดำของหมึกพิมพ์เป็นค่าที่แสดงให้เห็นค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการ พิมพ์ในที่นี้ คือ ค่าความดำ ซึ่งค่านี้ไม่สามารถแสดงค่าสีได้แต่จะใช้แสดงค่าที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความหนาแน่นและปริมาณของหมึกที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ของ เม็ดสกรีน (%dot area) ที่เกิดขึ้นบนงานพิมพ์