บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับมาตรฐาน ISO 12647-2

2.2 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับสีและการหาค่าสี

2.3 หลักการสร้างแบบทดสอบทางการพิมพ์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับมาตรฐาน ISO 12647-2

ISO 12647-2 เป็นรหัสมาตรฐานสากลนานาชาติ สำหรับระบบพิมพ์ออฟเซต เพื่อเป็นเกณฑ์ปฏิบัติให้แก่ผู้ประกอบการพิมพ์ทั่วโลกให้มีแนวทางเหมือนกัน ตั้งแต่การแยกสีถึงการควบคุมจ่ายหมึกพิมพ์บนแท่นพิมพ์ รวมถึงการกำหนดมาตรฐานหมึกและกระดาษพิมพ์รวมอยู่ด้วย (อรัญ หาญสืบสาย, 2547: 53–61)

2.1.1 การแยกสี

การแยกสีเป็นขั้นตอนการแปลงโหมดข้อมูลภาพจากโหมดภาพ RGB ไปเป็น CMYK ภายใต้การจัดการสีที่เหมาะสมและข้อกำหนดการพิมพ์ เช่น ปริมาณ UCR/GCR ลักษณะแม่พิมพ์ดำ (Black Printer) ปริมาณหมึกพิมพ์รวมที่บริเวณเงา (Total Ink Limit) และเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม รวมทั้งค่าความละเอียดของสกรีน รูปร่างเม็ดสกรีนและมุมสกรีน เป็นต้น จากนั้นจะส่งข้อมูลดังกล่าวไปทำการสร้างภาพบนฟิล์มด้วยเครื่องสร้างภาพอิมเมจเซ็ตเตอร์ ได้ฟิล์มแยกสี 4 แผ่น หรืออาจข้ามขั้นตอนฟิล์มไปสร้างภาพบนเพลตโดยตรงผ่านอุปกรณ์เพลตเซ็ตเตอร์ก็ได้

คุณภาพฟิล์มแยกสี ฟิล์มแยกสีที่ดี พิจารณาได้ดังนี้

2.1.1.1 ค่าความดำของเม็ดสกรีน (Core Density) ไม่ควรน้อยกว่า 2.5 และพื้นที่ส่วนใสระหว่างเม็ดสกรีนไม่เกิน 0.1 (ทั้งนี้ ต้องลบค่าความดำของฟิล์มบริเวณที่ไม่ใช่ภาพหรือ Fog Density ออกก่อน)

2.1.1.2 ค่าความดำบริเวณที่ไม่ใช่ภาพ (ส่วนใส/Fog Density) ต้องไม่เกินค่า 0.15

2.1.1.3 ระยะฟรินจ์ (Fringe) หรือขอบเม็ดสกรีนที่มีความเข้มไม่เท่ากับจุดกลาง (Core Density) ควรมีความกว้างไม่เกินระยะ 1 ใน 4 ของขนาดเม็ดสกรีนนั้น ๆ

ข้อสังเกต ค่าความดำของฟิล์ม อาจพิจารณาที่บริเวณพื้นทึบได้ โดยค่าความดำจะต้องไม่น้อยกว่า 3.5 เมื่อลบด้วยค่าความดำบริเวณส่วนใสของฟิล์มแล้ว

เครื่องวัดความดำ กำหนดให้ใช้ฟิลเตอร์ UV ตามมาตรฐาน ISO 5-3

2.1.1.4 ความละเอียดของสกรีน กำหนดให้ใช้ในช่วงระหว่าง 100 – 200 lpi ขึ้นอยู่กับประเภทงานพิมพ์ ดังนี้

1) งานพิมพ์ออฟเซตป้อนม้วน สำหรับแมกกาซีน วารสาร 100 – 150 lpi
2) งานพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจ แบบฟอร์มต่อเนื่อง 133 – 150 lpi
3) งานพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น คุณภาพสูง 150 – 200 lpi

2.1.1.5 มุมสกรีน มี 2 แบบ กำหนดดังนี้

1) แบบที่ 1 กำหนดทิศทางของมุมสกรีนไม่อิงแกนหลัก (Principal Axis) C 15 M 75/45 Y 90 K 45/75

2) แบบที่ 2 กำหนดทิศทางของมุมสกรีนอิงแกนหลัก (Principal Axis) C 15 M 75 Y 90 K 135

รูปร่างเม็ดสกรีน สามารถใช้ได้ทั้งแบบทรงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงรี แต่กรณีที่กำหนดมุมสกรีนแบบที่ 2 มีข้อสังเกตเพิ่มเติม ให้พิจารณาตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างเม็ดสกรีนของช่วงมิดโทน โดยตำแหน่งแรกให้เริ่มที่น้ำหนักสี 40% และตำแหน่งที่สอง 60%

2.1.1.6 ขนาดภาพของฟิล์มแยกสีแต่ละแผ่น เมื่อวัดระยะแนวเส้นทแยงมุมแล้วจะต้องไม่แตกต่างกันเกินร้อยละ 0.02 (ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอิมเมจเซ็ตเตอร์ และชนิดของฟิล์มที่ใช้)

2.1.1.7 ค่าปริมาณหมึกรวมที่บริเวณเงา (Total Ink Limit) / C+M+Y+K กำหนดดังนี้

1) สำหรับการพิมพ์แบบป้อนแผ่น ไม่เกิน 350%

2) สำหรับการพิมพ์แบบป้อนม้วน ไม่เกิน 300%

2.1.1.8 สมดุลเทา จะมีความจำเป็น ถ้ากรณีแยกสีแบบใช้การปรับน้ำหนักสีของแต่ละสีเข้ามาช่วย (ปรับเองด้วยผู้ปฏิบัติงาน) หรืออาจใช้ในการควบคุมการจ่ายหมึกระหว่างการพิมพ์ได้ (โดยออกแบบแถบดังกล่าว ให้ช่างพิมพ์ตรวจสอบด้วยตาเปล่า) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดมาตรฐานค่าสมดุลสีเทา

	น้ำเงินเขียว/ไซแอน	**ม่วงแดง/แมกเจนต้า**	**เหลือง**
¼ ของโทน	25%	19%	19%
มิดโทน	50%	40%	40%
¾ ของโทน	75%	64%	64%

2.1.2 มาตรฐานกระดาษพิมพ์

ISO กำหนดมาตรฐานกระดาษพิมพ์ตามคุณลักษณะสมบัติผิว ได้แก่ ค่าสี ความมันวาว และความสว่าง โดยมีวัตถุประสงค์ประการหนึ่งเพื่อใช้ในการผลิตปรู๊ฟดิจิทัลให้ใกล้เคียงกับผิวกระดาษพิมพ์มากที่สุด เพราะปัจจุบันปรู๊ฟดิจิทัลสามารถพิมพ์พื้นกระดาษเลียนแบบผิวกระดาษจริงได้ มาตรฐานกระดาษแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะกระดาษพิมพ์มาตรฐาน ISO

ประเภทกระดาษ	**ค่าสี**			**ความมันวาว (%)**	**ความมันวาว (%)**	**น้ำหนัก (แกรม)**
	L*	**a***	**b***			
1. Gloss-coated, woodfree	93	0	-3	65	85	115
2. Matt-coated, woodfree	92	0	-3	38	83	115
3. Gloss-coated, web	87	-1	3	55	70	70
4. Uncoated, white	92	0	-3	6	85	115
5. Uncoated, yellow	88	0	6	6	85	115
ช่วงการยอมรับ	±3	±2	±2	±5	-	-

ข้อสังเกต

- การวัดสี กำหนด Black Backing, D50 Illuminant, 2 Observer, 0/45 หรือ 45/0 Geometry
- การวัดค่าความมันวาว ใช้มาตรฐาน ISO 8254-1
- การวัดค่าความสว่าง (brightness) กำหนดค่าการสะท้อนแสงที่ 460 nm
- กระดาษประเภทที่ 1 และ 2 ไม่เหมาะกับพิมพ์ระบบป้อนม้วนในการพิมพ์งานทั่วไป ยกเว้นสิ่งพิมพ์ประเภทปก
- กระดาษประเภทที่ 3 และ 5 ไม่เหมาะในสิ่งพิมพ์ประเภทฟอร์มธุรกิจ 4 สี
- กระดาษมาตรฐาน ISO จะกำหนดน้ำหนักพื้นฐานที่ 115 กรัมต่อตารางเมตร เท่านั้น ยกเว้นกระดาษพิมพ์ม้วน ประเภทที่ 3 กำหนดน้ำหนักที่ 70 กรัมต่อตารางเมตร

2.1.3 มาตรฐานหมึกพิมพ์ออฟเซต และค่าสีทางการพิมพ์

ISO กำหนดมาตรฐานหมึกพิมพ์ออฟเซตด้วยค่าสีของหมึกพิมพ์โพรเซส 4 สี ตามมาตรฐาน ISO 2846 โดยนำหมึกชุดดังกล่าวพิมพ์บนกระดาษแต่ละชนิด ด้วยวิธีการที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ISO 2846-1 โดยปริมาณหมึกพิมพ์ที่ถ่ายทอดจากแม่พิมพ์/ผ้ายางไปสู่กระดาษแต่ละชนิดจะเท่ากัน แต่การซึมซับหมึกของกระดาษจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความหยาบและความพรุนของผิว ด้วยเครื่องทดสอบ IGT Printability Tester และเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น จากนั้นจะวิเคราะห์วัดค่าสีบนสีพิมพ์พื้นทึบ KCMY และ RGB ที่ได้ตามลำดับ ซึ่งหลักการวัดสีจะเป็นไปตามเช่นเดียวกับวัดค่าสีของกระดาษทุกประการ

ข้อสังเกต การกำหนดปริมาณการจ่ายหมึกนี้ ได้มาจากการทดสอบพิมพ์จ่ายหมึกจากน้อยไปหามากบนกระดาษอ้างอิง (Reference Paper) ที่กำหนดโดย ISO 2846-1 ($L^* = 95$, $a^* = 0$, $b^* = 5$, ค่าความมันวาว = 70-80%, ค่าความสว่าง = 80% และน้ำหนัก 150 กรัมต่อตรม.) ให้พิจารณาค่าเปรียบต่างหรือค่าคอนทราสของภาพพิมพ์ที่ได้ เลือกแผ่นที่ให้ค่าสูงสุด เพื่อกำหนดปริมาณการจ่ายหมึกที่เหมาะสม

ข้อสังเกต

1. ค่าเปรียบต่างภาพพิมพ์จะพิจารณาที่ตำแหน่งน้ำหนักสี 3/4 ซึ่งหมึกพิมพ์มาตรฐานบนกระดาษอ้างอิงควรจะให้ค่า ดังนี้ C 45%, M 43%, Y 37% และ K 55% กำหนดค่าช่วงยอมรับ ±3%

2. ค่าการจับหมึก หรือแทร็ปปิ้ง ของสีแดง (M+Y) เขียว (C+Y) และน้ำเงิน (C+M) ให้ค่าที่ 80% ±5%

ตารางที่ 2.3, 2.4 เป็นค่าสีมาตรฐานของการพิมพ์ออฟเซต 4 สี ที่วัดด้วยเครื่องวัดสีที่ใช้กำเนิดแสง D50 และ D65 ตามลำดับ โดยพิมพ์ลำดับสีที่ C/M/Y ตามลำดับ จากงานพิมพ์เดียวกันและตารางที่ 2.5 เป็นค่าความแตกต่างของสี (Color Difference, ΔE) ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 2.3 ค่าสีมาตรฐานของการพิมพ์ออฟเซต 4 สี (ใช้กำเนิดแสง D50)

ประเภทกระดาษ	1 L*/a/*b*	2 L*/a/*b*	3 L*/a/*b*	4 L*/a/*b*	5 L*/a/*b*
ดำ	18/0/-1	18/1/1	20/0/0	35/2/1	35/1/2
ไซแอน	54/-37/-50	54/-33/-49	54/-37/-42	62/-23/-39	58/-25/-35
แมกเจนตา	47/75/-6	47/72/-3	45/71/-2	53/56/-2	53/55/1
เหลือง	88/-6/95	88/-5/90	82/-6/86	86/-4/68	84/-2/70
แดง	48/65/45	47/63/42	46/61/42	51/53/22	50/50/26
เขียว	49/-65/30	47/-60/26	50/-62/29	52/-38/17	52/-38/17
น้ำเงิน	26/22/-45	26/24/-43	26/20/-41	38/12/-28	38/14/-28

ตารางที่ 2.4 ค่าสีมาตรฐานของการพิมพ์ออฟเซต 4 สี (ใช้กำเนิดแสง D65)

ประเภทกระดาษ	1 L*/a/*b*	2 L*/a/*b*	3 L*/a/*b*	4 L*/a/*b*	5 L*/a/*b*
ดำ	18/0/-1	18/1/1	20/0/0	35/2/1	35/1/2
ไซแอน	56/-27/-47	55/-25/-45	55/-30/-39	62/-20/-36	59/-20/-33
แมกเจนตา	47/75/-10	45/71/-7	43/71/-6	51/54/-4	51/53/-1
เหลือง	88/-12/96	88/-11/92	82/-12/87	85/-9/68	83/-7/70
แดง	46/62/42	45/59/38	44/58/39	55/49/20	54/46/24
เขียว	50/-67/33	47/-62/29	51/-65/32	59/-34/21	59/-33/21
น้ำเงิน	27/29/-44	27/30/-42	26/25/-40	40/-8/-25	40/18/-25

ตารางที่ 2.5 ค่าความแตกต่างของสี, ΔE ที่ยอมรับได้ของค่าสีทางการพิมพ์

หมึกพิมพ์	ดำ	ไซแอน	แมกเจนตา	เหลือง
Deviation Tolerance	4	5	8	6
Variation Tolerance	2	2.5	4	3

ISO กำหนดเกณฑ์ในการผลิตปรู๊ฟที่ถูกต้อง จะต้องให้ค่าสีใกล้เคียงกับข้อกำหนดในตารางที่ 2.3 และ 2.4 มากที่สุด โดยค่าความแตกต่างของสีควรจะอยู่ในช่วง Deviation Tolerance ของตารางที่ 2.5 ในขณะที่การเปรียบเทียบค่าสีระหว่างปรู๊ฟกับงานพิมพ์บนแผ่น OK sheet ก็ไม่ควรเกิน Deviation Tolerance เช่นกัน

สำหรับงานพิมพ์หลังจากได้แผ่น OK Sheet แล้ว ช่างพิมพ์ควรควบคุมคุณภาพของสีพิมพ์ไม่ให้เกินช่วงเกณฑ์ของ Variation Tolerance

2.1.4 ข้อกำหนดการพิมพ์

2.1.4.1 การผลิตช่วงน้ำหนักสี (Tone Reproduction Limits)

ISO ระบุช่วงการผลิตน้ำหนักสีที่ได้จากงานพิมพ์ เพื่อเป็นหลักประกันคุณภาพงานพิมพ์ว่าจะเห็นรายละเอียดของสิ่งพิมพ์นั้นได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การตั้งเครื่องพิมพ์ การควบคุมงานของช่างพิมพ์ ชนิดของแม่พิมพ์ และผ้ายางที่ใช้ เป็นต้น ข้อกำหนดของช่วงน้ำหนักสี มีดังนี้

ช่วง 3% - 97% เมื่อใช้ความละเอียดของสกรีนระหว่าง 100 - 150 lpi

ช่วง 5% - 95% เมื่อใช้ความละเอียดของสกรีนที่ 200 lpi

2.1.4.2 ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain Values) และช่วงการยอมรับ (Tolerance)

ISO ให้ความสำคัญของปรากฏการณ์การเกิดเม็ดสกรีนบวมเช่นเดียวกับการควบคุมค่าสีหรือค่าความดำพื้นทึบ (Solid Density) เพราะการเกิดเม็ดสกรีนบวมจะมีผลต่อการผลิตน้ำหนักสีและคุณภาพของสิ่งพิมพ์โดยตรงขึ้นอยู่กับการตั้งเครื่อง การเลือกใช้วัสดุพิมพ์ และปริมาณการจ่ายน้ำยาเฟาว์เทน และการพิมพ์ทุกครั้งจำเป็นต้องควบคุมค่าดังกล่าวนี้ให้เท่ากันเสมอ เช่นเดียวกับค่าสี/ค่าความดำพื้นทึบ การควบคุมจะใช้เครื่องวัดความดำ (Densitometer)

เครื่องวัดความดำสามารถใช้ได้ทั้ง 2 ระบบ ได้แก่ มาตรฐาน DIN E (ยุโรป) และ ISO Status T (อเมริกา) ซึ่งแบบหลังมักจะให้ค่าความดำของหมึกพิมพ์ไซแอนและสีเหลืองแตกต่างกันเล็กน้อย ในขณะที่สีแมกเจนตาและดำ ให้ค่าใกล้เคียงกัน

ISO กำหนดเกณฑ์ของช่วงการยอมรับของค่าเม็ดสกรีนบวมของแผ่นปรู๊ฟกับแผ่น OK Sheet โดยจะพิจารณาค่า Deviation Tolerance ระบุไว้ในตารางที่ 2.6 เพื่อไม่ให้ค่าเม็ดสกรีนบวมระหว่างแผ่นปรู๊ฟกับแผ่น OK sheet แตกต่างกันเกินร้อยละ 7 ในขณะที่งานพิมพ์บนแท่นพิมพ์มีความสำคัญมากกว่า จะต้องควบคุมไม่ให้ค่าเม็ดสกรีนบวมนี้แตกต่างกันเกินร้อยละ 4 โดยจะพิจารณาช่วงการยอมรับ Variation Tolerance แทน

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์กำหนดช่วงการยอมรับ (%) ของค่าเม็ดสกรีนบวม สำหรับปรู๊ฟและงานพิมพ์จริง

น้ำหนักสี	แผ่นปรู๊ฟ	แผ่น OK Sheet	แผ่นพิมพ์จริง
40 – 50%	3	4	4
75 – 80%	2	3	3

2.1.5 แถบควบคุม

แถบควบคุมที่ใช้ในการควบคุมค่าสี ค่าความดำ และเม็ดสกรีนบวม อาจเป็นได้ทั้งแอนนาลอก (แถบฟิล์ม) และไฟล์ดิจิทัลสำเร็จรูป ความละเอียดระหว่าง 120 - 175 lpi สำหรับแถบฟิล์มมีข้อกำหนดให้ค่าความดำของเม็ดสกรีน (Core Density) ไม่น้อยกว่า 3.0 (หักค่าความดำของฟิล์มใสออก) และระยะฟริ้นจ์ไม่เกิน 2 ไมครอน

2.2 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับสีและการหาค่าสี

2.2.1 ทฤษฎีการผสมสีแบบบวก ทฤษฎีการผสมสีแบบบวกเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการนำแสงสี ที่ใช้เป็นแม่สีปฐมภูมิแบบบวก (Additive Primaries) ได้แก่ แสงสีน้ำเงิน (Blue, B) แสงสีเขียว (Green, G) และแสงสีแดง (Red, R) มาผสมกันเพื่อให้ได้แสงสีใหม่ขึ้นมา จากการที่นำเอาแสงแม่สีมาผสมรวมกันหรือฉายซ้อนทับกันเพื่อให้ได้แสงสีใหม่ขึ้นมานี้เอง (ผกามาศ ผจญแกล้ว, 2542: 67-89)

ในการเลือกแสงแม่สีที่เป็นแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงินนี้ ก็เพราะว่าแสงทั้งสามสีดังกล่าวสัมพันธ์กับการที่บริเวณจอตามีเซลล์รับแสงหรือเซลล์รูปกรวยอยู่สามชนิด โดยถ้าเลือกแสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสมแล้ว ฉายผสมกันด้วยความเข้มแสงต่าง ๆ กันแล้วสามารถเกิดเป็นแสงสีต่าง ๆ ที่มีในสเปกตรัมของแสงขาวได้

ในการผสมสีหากใช้แม่สีปฐมภูมิที่มีความเข้มแสงเท่ากันมาผสมกันจะทำให้ได้แสงที่สีต่าง ๆ ดังนี้

แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน < --- > แสงสีม่วงแดง (Magenta, M)

แสงสีแดง + แสงสีเขียว < --- > แสงสีเหลือง (Yellow, Y)

แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเขียว < --- > แสงสีน้ำเงินเขียว (Cyan, C)

แสงสีแดง + แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงิน < --- > แสงขาว (W)

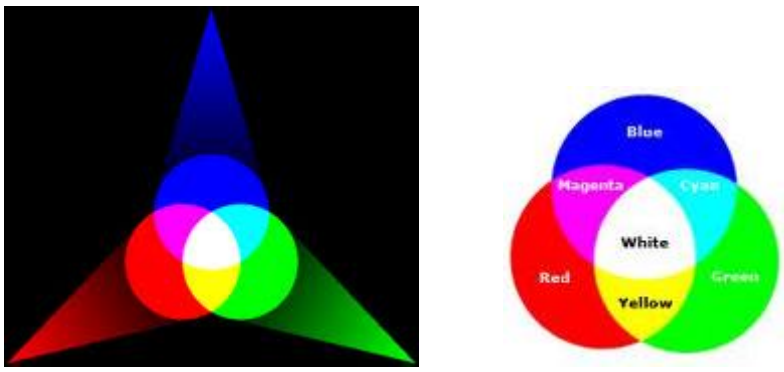
ทั้งนี้หากเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงแม่สีให้แตกต่างกัน ก็จะทำให้เกิดเป็นแสงสีอื่น ๆ ขึ้นได้ เช่น แสงสีม่วงได้จากการใช้แสงสีแดงผสมกับแสงสีน้ำเงิน โดยใช้แสงสีแดงที่มีความเข้มแสงน้อยกว่าตัวอย่างการผสมสีของแบบบวกที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน คือ สีที่เกิดขึ้นที่หน้าจอโทรทัศน์ และจอภาพคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในการผสมสีข้างต้นหากนำแสงสีอื่นมาผสมกับแสงแม่สีปฐมภูมิแล้วทำให้เกิดแสงขาวขึ้น จะเรียกแสงสีดังกล่าวว่า “แสงสีเติมเต็ม” ของแสงแม่สีนั้น ซึ่งแสงสีเติมเต็มของแสงแม่สีปฐมภูมิมีดังนี้

แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงินเขียว < --- > แสงขาว

แสงสีเขียว + แสงสีม่วงแดง < --- > แสงขาว

แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเหลือง < --- > แสงขาว

การที่แสงสีแดงผสมกับแสงสีน้ำเงินเขียวแล้วได้เป็นแสงขาวเป็นเพราะว่า แสงสีน้ำเงินเขียวประกอบด้วยแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียว ซึ่งเมื่อมาผสมกับแสงสีแดงแล้วจึงเกิดเป็นแสงขาวขึ้น ดังนั้น แสงสีน้ำเงินเขียวจึงเป็นแสงสีเติมเต็มของแสงสีแดง และในทำนองเดียวกัน แสงสีม่วงแดงจึงเป็นสีเติมเต็มของแสงสีเขียว และแสงสีเหลืองจึงเป็นแสงสีเติมเต็มของแสงสีน้ำเงิน



ภาพที่ 2.1 การผสมสีแบบบวก

อุปกรณ์นำเข้าข้อมูลและส่งออกข้อมูลในระบบงานก่อนพิมพ์ส่วนใหญ่ ได้ใช้หลักการและวิธีการผสมสีแบบบวก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) กล้องถ่ายภาพดิจิตอล ระบบปรู๊ฟสีดิจิตอลจอภาพ ซึ่งการใช้ระบบสีแบบบวก (R G B) ในการแสดงผลหรือในการทำงาน มีข้อดีเพราะมีความรวดเร็ว และมีขนาดของไฟล์ข้อมูลที่น้อยกว่าระบบสีอื่น แต่ข้อเสียของระบบสีแบบบวกก็คือการแสดงค่าขอบเขตของสีได้กว้างและไม่สอดคล้องกับความรู้สึกของตามนุษย์ที่รับแสง ทำให้อาจมีการแปลค่าสีผิดได้ (อรัญ หาญสืบสาย, 2542: 15-40)

2.2.2 ทฤษฎีการผสมสีแบบลบ เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผสมสารให้สีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยทั่วไปสารให้สีสมบัติการเลือกดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1/3 ของสเปกตรัมของแสงสีขาว และสะท้อนหรือส่องผ่านแสงที่เหลือประมาณ 2/3 ของช่วงความยาวคลื่นของสเปกตรัมของแสงขาวให้เข้าตา การที่สารให้สีมีสมบัติเลือกดูดกลืนแสงแล้วมีผลทำให้การผสมสีใหม่สามารถเกิดขึ้นได้นี้เอง จึงเป็นที่มาของคำว่า “ลบ” ที่มีอยู่ในชื่อทฤษฎี ลบในที่นี้หมายถึงการเลือกดูดกลืนแสงนั่นเอง ทั้งนี้แม่สีปฐมภูมิลบ (subtractive primaries) นี้มีสีสันเหมือนกับสีเติมเต็มทั้งสามสีของแม่สีปฐมภูมิบวก ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น กล่าวคือ สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง และสีเหลือง ระบบการผลิตสีแบบลบที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันพบได้ในฟิล์มภาพถ่าย สไลด์สี กระดาษอัดขยายภาพสี และการพิมพ์สอดสี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการผสมสีแบบลบในระบบการพิมพ์เท่านั้นในระบบการพิมพ์สอดสีโดยทั่วไปใช้หมึกพิมพ์สี่สีเป็นแม่สี (ธีระ ตั้งวิชาชาญ, 2540: 122-154) ได้แก่ หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว หมึกพิมพ์สีม่วงแดง หมึกพิมพ์สีเหลือง และหมึกพิมพ์สีดำ เนื่องจากหมึกพิมพ์สีดำโดยทั่วไปเมื่อผสมหรือพิมพ์ซ้อนทับกับหมึกพิมพ์อื่นแล้ว มีผลให้ความสว่างสีสัมพันธ์ของแม่สีอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้นโดยไม่ทำให้สีสันของหมึกพิมพ์เปลี่ยนแปลงแต่อย่าง

ใด ดังนั้นในที่นี้จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะการผลิตที่เกิดจากหมึกพิมพ์ทั้งสามสีที่เหลือ ดังนี้ หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว ประกอบด้วย ผงสีน้ำเงินเขียวที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีแดงและสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียวออกมา หมึกพิมพ์สีม่วงแดง ประกอบด้วย ผงสีม่วงแดงที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีเขียว และสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงออกมา หมึกพิมพ์สีเหลือง ประกอบด้วย ผงสีเหลืองที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีน้ำเงินและสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีเขียวและแสงสีแดงออกมาและเมื่อมีการพิมพ์แม่สีทั้งสามสีซ้อนทับกันบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยพื้นที่เม็ดสกรีนหรือด้วยความหนาชั้นหมึกพิมพ์เท่ากันตามทฤษฎี จะเกิดเป็นสีใหม่ต่าง ๆ ดังนี้

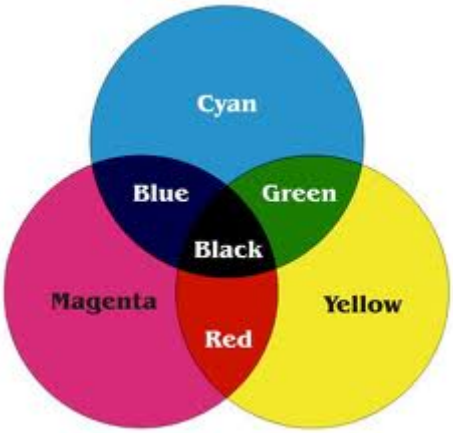
หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีม่วงแดง < --- > สีน้ำเงิน

หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีเขียว

หมึกพิมพ์สีม่วงแดง + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีแดง

หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีม่วงแดง + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีดำ

สำหรับสีอื่นในระบบการพิมพ์ ก็สามารถทำให้เกิดได้โดยพิมพ์หมึกพิมพ์แม่สีด้วยพื้นที่เม็ดสกรีน ต่าง ๆ กัน ส่วนสีเติมเต็มของแม่สีปฐมภูมิลบนี้ก็จะมีสีสันเหมือนกับแม่สีปฐมภูมิบวก โดยเมื่อสีที่เป็นคู่สีเติมเต็มของกันและกันในระบบการผสมสีแบบลบมาผสมกันจะทำให้เกิดเป็นสีเทาหรือดำขึ้น ขึ้นอยู่กับพื้นที่เม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์ที่พิมพ์ซ้อนทับกัน ดังนั้น สีเติมเต็มของหมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียวหมึกพิมพ์สีม่วงแดง และหมึกพิมพ์สีเหลือง คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น เมื่อพิมพ์สีม่วงแดงและหมึกพิมพ์สีเหลืองลงบนวัสดุที่ใช้พิมพ์ด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนเท่ากัน จะทำให้เกิดสีแดงในบริเวณดังกล่าว และถ้ามีการพิมพ์สีน้ำเงินเขียวซ้อนทับลงไปในบริเวณสีแดงดังกล่าวด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนเท่ากัน ก็จะทำให้เกิดเป็นสีเทาหรือสีดำ ขึ้น เนื่องจากในบริเวณของวัสดุที่ใช้พิมพ์ดังกล่าวมีหมึกพิมพ์แม่สีทั้งสามสีพิมพ์ติดอยู่ ก็จะมีการดูดกลืนแสงในทุกความยาวคลื่นในปริมาณเท่า ๆ กัน เป็นต้น ในกรณีคู่สีเติมเต็มอื่น ๆ ที่เหลือก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน



ภาพที่ 2.2 การผสมสีแบบลบ

2.2.3 การวัดสี เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ (อรัญ หาญสืบสาย, 2547: 51–52) ใช้หลักการแปลงค่าแสงสะท้อนจากวัตถุในช่วงความยาวคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็น ระหว่าง 380 - 760 นาโนเมตร ไปเป็นค่าไตรสติมูลัส XYZ (Tri-stimulus) ผ่านฟังก์ชั่นความไวแสงของตามนุษย์ (Color-matching Functions Standard Observer) และค่าสเปคทรัลของกำเนิดแสง (Light Source Spectral) จากนั้นนำค่าไตรสติมูลัส XYZ ดังกล่าวไปแปลเป็นค่าสีระบบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการรับรู้ของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น L*a*b*, xyY และ L*C*h เป็นต้น

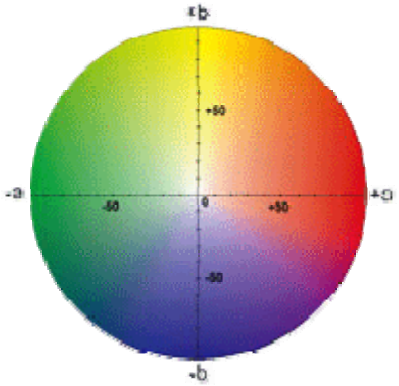
ที่น่าสนใจคือ มาตรฐานสำหรับควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ISO 13656 (Application of Reflection Densitometry and Colorimetry to Process Control or Evaluation of Prints and Proofs) ได้กำหนดค่าสีในระบบ CIELAB (L*a*b*) เป็นระบบเดียวที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งทำให้ง่ายในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เครื่องวัดสีทั่วไปก็สามารถแสดงค่าสีนี้ได้ (แนะนำให้ใช้เครื่องวัดสีสเปคทรอโฟโตมิเตอร์)

ระบบสี CIELAB เป็นปริภูมิสีประเภทสเกลสม่ำเสมอ (Uniform Scale Color Space) กำหนดโดยองค์กร CIE (Commission International Del'Eclairage) ในปี 1976 เพื่อแก้ปัญหาการแปลค่าสีในระบบ xyY ที่ปริภูมิสีมีสเกลไม่สม่ำเสมอ ไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของสีที่เกิดจากการมองเห็นจริง

ระบบ CIELAB จะแสดงค่าสีด้วยค่า L*a*b* โดย L* หมายถึง ความสว่างของสี a* และ b* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งไดอะแกรมดังกล่าว ค่า a* และ b* จะบอกทิศทางของสี ดังนี้

+a หมายถึง สีแดง -a หมายถึง สีเขียว

+b หมายถึง สีเหลือง -b หมายถึง สีน้ำเงิน



ภาพที่ 2.3 การผสมสีแบบลบ

ข้อสังเกต การวัดความดำ มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ค่าความดำที่วัดได้ไม่สัมพันธ์กับตามนุษย์ และสีสัน (Hue) ของสีจริง ๆ รวมทั้งความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ โดยเฉพาะเมื่อวัดผ่านฟิลเตอร์โพลาไรซ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวการวัดสีในการควบคุมงานพิมพ์เริ่มมีความสำคัญมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากมาตรฐาน ISO 12647 ที่กำหนดปัจจัยการพิมพ์ด้วยค่าสีแทนค่าความดำพื้นทึบ เป็นต้น และนอกจากนี้ การวัดค่าสียังจะช่วยทำให้ง่ายในการประกันคุณภาพงานพิมพ์ด้วยการควบคุมช่วงความแตกต่างของสีให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ (Tolerance) ดังนั้นอุปกรณ์วัดสีจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างหลักเลี่ยงไม่ได้ในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ตามมาตรฐานสากล

2.3 หลักการสร้างแบบทดสอบทางการพิมพ์

2.3.1 แบบทดสอบ (Test Form)

แบบทดสอบ หรือ Test Form หมายถึง เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ (อรัญ หาญสืบสาย, 2547: 12–14) ประกอบด้วยแถบควบคุม และภาพสีแบบต่าง ๆ มารวมกันจัดเป็นหน้า ได้ขนาดตามต้องการ อาจจะออกแบบเอง หรือสำเร็จรูปจากสถาบัน องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น ISO, GATF, FOGRA, PIRA, BRUNER และ UGRA เป็นต้น มีข้อสังเกตว่าแบบทดสอบสำเร็จรูปจากสถาบันต่าง ๆ จะมีความแตกต่างกันในการกำหนด

ใช้แถวควบคุม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรพิจารณาก่อนใช้ เช่น แบบทดสอบ GATF จะไม่รวมแถบสำหรับตรวจสอบการเกิดภาพหลอก รีจีสเตอร์ และแถบควบคุมการทำแม่พิมพ์ เป็นต้น

แบบทดสอบเหล่านี้ โดยทั่วไปเวลานำไปใช้งานมี 2 ลักษณะ ได้แก่ เป็นข้อมูลดิจิทัล กับเป็นแผ่นฟิล์มแยกสีสำเร็จรูปพร้อมที่จะนำไปทำแม่พิมพ์ได้ทันที สำหรับกรณีแบบแรกมีข้อดีตรงที่ข้อมูลสามารถส่งออกไปยังอุปกรณ์ได้หลายประเภทได้แก่ เครื่องอิมเมจเซ็ตเตอร์สำหรับผลิตฟิล์มแยกสี ปรู๊ฟดิจิทัล เพลตเซ็ตเตอร์ และเครื่องพิมพ์ดิจิทัลโดยไฟล์จะอยู่ในโหมด RGB/CMYK และอาจมีรูปแบบ (Format) ได้หลายรูปแบบ เช่น PDF, EPS และ TIFF เป็นต้น ในขณะที่แบบทดสอบที่เป็นแผ่นฟิล์มสำเร็จรูป นอกจากจะใช้งานง่ายแล้ว ยังสามารถใช้เทียบกับฟิล์มแยกสีที่ได้มาจากเครื่องอิมเมจเซ็ตเตอร์ เพื่อตรวจสอบการเทียบมาตรฐานหรือคาลิเบรต และลีเนียร์ไรเซชั่น (Linearization) ของเครื่องอิมเมจเซ็ตเตอร์นั้น ๆ

แบบทดสอบที่ดีจะต้องสามารถทำการวิเคราะห์สภาวะการพิมพ์ของงานพิมพ์นั้น ๆ ได้และความถูกต้องของระบุที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น เครื่องอิมเมจเซ็ตเตอร์ และปรู๊ฟดิจิทัล เป็นต้น สภาวะการพิมพ์ ได้แก่ค่าความดำ (Density) ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) ความเปรียบต่างของภาพพิมพ์ (Print Contrast) การจับหมึก (Ink Trapping) การผลิตน้ำหนักสี (Tone Reproduction) และเฉดสีที่ได้ รวมทั้งปัญหาการพิมพ์ เช่น พิมพ์พร่า (Slur) พิมพ์ซ้อน (Doubling) การขยายตัวของกระดาษ (Paper Fan-out) และสมดุลระหว่างหมึกพิมพ์กับน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้แบบทดสอบยังมีประโยชน์ ใช้ในการตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ของเครื่องพิมพ์ได้อีกด้วย

แบบทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Form) จะเป็นแบบทดสอบที่ได้รับการยอมรับกันในการทำธุรกิจ เพราะสามารถใช้ในการสื่อสารทำความเข้าใจระหว่างโรงพิมพ์กับลูกค้า หรือผู้ขายเครื่อง ได้เป็นอย่างดีก่อนตัดสินใจจะจ้างพิมพ์ หรือซื้อเครื่องหรือไม่ นอกจากนี้ แนวโน้มในอนาคตการใช้แบบทดสอบยังจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโรงพิมพ์มาตรฐาน เพื่อให้ได้งานพิมพ์คุณภาพสม่ำเสมอ

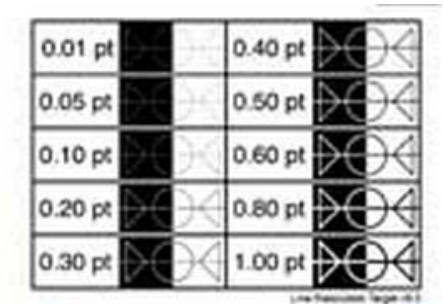
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแบบทดสอบ GATF

ขั้นตอนการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ ถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการจัดการบริหารโรงพิมพ์ ทำให้เกิดระบบคุณภาพในการทำงานของบุคลากร โดยเฉพาะช่างพิมพ์ สร้างมาตรฐานในการบำรุงรักษาเครื่องพิมพ์ คุณภาพของวัตถุดิบ และสร้างฐานข้อมูลของระบบพิมพ์ได้อย่างถูกต้อง องค์ประกอบของแบบทดสอบ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนวิเคราะห์ปัญหา (Diagnostic), ส่วนวิเคราะห์และการเทียบมาตรฐาน (Calibration) และส่วนควบคุมกระบวนการ (Process Control)

2.3.2 การออกแบบแบบทดสอบ (Test Form)

การกำหนดใช้แบบทดสอบเป็นขั้นตอนหนึ่งในการทำมาตรฐานการพิมพ์ ซึ่งสามารถออกแบบได้เอง หรือซื้อสำเร็จมาใช้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับขอบเขตในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปแบบทดสอบจะประกอบด้วยชิ้นส่วนควบคุมย่อย ๆ มารวมกัน รวมทั้งรูปภาพนำมาจัดประกอบหน้าเพื่อให้ง่ายในการพิมพ์ และสอดคล้องกับขนาดกระดาษและเครื่องพิมพ์ที่จะใช้ ตัวอย่างชิ้นส่วนควบคุมที่น่าสนใจดังนี้

2.3.2.1 แถบแสดงค่าการแยกของเส้น (Line Resolution Target)



ภาพที่ 2.5 แถบแสดงค่าการแยกของเส้น

ลักษณะของแถบจะแสดงด้วยเส้นขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ 0.01 – 1.00 พอยท์ (Point) มีทั้งเส้นทแยงมุม เส้นตรง และวงกลม ครบ 4 ทิศทางโดยสำหรับเส้นวงกลมนั้น ครึ่งหนึ่งจะเป็นเส้นเนกาทีฟ และอีกครึ่งหนึ่งที่ขอบชนกันเป็นเส้นพอสิทีฟ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ตรวจสอบระบบการผลิตฟิล์ม (Computer to Flim) และแม่พิมพ์ เพื่อดูว่า ระบบนั้นสามารถผลิตเส้นได้สมบูรณ์หรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นเส้นทึบ (พอสิทีฟ) หรือเส้นใด (เนกาทีฟ) ซึ่งมักจะเกิดปัญหาได้โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ทันรู้ตัว นอกจากขนาดของเส้นแล้วลักษณะความเรียบ ความโค้ง ก็สามารถตรวจสอบได้ แนะนำให้ตรวจสอบผ่านกล้องขยายอย่างน้อย x10 เท่า

ข้อสังเกต ระบบสร้างภาพบนฟิล์มหรือบนแม่พิมพ์บางระบบ อาจมีข้อจำกัดในการสร้างเส้นขนาดเล็ก เช่น เครื่องสร้างภาพบางเครื่อง จะไม่สามารถแยกความแตกต่างของเส้นขนาด 0.01, 0.05 และ 0.10 ได้ เป็นต้น (ทำให้มองเห็นขนาดเท่ากัน) นอกจากนี้ การที่สามารถเห็นความสมบูรณ์ของเส้นได้เล็กที่สุดมากเท่าใดก็เท่ากับว่าการฉายแสงลงบนฟิล์มหรือแม่พิมพ์นั้นใช้ความเข้มของแสงและเวลาถูกต้อง แต่เมื่อใดที่เส้นใสถูกมองเห็นเป็นทึบเมื่อใด แสดงให้เห็นว่าการฉายแสงมากเกินไป

2.3.2.2 แถบควบคุมเพลตดิจิทัล GATF

ภาพที่ 2.6 แถบควบคุมเพลตดิจิทัล GATF

แถบควบคุมนี้ออกแบบมาในลักษณะเป็นไฟล์หรือข้อมูลดิจิทัลโพสคริป ทำหน้าที่วิเคราะห์ได้หลายอย่างโดยเฉพาะขั้นตอนเตรียมพิมพ์จากระบบต่าง ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์–ทู-ฟิล์ม, คอมพิวเตอร์- ทู–เพลท และปรู๊ฟ ที่น่าสนใจ คือ จะมีการบันทึกข้อมูลการทำงานจริงจากริบของอุปกรณ์นั้น ๆ ที่ตำแหน่งด้านซ้ายมือของแถบควบคุม (จากรูป โซน A) แสดงค่าความละเอียดในการทำงานของเครื่องทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ค่าการแยกของสกรีน รูปร่างของเม็ดสกรีน และมุมสกรีน

โซน B เป็นเส้นไมครอนขนาดต่าง ๆ กันทั้งเนกาทีฟและพอสิทีฟ วางตัวในแนวนอนและแนวตั้ง ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถวิเคราะห์ระบบการสร้างภาพแบบฐานพิกเซล ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการดันเกิดขึ้น ซึ่งการฉายแสงมากเกินไปอาจมีผลทำให้เส้นใสกลายเป็นเส้นทึบได้ ในขณะที่เส้นพอสิทีฟจะขาดหายไป

โซน C มีชื่อเรียกว่า เชกเกอร์บอร์ด (Checkerboard) ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเล็ก 4 ช่องต่อกัน แต่ละช่องแสดงความละเอียดของเส้นที่มีขนาดเท่ากัน แต่ต่างกันที่จำนวนของจุดภาพหรือพิกเซลที่ใช้เริ่มตั้งแต่ 1,2,3 และ 4 จุดภาพ ตามลำดับ พบว่า ภาพเชกเกอร์บอร์ดที่ได้จากฐาน 1 จุดภาพ เครื่องสร้างภาพส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นการแยกได้ดี ทำให้ต้องพิจารณาช่องที่ 2 – 4 แทน ซึ่งการมองเห็นทั้งสามส่วนนี้ ควรเห็นเฉดสีที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด เพื่อแสดงว่าระบบสร้างภาพนั้นอยู่ในสภาพดี ใช้งานได้

โซน D แสดงเส้นโค้งเนกาทีฟและพอสิทีฟ ขนาดเล็ก เพื่อตรวจสอบความสามารถของเครื่องสร้างภาพว่า สามารถสร้างเส้นโค้งดังกว่าได้หรือไม่

โซน E แสดงเส้นแฉกแยกจากจุดศูนย์กลาง หรือ Star Target ความกว้างของเส้นกำหนด 5 และมีช่วงเว้นแต่ละช่วง 5 เพื่อตรวจสอบความสามารถในการบันทึกรายละเอียดของเครื่องสร้างภาพ โดยจะสังเกตได้จากเส้นแฉกเหล่านี้ตั้งแต่จุดศูนย์กลาง ยิ่งถ้าเห็นเส้นแยกได้ชัดมากเท่าใด แสดงให้

เห็นประสิทธิภาพของเครื่องสร้างภาพในการบันทึกรายละเอียดสูงยิ่งขึ้น และในทางตรงกันข้าม ถ้าเห็นการดันของเส้นเหล่านี้มากเท่าใด ก็เท่ากับว่าเครื่องสร้างภาพนั้นมีความละเอียดต่ำ นอกจากนี้ ที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่ง คือ ณ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของเส้นแฉกเหล่านี้ ควรมองเห็นเป็นจุดทรงกลม มากกว่าที่จะเห็นเป็นทรงอื่น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลของเครื่องสร้างภาพระหว่างการบันทึกภาพในทิศทางต่าง ๆ สำหรับบล็อกสี่เหลี่ยมในโซนนี้ จะออกแบบให้เป็นพื้นที่สำหรับวัดค่าความดำพื้นทึบ และค่าเม็ดสกรีนบวมที่ 50% ณ 150 lpi และ 200 lpi ของฟิล์ม แม่พิมพ์และสิ่งพิมพ์ได้ เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

โซน F ออกแบบมาเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสีระหว่างข้อมูลที่ส่งผ่านเว็บ โดยไม่ผ่านโปรแกรมชดเชยใดๆ กับผ่านโปรแกรมชดเชย เพื่อตรวจสอบผลของโปรแกรมที่ใช้ว่าให้ได้ผลหรือไม่

โซน G และ H แสดงการผลิตน้ำหนักสีที่ได้จากเครื่องสร้างภาพนั้น ๆ อาจจะพิจารณาได้จากกล้องขยาย หรือใช้เครื่องวัดความดำก็ได้

2.3.2.3 แถบควบคุม UGRA/FOGRA PostScript-Control Strip

ภาพที่ 2.7 แถบควบคุม UGRA/FOGRA PostScript-Control Strip

แถบนี้มีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับแถบ GATF Digital Plate Control Target เพื่อใช้ตรวจสอบและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ระบบดิจิทัล รวมทั้งการทำลีเนียร์ไซซั่น ไม่ว่าจะเป็นอิมเมจเซ็ตเตอร์หรือแม้กระทั่งเครื่องพิมพ์ดิจิทัล ก็สามารถทำได้ โดยตัวแถบควบคุมจะเป็นไฟล์ดิจิทัล มี 3 ฟอร์แมท ได้แก่ โพสคริป (PostScript) อีพีเอส (EPS) และ พีดีเอฟ (PDF) ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้กระบวนงาน (workflow) แบบไหนขนาดแถบควบคุม มีความยาว 195 มม. กว้าง 18 มม. ประกอบด้วย 8 โซน ได้แก่

1) ส่วนแสดงข้อมูล (Information Patch) เช่น Output Device, Version, Device Resclution ในหน่วย dpi และไมครอน, Licence Number และ User Information เป็นต้น

2) แถบความละเอียด (Resolution Patch) ขนาด 10x20 มม. ลักษณะเป็นเส้นแฉกจาก จุดศูนย์กลางเดียวกัน ห่างกัน 1” เริ่มตั้งแต่ 0” ถึง 90” ถูกแบ่งด้วยเส้นรอบวง ส่วนในเป็นเส้นใสพื้นทึบ ส่วนออกเป็นเส้นทึบพื้นใส ใช้ตรวจสอบสภาพความสามารถของระบบในการแยก

ความละเอียดในแนวโค้ง โดยดูด้วยตาเปล่าผ่านกล้องขยายว่า ตำแหน่งใดของระยะรัศมีที่สามารถเริ่มเห็นการแยกของเส้นได้ชัด ถ้าเห็นในระยะเส้นรัศมีแคบ แสดงว่าระบบให้มีความละเอียดสูง และถ้ายิ่งเห็นในตำแหน่งระยะรัศมีที่กว้างออกไป ความละเอียดของระบบยิ่งต่ำ (มีสเกลตัวเลขบอกด้วย)

3) แถบตัวอักษร (Text Patch) เป็นฟอนต์ Palatino ในชื่อว่า “Hamburgefons” ขนาด 6 พอยท์ ทั้งเนกาทีฟ และพอสิทีฟ ใช้ตรวจสอบคุณภาพของการสร้างตัวอักษรจากระบบ

4) เชกเกอร์บอร์ด (Chequerboard Patch) ลักษณะเป็นสกรีน 50% (ค่าความดำที่ 0.301) ขนาด 10x15 มม. แบ่งออกเป็น 3 แถบย่อย ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดภาพที่ใช้สร้าง (ได้แก่ 1x1, 2x2 และ 4x4) มีหลักการเช่นเดียวกับเชกเกอร์บอร์ดในแถบควบคุม GATF Digital Plate Control Target โดยพิจารณาที่ระดับความแตกต่างของน้ำหนักสีของแถบทั้ง 3 ซึ่งในอุดมคติแถบทั้งสามควรให้ค่าความดำเท่ากันที่ 0.301 ถ้าค่าต่ำกว่า แสดงว่าระบบสร้างภาพไม่สามารถสร้างความดำได้สูงเพียงพอ และถ้าแถบ 1x1 และ 2x2 มองแล้วมีแนวโน้มตันหมายถึงคุณภาพงานพิมพ์อาจต้องสูญเสียรายละเอียด และน้ำหนักสี ไปบางส่วนผู้ปฏิบัติงานจะต้องตั้งระบบของเครื่องสร้างภาพได้ดี

5) แถบวิเคราะห์สร้างเส้น (Geometric Diagnosis Patches) ประกอบด้วยแถบเส้นตรงหลายแถบขนาดต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดภาพที่ใช้สร้าง 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับในแนวนอนและแนวตั้ง ทั้งเส้นพอสิทีฟและเนกาทีฟ มีพื้นที่ 50% โดยพิจารณา โดยพิจารณาที่ความสมดุลและความสม่ำเสมอของแนวเส้นเหล่านี้ซึ่งมีระยะเท่านั้น โดยเฉพาะเส้นขนาดเล็ก พบว่าแถบวิเคราะห์นี้จะสัมพันธ์กับปัญหาที่เกิดขึ้นจากเชกเกอร์บอร์ด

6) แถบฮาล์ฟโทน (Halftone Wedge) เป็นแถบขึ้นสีเทากำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ที่ 0, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 97 และ 100 ตามลำดับ มีขนาดช่อง 5x5 มม. ช่วยประเมินน้ำหนักสีที่ได้จากระบบ โดยค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของอุปกรณ์ การตั้งเครื่อง และจำนวนเส้นสกรีนที่ต้องการ เป็นต้น

7) แถบสี (Colour Control Patches) ใช้สำหรับวิเคราะห์สีที่ได้จากระบบประกอบด้วยสี 16 เฉด ดังนี้

แถวที่ 1 : C100, M100, Y100, M100 + Y100, C100, +M100

แถวที่ 2 : C80, M80, Y80, olive tone (DIN6164/Nr.14), K80, C72 + M56 + 54 (Grey Balance)

แถวที่ 3 : C40, M40, Y40, skin tone (DIN6164/Nr.13), K40, C28, + M22 + Y20 (Grey Balance)

2.3.2.4 การนำไปใช้งาน

กรณีเป็นไฟล์หรือเวอร์ชั่นโพสคริป (PS) จะเหมาะสำหรับการตรวจสอบ การเทียบมาตรฐาน และการทำลีเนียร์ไรเซชั่น ของระบบสร้างภาพของอุปกรณ์ เนื่องจากไฟล์นี้จะถูกส่งไปยังริบ (RIP) หรือหน่วยควบคุม (Controller) โดยตรง ซึ่งผลที่ได้จากแถบควบคุมโดยเฉพาะการผลิตสี จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นต่าง ๆ ชองระบบที่ตั้งไว้รวมทั้งหน่วยฉายแสง (เช่น ความเข้ม ระยะโฟกัส และขนาดลำแสง เป็นต้น) และหน่วยล้าง

สำหรับไฟล์ อีพีเอส (EPS) จะออกแบบมาเพื่อไว้ตรวจสอบกระบวนงาน (workflow) โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์จัดการภาพอื่น ๆ ก่อนทำการส่งออกไปยังอุปกรณ์สร้างภาพ ดังนั้นการผลิตสี และน้ำหนักสีที่ได้จึงขึ้นโดยตรงกับการจัดการข้อมูลในขั้นตอนกระบวนงานนั้นๆ ยกเว้นแถบวิเคราะห์สร้างเส้น และเซ็กเกอร์บอร์ดที่ยังอิสระขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบในเครื่องสร้างภาพเอง

ที่น่าสนใจ ไฟล์ในรูปแบบพีดีเอฟ (PDF) จะทำหน้าที่ได้เหมือนกับไฟล์โพสคริป โดยออกแบบมาใช้งานได้ในสองลักษณะ คือ ส่งข้อมูลออกได้โดยตรงไปยังอุปกรณ์สร้างภาพ และจัดวางหน้าร่วมกับภาพต้นฉบับ

แบบแรก จะต้องใช้ซอฟต์แวร์ Acrobat Reader ทำหน้าที่เปิด และสั่งพิมพ์ได้ทันที มีข้อสังเกตสำหรับอุปกรณ์ประเภท PostScript Compatible (ส่วนใหญ่เป็นเครื่องพิมพ์) ซึ่งในส่วนแสดงข้อมูลของแถบควบคุมจะต้องระบุชื่อเครื่องพิมพ์ (Printer's name) อยู่ด้วย แสดงว่าการแปลผลจากแถบควบคุมใช้ได้และถูกต้อง แต่ถ้ามีคำว่า "Acrobat Distiller" ปรากฏขึ้นมาแทน Printer's Name แสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้เป็น PostScript Compatible จะทำให้แถบควบคุมไม่สามารถสั่นพิมพ์ได้ที่ค่าความละเอียดจริงของเครื่องพิมพ์ แต่จะพิมพ์ที่ 200 dpi (Screen Resolution) แทน ซึ่งผลที่ได้จากแถบควบคุมจะมีความผิดพลาด

แบบหลัง แถบควบคุม จะทำหน้าที่เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของภาพต้นฉบับที่ใช้ในการพิมพ์ ในกระบวนงาน รูปแบบพีดีเอฟเท่านั้น ดังนั้นไฟล์แถบควบคุมนี้จึงออกแบบมาเป็น Plug-in ของ Acrobat ซึ่งพบว่ารูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบเครื่องพิมพ์จากการวิเคราะห์โซนต่าง ๆ ในแถบควบคุมได้ถูกต้อง (ต่างจากกระบวนงานในรูปแบบ อีพีเอส) แต่ถ้ามีคำว่า "Acrobat Distiller" ปรากฏขึ้นมาแทน Printer's Name แสดงว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพต้นฉบับเกิดขึ้น หลังจากที่ได้ประกอบแถบควบคุมรวมไปแล้ว (ปกติไฟล์ข้อมูลภาพพีดีเอฟ จะไม่มี

การเปลี่ยนแปลงข้อมูลอีก หลังจากที่ส่งไปศูนย์บริการแล้ว) หรือเครื่องพิมพ์นั้นไม่ได้เป็น PostScript Compatible ทำให้เป็นไปได้ว่าแถบควบคุมนั้นจะไม่สามารถถูกพิมพ์ได้ด้วยความละเอียดจริงของเครื่องพิมพ์นั้น ๆ แต่จะพิมพ์ด้วยค่า 200 dpi แทนด้วยสาเหตุดังกล่าว การแปลผลจากแถบควบคุมจึงไม่ถูกต้อง ข้อสังเกต แถบควบคุม PDF ยังสามารถใช้ได้กับโปรแกรมจัดวางหน้า (PDF-Compatible Imposition Programs) ได้อีกด้วย

2.3.2.5 แถบควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์ (Control Strip)

แถบควบคุมนี้มีความสำคัญมากในการควบคุมการปฏิบัติงานระหว่างทำการพิมพ์ เพราะจะช่วยให้ช่วงพิมพ์สามารถตรวจสอบและจัดค่าปัจจัยทางการพิมพ์ได้อย่างแม่นยำ ประกอบด้วยแถบต่าง ๆ ดังนี้

1) แถบไฮไลท์ ที่มีพื้นที่สกรีนตั้งแต่ 0.5% - 5% ใช้ตรวจสอบปริมาณการซอนแสง (Undercutting) ในการทำแม่พิมพ์

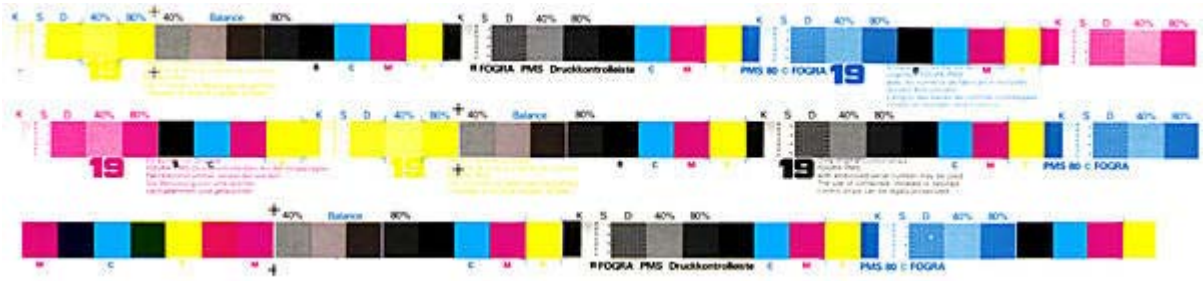
2) แถบสีพื้นทึบ 1 สี และพิมพ์ซ้อน 2 สี ใช้วัดค่าความดำพื้นทึบ และค่าปริมาณการจับหมึกพิมพ์ซ้อน หรือ แทร็ปปิ้ง (Trapping) ตามลำดับ

3) แถบฮาล์ฟโทน 25%, 40%, 50%, 75%, และ 80% ของแต่ละสี สำหรับประเมินค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) และค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

4) แถบสกรีนละเอียด อยู่ด้านในสกรีนหยาบที่เป็นแถบสี่เหลี่ยม ใช้พิจารณาดูปริมาณการเกิดเม็ดสกรีนบวมด้วยตา ถ้าเห็นความแตกต่างชัดเจนขึ้น แสดงว่าเกิดเม็ดสกรีนบวมมาก

5) แถบ Star Target ใช้ควบคุมพิมพ์เหลื่อม หรือสเลอร์ (Slur) และปัญหาพิมพ์ซ้อน (Doubling) รวมทั้งปริมาณการเกิดเม็ดสกรีนบวม โดยพิจารณาที่รูปร่างจุดดำตรงกลางรอบจุดดำวงกลม แสดงถึงการเกิดเม็ดสกรีน ตามปกติ แต่ถ้าเป็นวงรีเกิดขึ้น แสดงถึงการเกิดสเลอร์ กรณีเกิดรูปร่างคล้ายเลข “8” แสดงว่าเกิดการพิมพ์ซ้อนของเม็ดสกรีน

6) แถบสมดุลเทา ที่ประกอบด้วยสัดส่วนของ CMY ที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับสีดำ 50% (โดยหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของแถบควบคุมนี้) ช่างพิมพ์จะพิจารณาด้วยตาเปรียบเทียบดูความกลมกลืนของสีเทาทั้งสองให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างแถบควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์ (Print Control Strip)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิชิต ขจรเดชะ (2545) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการสีสำหรับแก้ไขความบกพร่องของสีกระดาษที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซต วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการสีสำหรับแก้ไขความบกพร่องของสีจากกระดาษที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซต เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้จากการใช้สีกระดาษ 10 ชนิด, สีหมึกพิมพ์ออฟเซต 3 ชนิด และ เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก 3 ชนิด ที่มีบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายที่แตกต่างกัน หาประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานก่อนพิมพ์ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1) ระบบการจัดการสีสำหรับแก้ไขความบกพร่องของสีกระดาษที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซต 2) แบบประเมินระบบสารสนเทศและระบบจัดการสีสำหรับผู้เชี่ยวชาญ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน การคำนวณสมการใช้วิธี Regression ผลการวิจัยพบว่า ระบบการจัดการสีสำหรับแก้ไขความบกพร่องของสีกระดาษที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ค่าสีที่พิมพ์ออกมาจากการพิมพ์ระบบพ่นหมึกมีค่าแตกต่างสีร่วม (Delta E) ลดลง 20% ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญระบบสารสนเทศและ ผู้เชี่ยวชาญระบบจัดการสีพบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้งสองระบบมีความพึงพอใจต่อระบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ระบบที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 อยู่ในระดับค่อนข้างดี สรุปได้ว่าระบบการจัดการสีสำหรับแก้ไขความบกพร่องของสีกระดาษที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซต สามารถแก้ไขความบกพร่องของสีกระดาษที่พิมพ์ ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึกและการพิมพ์ระบบออฟเซตได้

นที กรีประเสริฐกุล (2541) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจัดการสีสำหรับการผลิตภาพปรู๊ฟจากเครื่องถ่ายเอกสารชนิดสอดสีแทนภาพปรู๊ฟออฟเซต ในงานวิจัยได้สร้างระบบจัดการสีสำหรับเครื่องถ่ายเอกสารชนิดชนิดสอดสีแทนภาพปรู๊ฟออฟเซต โดยสร้างโพรไฟล์ 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นระบบการจัดการสีแบบสีรวมทั้งหมด แบบที่ 2 เป็นระบบการจัดการสีแบบแบ่งพื้นที่สีเป็น 2 กลุ่ม ต้นฉบับที่ใช้เป็นภาพมาตรฐาน ISO 12640 (Standard Color Image Data : SCID) มีข้อมูลเป็น RGB ซึ่งนำไปพิมพ์ภาพปรูฟออฟเซต และภาพปรู๊ฟจากเครื่องถ่ายเอกสารชนิดสอดสีและหาความสัมพันธ์ของค่าสีไตรสติมูลัส XYZ ของภาพทั้งสองกับค่าสี RGB ในรูปของ Multiple linear regression จากการเปรียบเทียบภาพสีจากระบบการจัดการสีทั้งสองพบว่า ค่าความแตกต่างสี (ΔE) โดยเฉลี่ยของภาพพิมพ์ที่ใช้โพรไฟล์ที่ 1 ลดลง 35 % และ ΔE ของภาพพิมพ์ที่ใช้โพรไฟล์ที่ 2 ลดลง 58 % และการผลิตน้ำหนักสีของภาพจากระบบจัดการสีแบบที่ 2 ดีกว่าของภาพจากระบบจัดการสีแบบที่ 1

Bastani, Behnam (2006) ทำวิจัยเรื่อง “Analysis of colour display characteristics” ทำการศึกษาและวิเคราะห์สีที่แสดงผลออกมาทางจอภาพ CRT, LCD และจอโปรเจกเตอร์ โดยดูไปที่ Color Gamut ของเครื่องที่ใช้แสดงผลของภาพทั้ง 3 อุปกรณ์ ที่ต้องการศึกษาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร โดยดูรุ่นเปรียบเทียบรุ่นเก่าและรุ่นใหม่ ผลการวิจัยพบว่า โปรเจกเตอร์ รุ่น DPL สามารถแสดงขอบเขตสีได้ดีกว่าและใช้เวลาในการประมวลผลสั้นกว่า

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานเอกสารงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้แนวทางในการสร้างแบบทดสอบทางการพิมพ์ (Test From) เพื่อไปการศึกษาค่าสีทางการพิมพ์บนกระดาษจากการพิมพ์ระบบออฟเซต โดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสร้างตามมาตรฐาน ISO 12647-2 (อ้างถึงใน อรัญ หาญสืบสาย, 2547: 12-14, 19–24) ในการหาค่าสีและมาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการทำการวิจัย ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสร้างตามมาตรฐาน ISO 12647-2 (อ้างถึงใน อรัญ หาญสืบสาย, 2547: 53-61) ในการหาค่าสีที่แตกต่างกันบนกระดาษแต่ละชนิด