

## บทที่ 2

### ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 2.1 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการพิมพ์พ่นหมึก
- 2.2 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับสี การหาค่าสีและขอบเขตสี
- 2.3 หลักการสร้างแบบทดสอบทางการพิมพ์
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการพิมพ์พ่นหมึก

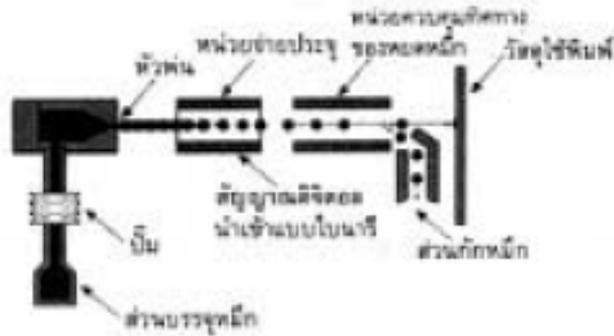
##### 2.1.1 การพิมพ์แบบพ่นหมึก

การพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Ink Jet Printing) (Bruno, 1995 pp. 219 – 228) คือ การพิมพ์ที่สร้างภาพโดยการพ่นหมึกเหลวออกจากหัวพ่นหมึกของเครื่องพิมพ์โดยพ่นออกมาเป็นหยกหมึก เล็ก ๆ แล้วควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของหยดหมึกให้ไปตกบนวัสดุใช้พิมพ์เฉพาะตำแหน่งที่ต้องการสร้างภาพ กลายเป็นจุดภาพ เป็นการสร้างภาพโดยตรงบนวัสดุใช้พิมพ์ ไม่ต้องมีตัวกลางถ่ายทอดภาพ และหัวพิมพ์ไม่มีการสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ ไม่ต้องใช้แรงกดในการทำให้หมึกพิมพ์ยึดติดบนวัสดุใช้พิมพ์

การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจะใช้ข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณดิจิทัลจากระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการสร้างหยดหมึก พ่นหยดหมึก และกำหนดทิศทางตกของหยดหมึกลงบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยมี

##### 2.1.2 ลักษณะการพ่นหยดหมึก 2 แบบ คือ

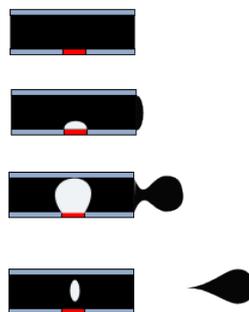
2.1.2.1 การพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Ink Jet, CIJ) การพ่นหมึกแบบนี้มีการสร้างแรงดันขับหมึกจากการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุไพโซอิเล็กทริกภายในท่อพ่นหมึก ซึ่งเป็นวัสดุที่หดตัวเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดช่องว่างในท่อหมึกและเกิดแรงดูดหมึกพิมพ์จากที่บรรจุไหลเข้ามาแทนที่ในท่อ เมื่อไม่ได้รับกระแสไฟฟ้า วัสดุไพโซอิเล็กทริกจะขยายตัวกลับสู่ขนาดเดิม ทำให้เกิดความดันในท่อพ่นหมึกไปขับหยดหมึกออกมาอย่างต่อเนื่อง ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อควบคุมทิศทางของหยดหมึกส่วนที่จะสร้างภาพให้ไปตกที่วัสดุใช้พิมพ์โดยอาจควบคุมให้เบนในทิศทางเดียวกันหรือหลายทิศทางก็ได้ขึ้นกับความต่างศักย์ไฟฟ้าของประจุที่หยดหมึก หยดหมึกที่เบนหลายทิศทางจะไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้พร้อมกันหลายบริเวณสำหรับหยดหมึกที่ไม่ต้องการสร้างภาพจะถูกควบคุมให้เบนในอีกทิศทางหนึ่งเพื่อให้ไปตกที่ส่วนกักหมึกแล้วไหลคืนไปยังอ่างหมึก เพื่อหมุนเวียนมาใช้ใหม่ต่อไป



ภาพที่ 2.1 การพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง

2.1.2.2 พ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ (Drop on Demand Ink Jet, DOD หรือ Jeto on Request หรือ Impulse Jet) ข้อมูลภาพดิจิทัลจากระบบคอมพิวเตอร์จะควบคุมกลไกการเปิด และปิดวาล์วอิเล็กทรอนิกส์ (Electrovalves) ในท่อหมึก เมื่อวาล์วเปิด ทำให้มีการสร้างและพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการให้สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ และเมื่อหัวพ่นหมึกเคลื่อนที่ไปถึงบริเวณที่ไม่ต้องการภาพ จะไม่มีการพ่นหยดหมึกเพราะวาล์วปิด วิธีการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบเปิด-ปิดหัวพ่นหมึกเพื่อพ่นหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการมี 2 วิธี ตามกลไกสร้างหยดหมึกคือ

1) วิธีทางความร้อน (Thermal Ink Jet) หรือบับเบิลเจ็ต (Bubble Jet) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าไปทำให้หมึกพิมพ์ฐานน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับวิกฤตที่ทำให้หมึกเดือดและสร้างฟองอากาศที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีแรงขับหมึกจากปลายท่อพ่นหมึกออกมาเป็นหยดหมึก การที่พลังงานความร้อนในหมึกเพิ่มขึ้นและลดลงส่งผลให้มีการเกิดและแตกสลายของฟองอากาศ ทำให้เกิดการเปิดและปิดการพ่นหมึกตามลำดับ

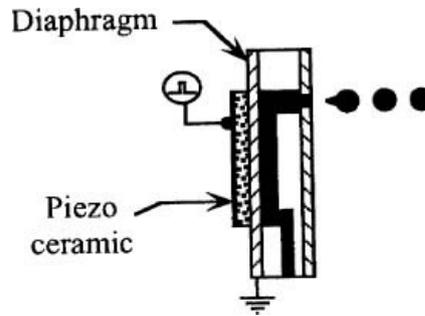


ภาพที่ 2.2 การพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบบับเบิลเจ็ต

แหล่งที่มา : Kioskea, 2012

2) วิธีทางไพโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Ink Jet) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าไปทำให้วัสดุไพโซอิเล็กทริกในท่อพ่นหมึก หดตัว ขยายตัว และสั่นสะเทือน ส่งผลให้เกิดคลื่นความดันส่งต่อ ๆ

กันไปที่ปลายท่อพ่นหมึกเพื่อขับหมึกออกมาเป็นหยด เกิดการพ่นหมึกเมื่อสัญญาณเปิด คือ มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าและไม่พ่นหมึกเมื่อสัญญาณปิด คือ ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 2.3 การพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบไพโซอิเล็กทริก

แหล่งที่มา : RehanTT, 2009

## 2.2 หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับสี การหาค่าสี และขอบเขตสี

2.2.1 ทฤษฎีการผสมสีแบบบวก ทฤษฎีการผสมสีแบบบวกเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการนำแสงสี ที่ใช้เป็นแม่สีปฐมภูมิแบบบวก (Additive Primaries) ได้แก่ แสงสีน้ำเงิน (Blue, B) แสงสีเขียว (Green, G) และแสงสีแดง (Red, R) มาผสมกันเพื่อให้ได้แสงสีใหม่ขึ้นมา จากการที่นำเอาแสงแม่สีมาผสมรวมกันหรือฉายซ้อนทับกันเพื่อให้ได้แสงสีใหม่ขึ้นมาเอง (ผกาภาศ ผจญเกล้า, 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 โดยใช้แสงสีแดงที่มีความเข้มแสงน้อยกว่า ตัวอย่างการผสมสีของแบบบวกที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน คือ สีที่เกิดขึ้นที่หน้าจอโทรทัศน์ และจอภาพคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในการผสมสีข้างต้นหากนำแสงสีอื่นมาผสมกับแสงแม่สีปฐมภูมิแล้วทำให้

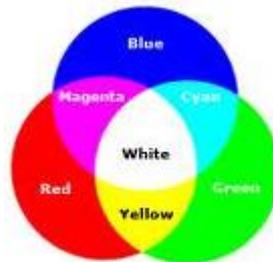
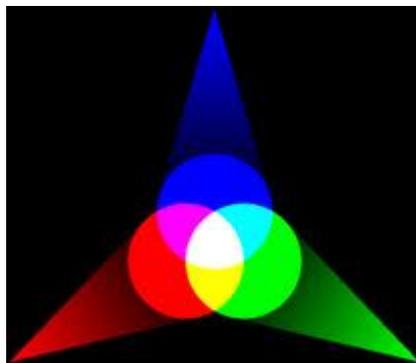
เกิดแสงขาวขึ้น จะเรียกแสงสีดังกล่าวว่า “แสงสีเต็มเต็ม” ของแสงแม่สีนั้น ซึ่งแสงสีเต็มเต็มของแสงแม่สีปฐมภูมิดังนี้

แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงินเขียว < --- > แสงขาว

แสงสีเขียว + แสงสีม่วงแดง < --- > แสงขาว

แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเหลือง < --- > แสงขาว

การที่แสงสีแดงผสมกับแสงสีน้ำเงินเขียวแล้วได้เป็นแสงขาวเป็นเพราะว่า แสงสีน้ำเงินเขียวประกอบด้วยแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียว ซึ่งเมื่อมาผสมกับแสงสีแดงแล้วจึงเกิดเป็นแสงขาวขึ้น ดังนั้นแสงสีน้ำเงินเขียวจึงเป็นแสงสีเต็มเต็มของแสงสีแดง และในทำนองเดียวกัน แสงสีม่วงแดงจึงเป็นสีเต็มเต็มของแสงสีเขียว และแสงสีเหลืองจึงเป็นแสงสีเต็มเต็มของแสงสีน้ำเงิน



ภาพที่ 2.4 การผสมสีแบบบวก

อุปกรณ์นำเข้าข้อมูลและส่งออกข้อมูลในระบบงานก่อนพิมพ์ส่วนใหญ่ ได้ใช้หลักการและวิธีการผสมสีแบบบวก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล ระบบปฐพีดิจิทัลจอภาพ ซึ่งการใช้ระบบสีแบบบวก (R G B) ในการแสดงผลหรือในการทำงาน มีข้อดีเพราะมีความรวดเร็ว และมีขนาดของไฟล์ข้อมูลที่น้อยกว่าระบบสีอื่น แต่ข้อเสียของระบบสีแบบบวกก็คือ การแสดงค่าขอบเขตของสีได้กว้างและไม่สอดคล้องกับความรู้สึกของตามนุษย์ที่รับแสง ทำให้อาจมีการแปลค่าสีผิดได้ (อรุณ ชาญสืบสาย, 2542: 15-40)

2.2.2 ทฤษฎีการผสมสีแบบลบ เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผสมสารให้สีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยทั่วไปสารให้สีสมบัติการเลือกดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1/3 ของสเปกตรัมของแสงสีขาว และสะท้อนหรือส่งผ่านแสงที่เหลือประมาณ 2/3 ของช่วงความยาวคลื่นของสเปกตรัมของแสงขาวให้เข้าตา การที่สารให้สีมีสมบัติเลือกดูดกลืนแสงแล้วมีผลทำให้การผสมสีใหม่สามารถเกิดขึ้นได้นี้เอง จึงเป็นที่มาของคำว่า “ลบ” ที่มีอยู่ในชื่อทฤษฎี ลบในที่นี้หมายถึงการเลือกดูดกลืนแสงนั่นเอง ทั้งนี้แม่สีปฐมภูมิลบ (subtractive primaries) นี้มีสีสันเหมือนกับสีเต็มเต็มทั้งสามสีของแม่สีปฐมภูมิบวก ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น กล่าวคือ สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง และสีเหลือง ระบบการผลิตสีแบบลบที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันพบได้ในฟิล์มภาพถ่าย สไลด์สี กระดาษอัดขยายภาพสี และการพิมพ์สอติสี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการผสมสีแบบลบในระบบการพิมพ์เท่านั้นในระบบการพิมพ์สอติสีโดยทั่วไปใช้

หมึกพิมพ์สีเป็นแม่สี (ธีระ ตั้งวิชาชาญ, 2540: 122-154) ได้แก่ หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว หมึกพิมพ์สีม่วงแดง หมึกพิมพ์สีเหลือง และหมึกพิมพ์สีดำ เนื่องจากหมึกพิมพ์สีดำโดยทั่วไปเมื่อผสมหรือพิมพ์ซ้อนทับกับหมึกพิมพ์อื่นแล้ว มีผลให้ความสว่างสีสัมพันธ์ของแม่สีอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้นโดยไม่ทำให้สีอื่นของหมึกพิมพ์เปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ดังนั้นในที่นี้จึงจะขอกกล่าวถึงเฉพาะการผลิตที่เกิดจากหมึกพิมพ์ทั้งสามสีที่เหลือ ดังนี้ หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว ประกอบด้วย ผงสีน้ำเงินเขียวที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีแดงและสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียวออกมา หมึกพิมพ์สีม่วงแดง ประกอบด้วย ผงสีม่วงแดงที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีเขียว และสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงออกมา หมึกพิมพ์สีเหลือง ประกอบด้วย ผงสีเหลืองที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวของแสงสีน้ำเงินและสะท้อนแสงต่าง ๆ ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีเขียวและแสงสีแดงออกมาและเมื่อมีการพิมพ์แม่สีทั้งสามสีซ้อนทับกันบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยพื้นที่เม็ดสกรีนหรือด้วยความหนาชั้นหมึกพิมพ์เท่ากันตามทฤษฎีจะเกิดเป็นสีใหม่ต่าง ๆ ดังนี้

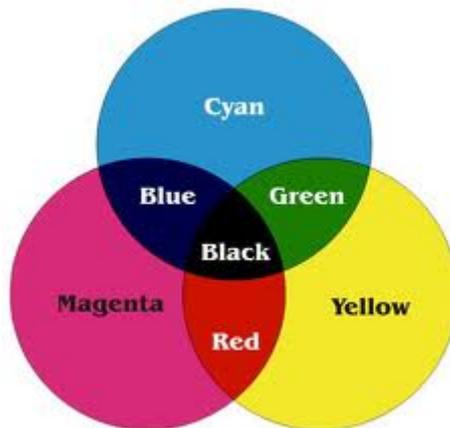
หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีม่วงแดง < --- > สีน้ำเงิน

หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีเขียว

หมึกพิมพ์สีม่วงแดง + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีแดง

หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว + หมึกพิมพ์สีม่วงแดง + หมึกพิมพ์สีเหลือง < --- > สีดำ

สำหรับสีอื่นในระบบการพิมพ์ ก็สามารถทำให้เกิดได้โดยพิมพ์หมึกพิมพ์แม่สีด้วยพื้นที่เม็ดสกรีนต่าง ๆ กัน ส่วนสีเติมเต็มของแม่สีปฐมภูมินี้ก็จะมีสีสันเหมือนกับแม่สีปฐมภูมิบวก โดยเมื่อสีที่เป็นคู่สีเติมเต็มของกันและกันในระบบการผสมสีแบบลบมาผสมกันจะทำให้เกิดเป็นสีเทาหรือดำขึ้น ขึ้นอยู่กับพื้นที่เม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์ที่พิมพ์ซ้อนทับกัน ดังนั้น สีเติมเต็มของหมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียวหมึกพิมพ์สีม่วงแดง และหมึกพิมพ์สีเหลือง คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น เมื่อพิมพ์สีม่วงแดงและหมึกพิมพ์สีเหลืองลงบนวัสดุที่ใช้พิมพ์ด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนเท่ากัน จะทำให้เกิดสีแดงในบริเวณดังกล่าว และถ้ามีการพิมพ์สีน้ำเงินเขียวซ้อนทับลงไปบริเวณสีแดงดังกล่าวด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนเท่ากัน ก็จะทำให้เกิดเป็นสีเทาหรือสีดำ ขึ้นเนื่องจากในบริเวณของวัสดุที่ใช้พิมพ์ดังกล่าวมีหมึกพิมพ์แม่สีทั้งสามสีพิมพ์ติดอยู่ ก็จะมีการดูดกลืนแสงในทุกความยาวคลื่นในปริมาณเท่า ๆ กัน เป็นต้น ในกรณีคู่สีเติมเต็มอื่น ๆ ที่เหลือก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน



ภาพที่ 2.5 การผสมสีแบบลบ

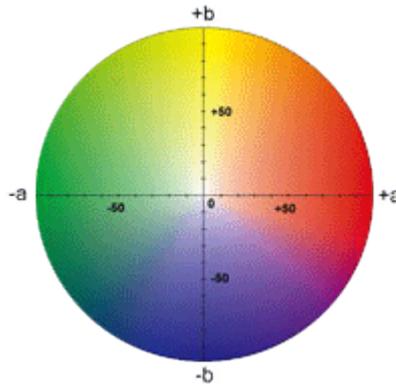
2.2.3 การวัดสี เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ (อรัญ หาญสีบสาย, 2547: 51–52) ใช้หลักการแปลงค่าแสงสะท้อนจากวัตถุในช่วงความยาวคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็นระหว่าง 380 - 760 นาโนเมตร ไปเป็นค่าไตรสติมูลัส XYZ (Tri-stimulus) ผ่านฟังก์ชันความไวแสงของตามนุษย์ (Color-matching Functions Standard Observer) และค่าสเปกตรัลของกำเนิดแสง (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 ( $L^*a^*b^*$ ) เป็นระบบเดียวที่ใช้ในการสื่อสารซึ่งทำให้ง่ายในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เครื่องวัดสีทั่วไปก็สามารถแสดงค่าสีนี้ได้ (แนะนำให้ใช้เครื่องวัดสีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์)

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 2.6 ซึ่งไดอะแกรมดังกล่าว ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  จะบอกทิศทางของสี ดังนี้

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| +a หมายถึง สีแดง    | -a หมายถึง สีเขียว    |
| +b หมายถึง สีเหลือง | -b หมายถึง สีนํ้าเงิน |



ภาพที่ 2.6 ทิศทางของสีแบบ L\*a\*b\*

ข้อสังเกต การวัดความดำ มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ค่าความดำที่วัดได้ไม่สัมพันธ์กับตามนุษย์ และสีสัน (Hue) ของสีจริง ๆ รวมทั้งความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ โดยเฉพาะเมื่อวัดผ่านฟิลเตอร์โพลาไรซ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวการวัดสีในการควบคุมงานพิมพ์เริ่มมีความสำคัญมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากมาตรฐาน ISO 12647 ที่กำหนดปัจจัยการพิมพ์ด้วยค่าสีแทนค่าความดำพื้นที่บ เป็นต้น และนอกจากนี้ การวัดค่าสียังจะช่วยให้้ง่ายในการประกันคุณภาพงานพิมพ์ด้วยการควบคุมช่วงความแตกต่างของสีให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ (Tolerance) ดังนั้นอุปกรณ์วัดสีจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ตามมาตรฐานสากล

2.2.4 แบบจำลองสี (color model) คือ วิธีการของการนำสีต่าง ๆ มาจัดกลุ่มหรือจัดเรียงอย่างเป็นระบบ ช่วยให้การติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับสีทำได้ง่าย ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แบบจำลองสีมีประโยชน์ในหลายประการดังนี้

2.2.4.1 ช่วยในการอธิบายสีหรือแสดงสี เนื่องจากสีที่มนุษย์เห็นและรับรู้ได้มีอยู่เป็นล้านๆ สี แต่ชื่อที่ใช้ในการเรียกสีมีจำนวนที่น้อยกว่ามาก การอธิบายสีด้วยคำพูด เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงสีเดียวกัน จึงทำได้ยาก ดังนั้น หากการอธิบายสี ทำโดยใช้แบบจำลองสี ย่อมช่วยแก้ไขหรือลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยสีต่าง ๆ ในแบบจำลองสีหนึ่ง ๆ ได้รับการกำหนดชื่อ สัญลักษณ์ และ/หรือตัวเลข กำกับไว้ รวมทั้งในแบบจำลองสีบางระบบ ได้มีการสร้างแผ่นสีขึ้นมาไว้สำหรับใช้แสดงสีด้วย ดังนั้นการอธิบายสีโดยการใช้คำพูด ร่วมกับแบบจำลองสีต่างๆ จึงการติดต่อสื่อสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัสีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2.4.2 ช่วยในการเลือกหรือกำหนดสี โดยแบบจำลองสีบางระบบได้รับการพัฒนาขึ้นโดยนำแผ่นสีมาจัดเรียง บางระบบได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ โดยมีหน้าต่างแสดงสีต่าง ๆ เมื่อเปิดซอฟต์แวร์ขึ้นใช้งาน จึงทำให้สามารถเห็นสี เลือกใช้ และกำหนดสีให้แก่องค์ประกอบต่างๆ ในหน้างานพิมพ์ได้ตามต้องการ

2.2.4.3 ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถการผลิตสีของอุปกรณ์การผลิตสีต่าง ๆ โดยที่แบบจำลองระบบที่กำหนดสีด้วยตัวเลขนั้น สามารถสร้างแผนภูมิสี (Color Diagram) และ/หรือปริภูมิสี (Color Space) เพื่อใช้ในการแสดงสีได้ โดยแผนภูมิสีใช้แสดงค่าสีในลักษณะสองมิติ ส่วนปริภูมิสีใช้

แสดงค่าสีในลักษณะสามมิติ ซึ่งเมื่อนำค่าสีของสีต่างๆ ที่อุปกรณ์การผลิตสีใด ๆ ไปลงพิกัดในแผนภูมิสี และปริภูมิสี ก็ทำให้สามารถเปรียบเทียบสีทั้งหมดที่อุปกรณ์การผลิตสีต่าง ๆ สามารถผลิตได้ โดยสีทั้งหมดที่อุปกรณ์ผลิตสีหนึ่ง ๆ สามารถผลิตได้นี้ มีค่าเรียกเฉพาะว่า คัลเลอร์แกมัต (Color Gamut)

2.2.4.4 ใช้ควบคุมคุณภาพในการผลิตสีสำหรับการพิมพ์ โดยแผ่นสีและค่าสีของแบบจำลองสีต่างๆ สามารถใช้เป็นมาตรฐานหรือใช้อ้างอิงในการควบคุมการผลิตสีให้ได้คุณภาพตามที่กำหนดไว้

แบบจำลองสีมีอยู่มากมาย พัฒนาขึ้นโดยมีแนวคิดและหลักการที่แตกต่างกัน ทำให้แบบจำลองสีแต่ละแบบเหมาะสำหรับนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ ได้ไม่เหมือนกัน โดยแบบจำลองสีดิจิทัลในซอฟต์แวร์นี้มีด้วยกัน 4 แบบ ได้แก่ แบบจำลองสีอาร์จีบี แบบจำลองสีซีเอ็มวายเค แบบจำลองสีเอชเอสบี และแบบจำลองสีแอลเอ

## 2.3 หลักการสร้างแบบทดสอบทางการพิมพ์

### 2.3.1 แบบทดสอบ (Test Form)

แบบทดสอบ หรือ Test Form หมายถึง เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ (อริญ หายूसืบสาย, 2547: 12-14) ประกอบด้วยแถบควบคุม และภาพสีแบบต่าง ๆ มารวมกันจัดเป็นหน้า ได้ขนาดตามต้องการ อาจจะทำเอง หรือสำเร็จรูปจากสถาบัน องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น ISO, GATF, FOGRA, PIRA, BRUNER และ UGRA เป็นต้น มีข้อสังเกตว่าแบบทดสอบสำเร็จรูปจากสถาบันต่าง ๆ จะมีความแตกต่างกันในการกำหนดใช้แถบควบคุม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรพิจารณาก่อนใช้ เช่น แบบทดสอบ GATF จะไม่รวมแถบสำหรับตรวจสอบการเกิดภาพหลอก รีจิสเตอร์ และแถบควบคุมการทำแม่พิมพ์ เป็นต้น

แบบทดสอบเหล่านี้ โดยทั่วไปเวลานำไปใช้งานมี 2 ลักษณะ ได้แก่ เป็นข้อมูลดิจิทัล กับเป็นแผ่นฟิล์มแยกสีสำเร็จรูปพร้อมที่จะนำไปทำแม่พิมพ์ได้ทันที สำหรับกรณีแบบแรกมีข้อดีตรงที่ข้อมูลสามารถส่งออกไปยังอุปกรณ์ได้หลายประเภทได้แก่ เครื่องอิมเมจเซตเตอร์สำหรับผลิตฟิล์มแยกสี ปรีฟดิจิทัล เพลตเซตเตอร์ และเครื่องพิมพ์ดิจิทัลโดยไฟล์จะอยู่ในโหมด RGB/CMYK และอาจมีรูปแบบ (Format) ได้หลายรูปแบบ เช่น PDF, EPS และ TIFF เป็นต้น ในขณะที่แบบทดสอบที่เป็นแผ่นฟิล์มสำเร็จรูป นอกจากจะใช้งานง่ายแล้ว ยังสามารถใช้เทียบกับฟิล์มแยกสีที่ได้มาจากเครื่องอิมเมจเซตเตอร์เพื่อตรวจสอบการเทียบมาตรฐานหรือคาลิเบรต และลิเนียร์ไรเซชัน (Linearization) ของเครื่องอิมเมจเซตเตอร์นั้น ๆ

แบบทดสอบที่ดีจะต้องสามารถทำการวิเคราะห์สภาวะการพิมพ์ของงานพิมพ์นั้น ๆ ได้และความถูกต้องของระบุที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น เครื่องอิมเมจเซตเตอร์ และปรีฟดิจิทัล เป็นต้น สภาวะการพิมพ์ ได้แก่ ค่าความดำ (Density) ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) ความเปรียบต่างของภาพพิมพ์ (Print Contrast) การจับหมึก (Ink Trapping) การผลิตน้ำหนักรสี (Tone Reproduction) และเฉดสีที่ได้ รวมทั้งปัญหาการพิมพ์ เช่น พิมพ์พร่า (Slur) พิมพ์ซ้อน (Doubling) การขยายตัวของกระดาษ (Paper Fan-out) และสมดุลระหว่างหมึกพิมพ์กับน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้แบบทดสอบยังมีประโยชน์ ใช้ในการตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ของเครื่องพิมพ์ได้อีกด้วย

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



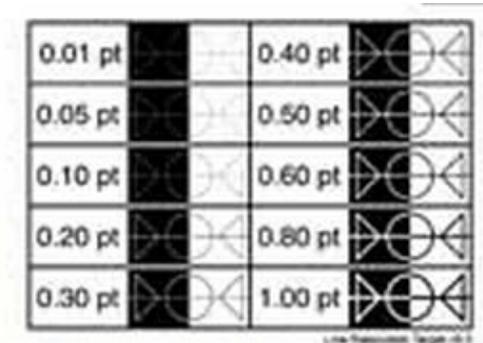
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างแบบทดสอบ GATF

ขั้นตอนการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ ถือเป็นวิธีการหนึ่งในการจัดการบริหารโรงพิมพ์ 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 ตัวอย่างชิ้นส่วนควบคุมที่น่าสนใจ ดังนี้

### 2.3.2.1 แถบแสดงค่าการแยกของเส้น (Line Resolution Target)

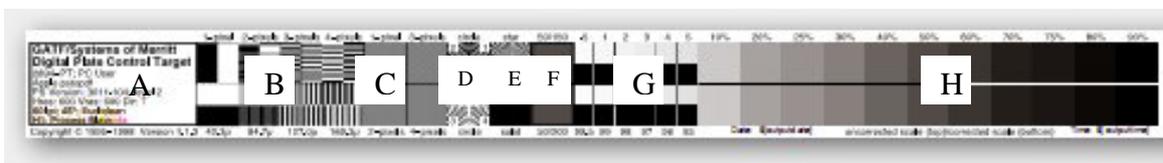


ภาพที่ 2.8 แถบแสดงค่าการแยกของเส้น

ลักษณะของแถบจะแสดงด้วยเส้นขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ 0.01 – 1.00 พอยท์ (Point) มีทั้งเส้นทแยงมุม เส้นตรง และวงกลม ครบ 4 ทิศทางโดยสำหรับเส้นวงกลมนั้น ครึ่งหนึ่งจะเป็นเส้นเนกาทีฟ และอีกครึ่งหนึ่งที่ขอบชนกันเป็นเส้นพอลิทีฟ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ตรวจสอบระบบการผลิตฟิล์ม (Computer to Film) และแม่พิมพ์ เพื่อดูว่า ระบบนั้นสามารถผลิตเส้นได้สมบูรณ์หรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นเส้นทึบ (พอลิทีฟ) หรือเส้นไต (เนกาทีฟ) ซึ่งมักจะเกิดปัญหาได้โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ทันรู้ตัว นอกจากขนาดของเส้นแล้วลักษณะความเรียบ ความโค้ง ก็สามารถตรวจสอบได้ แนะนำให้ตรวจสอบผ่านกล้องขยายอย่างน้อย  $\times 10$  เท่า

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

### 2.3.2.2 แถบควบคุมเพลตดิจิทัล GATF



ภาพที่ 2.9 แถบควบคุมเพลตดิจิทัล GATF

แถบควบคุมนี้ออกแบบมาในลักษณะเป็นไฟล์หรือข้อมูลดิจิทัลโพสคริป ทำหน้าที่วิเคราะห์ได้หลายอย่างโดยเฉพาะขั้นตอนเตรียมพิมพ์จากระบบต่าง ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์-ทู-ฟิล์ม, คอมพิวเตอร์-ทู-เพลท และปริ๊นท์ ที่น่าสนใจ คือ จะมีการบันทึกข้อมูลการทำงานจริงจากริบของอุปกรณ์นั้น ๆ

ที่ตำแหน่งด้านซ้ายมือของแถบควบคุม (จากรูป โชน A) แสดงค่าความละเอียดในการทำงานของเครื่อง ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ค่าการแยกของสกรีน รูปร่างของเม็ดสกรีน และมุมสกรีน

โชน B เป็นเส้นไมครอนขนาดต่าง ๆ กันทั้งเนกาทีฟและพอสิทีฟ วางตัวในแนวนอนและแนวตั้ง ช่วยให้ผู้ใช้ปฏิบัติงานสามารถวิเคราะห์ระบบการสร้างภาพแบบฐานพิกเซล ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการตันเกิดขึ้น ซึ่งการฉายแสงมากเกินไปอาจมีผลทำให้เส้นใยกลายเป็นเส้นทึบได้ ในขณะที่เส้นพอสิทีฟจะขาดหายไป

โชน 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

โชน D แสดงเส้นโค้งเนกาทีฟและพอสิทีฟ ขนาดเล็ก เพื่อตรวจสอบความสามารถของเครื่องสร้างภาพว่า สามารถสร้างเส้นโค้งดังกล่าวได้หรือไม่

โชน E แสดงเส้นแฉกแยกจากจุดศูนย์กลาง หรือ Star Target ความกว้างของเส้นกำหนด 5 และมีช่วงเว้นแต่ละช่วง 5 เพื่อตรวจสอบความสามารถในการบันทึกรายละเอียดของเครื่องสร้างภาพ โดยจะสังเกตได้จากเส้นแฉกเหล่านี้ตั้งแต่จุดศูนย์กลาง ยิ่งถ้าเห็นเส้นแยกได้ชัดมากเท่าใด แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของเครื่องสร้างภาพในการบันทึกรายละเอียดสูงยิ่งขึ้น และในทางตรงกันข้าม ถ้าเห็นการตันของเส้นเหล่านี้มากเท่าใด ก็เท่ากับว่าเครื่องสร้างภาพนั้นมีความละเอียดต่ำ นอกจากนี้ ที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่ง คือ ณ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของเส้นแฉกเหล่านี้ ควรมองเห็นเป็นจุดทรงกลม มากกว่าที่จะเห็นเป็นทรงอื่น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลของเครื่องสร้างภาพระหว่างการบันทึกภาพในทิศทางต่าง ๆ สำหรับบล็อกสี่เหลี่ยมในโชนนี้ จะออกแบบให้เป็นพื้นที่สำหรับวัดค่าความดำพื้นทึบ และค่าเม็ดสกรีนบวมที่ 50% ณ 150 lpi และ 200 lpi ของฟิล์ม แม่พิมพ์และสิ่งพิมพ์ได้ เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

โชน F ออกแบบมาเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสีระหว่างข้อมูลที่ส่งผ่านเว็บ โดยไม่ผ่านโปรแกรมชดเชยใดๆ กับผ่านโปรแกรมชดเชย เพื่อตรวจสอบผลของโปรแกรมที่ใช้ว่าให้ได้ผลหรือไม่

โชน G และ H แสดงการผลิตน้ำหนักสีที่ได้จากเครื่องสร้างภาพนั้น ๆ อาจพิจารณาได้จากกล้องขยาย หรือใช้เครื่องวัดความดำก็ได้

### 2.3.2.3 แถบควบคุม UGRA/FOGRA PostScript-Control Strip



ภาพที่ 2.10 แถบควบคุม UGRA/FOGRA PostScript-Control Strip

แถบนี้มีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับแถบ GATF Digital Plate Control Target เพื่อใช้ตรวจสอบและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ระบบดิจิทัล รวมทั้งการทำลิเนียร์ไซซัน ไม่ว่าจะป็นอิมเมจเซ็เตอร์หรือแม้กระทั่งเครื่องพิมพ์ดิจิทัล ก็สามารถทำได้ โดยตัวแถบควบคุมจะเป็นไฟล์ดิจิทัล มี 3 รูปแบบ ได้แก่ โปสคริป (PostScript) อีพีเอส (EPS) และ พีดีเอฟ (PDF) ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้กระบวนการงาน (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 ส่วนในเป็นเส้นสี่เหลี่ยม ส่วนนอกเป็นเส้นทึบสี่เหลี่ยม ใช้ตรวจสอบสภาพความสามารถของระบบในการแยกความละเอียดในแนวโค้ง โดยดูด้วยตาเปล่าผ่านกล้องขยายว่า ตำแหน่งใดของระยะรัศมีที่สามารถเริ่มเห็นการแยกของเส้นได้ชัด ถ้าเห็นในระยะเส้นรัศมีแคบ แสดงว่าระบบให้มีความละเอียดสูง และถ้ายังไม่เห็นในตำแหน่งรัศมีที่กว้างออกไป ความละเอียดของระบบยิ่งต่ำ (มีสเกลตัวเลขบอกด้วย)

3) แถบตัวอักษร (Text Patch) เป็นฟอนต์ Palatino ในชื่อว่า “Hamburgefons” ขนาด 6 พอยท์ ทั้งเนกาทีฟ และโพสิทีฟ 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) ประกอบด้วย แถบเส้นตรงหลายแถบขนาดต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดภาพที่ใช้สร้าง 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับในแนวนอนและแนวตั้ง ทั้งเส้นโพสิทีฟและเนกาทีฟ มีพื้นที่ 50% โดยพิจารณา โดยพิจารณาที่ความสมดุลและความสม่ำเสมอของแนวเส้นเหล่านี้ซึ่งมีระยะเท่ากัน โดยเฉพาะเส้นขนาดเล็ก พบว่าแถบวิเคราะห์นี้จะสัมพันธ์กับปัญหาที่เกิดขึ้นจากเชกเกอร์บอร์ด

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

7) แถบสี (Colour Control Patches) ใช้สำหรับวิเคราะห์สีที่ได้จากระบบ ประกอบด้วยสี 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

กรณีเป็นไฟล์หรือเวอร์ชันโพสคริป (PS) จะเหมาะสำหรับการตรวจสอบ การเทียบมาตรฐาน และการทำลิเนียร์ไรเซชัน ของระบบสร้างภาพของอุปกรณ์ เนื่องจากไฟล์นี้จะถูกส่งไปยังรีป (RIP) หรือหน่วยควบคุม (Controller) โดยตรง ซึ่งผลที่ได้จากแถบควบคุมโดยเฉพาะการผลิตสี จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันต่าง ๆ ของระบบที่ตั้งไว้รวมทั้งหน่วยฉายแสง (เช่น ความเข้ม ระยะโฟกัส และขนาดลำแสง เป็นต้น) และหน่วยล้าง

สำหรับไฟล์ อีพีเอส (EPS) จะออกแบบมาเพื่อไว้ตรวจสอบกระบวนการงาน (workflow) โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์จัดการภาพอื่น ๆ ก่อนทำการส่งออกไปยังอุปกรณ์สร้างภาพ ดังนั้นการผลิตสี และน้ำหนักสีที่ได้จึงขึ้นโดยตรงกับการจัดการข้อมูลในขั้นตอนกระบวนการงานนั้นๆ ยกเว้นแถบวิเคราะห์สร้างเส้น และเซ็กเกอร์บอร์ดที่ยังอิสระขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบในเครื่องสร้างภาพเอง

ที่น่าสนใจ ไฟล์ในรูปแบบพีดีเอฟ (PDF) จะทำหน้าที่ได้เหมือนกับไฟล์โพสคริป โดยออกแบบมาใช้งานได้ในสองลักษณะ คือ ส่งข้อมูลออกได้โดยตรงไปยังอุปกรณ์สร้างภาพ และจัดวางหน้าร่วมกับภาพต้นฉบับ

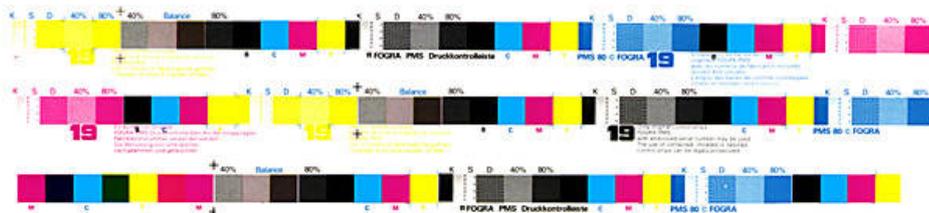
แบบแรก จะต้องใช้ซอฟต์แวร์ Acrobat Reader ทำหน้าที่เปิด และสั่งพิมพ์ได้ทันที มีข้อสังเกตสำหรับอุปกรณ์ประเภท PostScript Compatible (ส่วนใหญ่เป็นเครื่องพิมพ์) ซึ่งในส่วนแสดงข้อมูลของแถบควบคุมจะต้องระบุชื่อเครื่องพิมพ์ (Printer's name) อยู่ด้วย แสดงว่าการแปลผลจากแถบควบคุมใช้ได้และถูกต้อง แต่ถ้ามีคำว่า "Acrobat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

แบบหลัง แถบควบคุม จะทำหน้าที่เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของภาพต้นฉบับที่ใช้ในการพิมพ์ ในกระบวนการ รูปแบบพีดีเอฟเท่านั้น ดังนั้นไฟล์แถบควบคุมนี้จึงออกแบบมาเป็น Plug-in ของ Acrobat ซึ่งพบว่ารูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบเครื่องพิมพ์จากการวิเคราะห์โซนต่าง ๆ ในแถบควบคุมได้ถูกต้อง (ต่างจากกระบวนการในรูปแบบ อีพีเอส) แต่ถ้ามีคำว่า "Acrobat Distiller" ปรากฏขึ้นมาแทน Printer's Name แสดงว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพต้นฉบับเกิดขึ้น หลังจากที่ ได้ประกอบแถบควบคุมรวมไปแล้ว (ปกติไฟล์ข้อมูลภาพพีดีเอฟ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอีก 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) แถบไฮไลต์ ที่มีพื้นที่สกรีนตั้งแต่ 0.5% - 5% ใช้ตรวจสอบปริมาณการซ่อนแสง (Undercutting) ในการทำแม่พิมพ์
- 2) แถบสีพื้นที่ 1 สี และพิมพ์ซ้อน 2 สี ใช้วัดค่าความดำพื้นที่ และค่าปริมาณการจับหมึกพิมพ์ซ้อน หรือ แทร็ปป์ (Trapping) ตามลำดับ
- 3) แถบฮาล์ฟโทน 25%, 40%, 50%, 75%, และ 80% ของแต่ละสี สำหรับประเมินค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) และค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)
- 4) แถบสกรีนละเอียด อยู่ด้านในสกรีนหยาบที่เป็นแถบสีเหลี่ยม ใช้พิจารณาคุณภาพการเกิดเม็ดสกรีนบวมด้วยตา ถ้าเห็นความแตกต่างชัดเจนขึ้น แสดงว่าเกิดเม็ดสกรีนบวมมาก
- 5) แถบ Star Target ใช้ควบคุมพิมพ์เหลือง หรือสเลอร์ (Slur) และปัญหาพิมพ์ซ้อน (Doubling) รวมทั้งปริมาณการเกิดเม็ดสกรีนบวม โดยพิจารณาที่รูปร่างจุดดำตรงกลาง รอบจุดดำวงกลม แสดงถึงการเกิดเม็ดสกรีน ตามปกติ แต่ถ้าเป็นวงรีเกิดขึ้น แสดงถึงการเกิดสเลอร์ กรณีเกิดรูปร่างคล้ายเลข “8” แสดงว่าเกิดการพิมพ์ซ้อนของเม็ดสกรีน
- 6) แถบสมดุลเทา ที่ประกอบด้วยสัดส่วนของ CMY ที่เหมาะสม เปรียบเทียบกับสีดำ 50% (โดยหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของแถบควบคุมนี้) ช่วงพิมพ์จะพิจารณาด้วยตาเปรียบเทียบดูความกลมกลืนของสีเทาทั้งสองให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างแถบควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์ (Print Control Strip)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรพงษ์ รุ่งเรือง (2550) ทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบค่าขอบเขตสีระหว่างกระบวนการแม่สีบวกกับแม่สีลบ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการจัดเตรียมงานก่อนพิมพ์ระบบแม่สีบวกกับแม่สีลบ เพื่อ เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการจัดเตรียมงานก่อนพิมพ์ในระบบแม่สีบวกกับแม่สีลบ และเพื่อเปรียบเทียบค่าของขอบเขตสีงานพิมพ์ระหว่างกระบวนการแม่สีบวกกับแม่สีลบ วิธีการทดลองมีขั้นตอนการทำงานคือ การเตรียมไฟล์ต้นฉบับตารางสีทดสอบและภาพลักษณะต่างๆ เป็นไฟล์แม่สีบวก แล้วทดลองเปรียบเทียบกระบวนการโดยแบ่งลักษณะของงานพิมพ์เป็น 2 ลักษณะ คือไฟล์แม่สีบวก (สี

แดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) และไฟล์แม่สีลบ (สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ) การเตรียมไฟล์แม่สีลบใช้วิธีการเปลี่ยนค่าข้อมูลสีจากไฟล์ต้นฉบับผ่านโพรไฟล์ค่าเริ่มต้น ของโปรแกรม (SWOP) ส่วนไฟล์แม่สีบวกไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสี จากนั้นทำการเปรียบเทียบ กระบวนการในการเตรียมไฟล์โดยเปรียบเทียบคำสั่งการใช้งานต่าง ๆ ของโปรแกรม ได้แก่ การ เปลี่ยนแปลงขนาดของรูปภาพ การปรับแต่งสีของรูปภาพ และการใช้คำสั่งฟิลเตอร์ โดยการเปรียบเทียบเวลาในการประมวลผลคำสั่งขนาดของไฟล์งาน และเวลาในการบันทึกข้อมูล ขั้นตอนต่อไปคือ นำไฟล์แม่สีบวกและแม่สีลบจัดวางบนใบพิมพ์แผ่นเดียวกัน เพื่อทำแม่พิมพ์สำหรับพิมพ์ออฟเซตผ่าน โพรไฟล์ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตรวมทั้งแผ่นพิมพ์ทดสอบไฟล์แม่สีบวกและแม่สีด้วยเครื่องพิมพ์ ดิจิทัลผ่านโพรไฟล์เครื่องพิมพ์ดิจิทัลและใช้โปรแกรมไฟล์เมกเกอร์โปรเป็นเครื่องมือ ในการประมวล ผลเปรียบเทียบค่าขอบเขตสีงานพิมพ์ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการในการจัดเตรียมงานก่อนพิมพ์ ไฟล์แม่สีบวกมีขนาดเล็กกว่าไฟล์แม่ สีลบเท่ากับร้อยละ 33 ไฟล์งานแม่สีบวกใช้เวลาในการประมวลผลเร็วกว่าไฟล์งานแม่สีลบร้อยละ 42 ไฟล์แม่สีบวกใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลน้อยกว่าไฟล์แม่สีลบร้อยละ 18 ค่าความแตกต่างสีของแผ่นพิมพ์ทดสอบระหว่างไฟล์แม่สีบวกและแม่สีลบ (เดลต้าE) ที่ใช้เครื่องพิมพ์ออฟเซตเท่ากับ 3.72 เครื่องพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โพโตกราฟเท่ากับ 2.30 และเครื่องพิมพ์ดิจิทัลออฟเซตเท่ากับ 2.35 จึงมีความแตกต่างสีเล็กน้อย และมีขนาดขอบเขตสีใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่า กระบวนการเตรียมไฟล์ในระบบแม่พิมพ์สีบวกสามารถเก็บ ข้อมูลได้ดีกว่าระบบแม่สีลบ แต่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพงานพิมพ์อย่างเด่นชัด

นิรมล เกษตรศิลป์ชัย และ สุดา เกียรติกำจรวงศ์ (2548) ทำวิจัยเรื่อง ขอบเขตสีของหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทพิมพ์บนผ้าไหมปรับสภาพผิวด้วยไกลซิน ศึกษาขอบเขตสีบนผ้าไหมไทยที่ทอจากไหมพันธุ์นางน้อย โดยนำผ้าไหมไปปรับสภาพผิวก่อนพิมพ์ด้วยสารละลายไกลซินแล้วนำมาพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทชนิดสีย้อมโดยใช้เครื่องพิมพ์ทกสี พบว่าสารละลายไกลซินความเข้มข้นร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักที่ใช้ปรับสภาพผิวก่อนพิมพ์ช่วยทำให้ขอบเขตสีของผ้าเพิ่มขึ้น

นที กริประเสริฐกุล (2541) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจัดการสีสำหรับการผลิตภาพปฐพีจากเครื่องถ่ายเอกสารชนิดสอดสีแทนภาพปฐพีออฟเซต ในงานวิจัยได้สร้างระบบจัดการสีสำหรับเครื่องถ่ายเอกสารชนิดสอดสีแทนภาพปฐพีออฟเซต โดยสร้างโพรไฟล์ 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นระบบการจัดการสีแบบสีรวมทั้งหมด แบบที่ 2 เป็นระบบการจัดการสีแบบแบ่งพื้นที่สีเป็น 2 กลุ่ม ต้นฉบับที่ใช้เป็นภาพมาตรฐาน ISO 12640 ( Standard Color Image Data : SCID ) มีข้อมูลเป็น RGB ซึ่งนำไปพิมพ์ภาพปฐพีออฟเซต และภาพปฐพีจากเครื่องถ่ายเอกสารชนิดสอดสีและหาความสัมพันธ์ของค่าสีไตรสติมูลัส XYZ ของภาพทั้งสองกับค่าสี RGB ในรูปของ Multiple linear regression จากการเปรียบเทียบภาพสีจากระบบการจัดการสีทั้งสองพบว่า ค่าความแตกต่างสี (  $\Delta E$  ) โดยเฉลี่ยของภาพพิมพ์ที่ใช้โพรไฟล์ที่ 1 ลดลง 35 % และ  $\Delta E$  ของภาพพิมพ์ที่ใช้โพรไฟล์ที่ 2 ลดลง 58 % และการผลิตน้ำหนักสีของภาพจากระบบการจัดการสีแบบที่ 2 ดีกว่าของภาพจากระบบการจัดการสีแบบที่ 1

บาستاني (Bastani, 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 Form) เพื่อไปการศึกษาค่าสีทางการพิมพ์บนกระดาษจากการพิมพ์ระบบออฟเซต โดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสร้างตามมาตรฐาน ISO 12647-2 (อ้างถึงใน อรรถ ชาญสืบสาย, 2547: 12-14, 19-24) ในการหาค่าสีในการทำการวิจัย ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสร้างตามมาตรฐาน ISO 12647-2 (อ้างถึงใน อรรถ ชาญสืบสาย, 2547: 53-61) ในการหาขอบเขตสีที่แสดงบนกระดาษแต่ละชนิดของเครื่องพิมพ์หมึกแบบบับเบิลและแบบไฟโซอิเล็กทริก