

การใช้ระบบการจัดการสีสำหรับงานพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น

Using a Color Management System for Sheet Fed Offset Printing

พิทักษ์พงษ์ บุญประสม และ ณัฐพงษ์ ลิ้มจิตติ

สถาบันวิศวกรรมกราฟิก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม บางหว้า ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร

024570068 , 024576000 ต่อ 5377 , E-mail : sme_2550@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบการจัดการสีสำหรับงานพิมพ์ออฟเซต เนื่องจากงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (Inkjet Printer) มีสีสดกว่างานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต (Press Offset) เหตุเพราะขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก มีขอบเขตสีมากกว่าเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต เพื่อให้ค่าสีที่ผลิตได้จากทั้งสองระบบมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน จึงได้ทดลองใช้ระบบการจัดการสี (Color Management System : CMS) มาประยุกต์ใช้โดยทำการพิมพ์แบบทดสอบมาตรฐาน (Test Form) แล้วนำไปวัดค่าสีเพื่อเก็บเป็นข้อมูลสี (ICC Profile) ซึ่งอาศัยค่าความแตกต่างสี (ΔE^*_{ab}) จากมาตรฐานงานพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น ISO 12647 – 2 เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบขอบเขตสีของงานพิมพ์ทั้ง 2 ระบบ จากนั้นนำข้อมูลสีที่ได้มาเข้ากับอุปกรณ์แสดงผล ได้แก่ เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกและจอภาพ เพื่อแสดงผลลักษณะเดียวกันกับสีของงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต

ผลการทดลองพบว่า งานพิมพ์ระบบออฟเซตที่ใช้ ค่าความแตกต่างสี (ΔE^*_{ab}) อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานกำหนด โดยสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 0.80, สีม่วงแดงเท่ากับ 1.87, สีเหลืองเท่ากับ 1.35, สีดำ

เท่ากับ 3.10 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 2.30 ซึ่งค่าความแตกต่างของสีน้อยกว่า 5

งานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ไม่ผ่านระบบการจัดการสี มีค่าความแตกต่างของสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 9.00, สีม่วงแดงเท่ากับ 7.80, สีเหลืองเท่ากับ 5.60, สีดำเท่ากับ 5.70 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 2.30 มีค่าความแตกต่างสีเกิน 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความแตกต่างของสีมาก

งานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ผ่านระบบการจัดการสี มีค่าความแตกต่างของสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 0.60, สีม่วงแดงเท่ากับ 1.90, สีเหลืองเท่ากับ 0.80, สีดำเท่ากับ 1.80 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 1.20 มีค่าความแตกต่างสีน้อยกว่า 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความแตกต่างของสีน้อย ดังนั้นงานพิมพ์ระบบออฟเซตงานพิมพ์แบบพ่นหมึกและจอภาพ ที่ผ่านระบบการจัดการสี สามารถควบคุมให้การแสดงค่าสีของ อุปกรณ์สามารถแสดงผลได้ใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : ระบบการจัดการสี/เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก/ เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต/แบบทดสอบมาตรฐาน /ข้อมูลสี

Abstract

This paper has proposed the purpose of Color Management System, (CMS) for offset printing process. As we found that a color gamut of inkjet printer is larger than offset printing press. The inkjet printing is brighter color than offset press. In order to produce the color appears similar, the color management system was applied. First, in this experiment, the color test from was printed and measured the CIEL *a*b values. Afterward these color values were applied for making ICC profile. The color difference in ISO 12647-2 were applied to compare the color values of color test from which printed from two printing process; offset and inkjet and also calculated the color gamut of two devices. In order to present color as similar as produced by offset printing press, the ICC profile again was applied to inkjet printer and monitor.

According to the experiment, we found that the color difference from offset printing is match with the acceptable standard by green-blue 0.80, violet-red 1.87, yellow 1.35, black 3.10 and white of paper 2.30. So the color difference is not over the acceptable standard.

It shows that the inkjet printer which does not assign Color Management System, (CMS) has the color difference in green-blue 9.00, violet-red 7.80, yellow 5.60, black 5.70 and white of paper 2.30. In conclusion the color difference is over the acceptable standard.

While the sheets printed by inkjet printing press without applying ICC profile have color difference value in green-blue 0.60, violet-red 1.90, yellow 0.80, black 1.80 and whit of paper 1.20. In conclusion the color difference is not over the acceptable standard. In brief, the color gamut of three different devices; offset printing press, inkjet press and monitor which applied ICC profile show slightly different in color gamut.

Keywords: Color Management System/Offset Printing Machine/Inkjet Printer Machine/ Test Form /ICC Profile

1. บทนำ

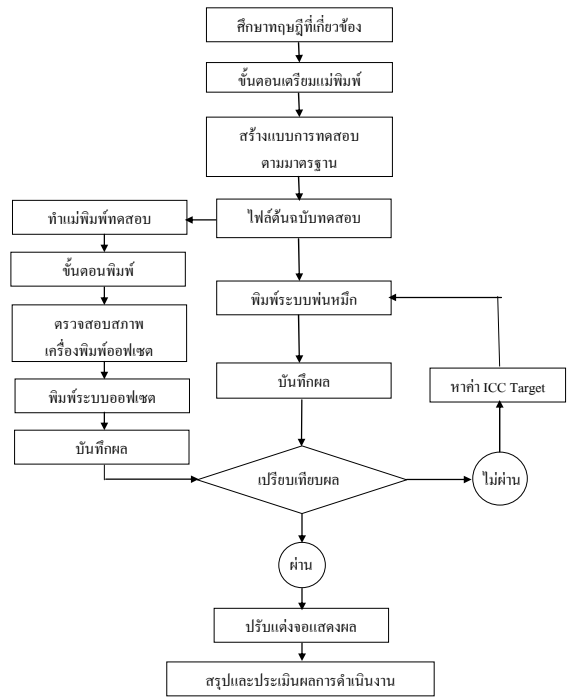
ธุรกิจสิ่งพิมพ์ในปัจจุบันเริ่มมีการขยายตัวมากขึ้น การแข่งขันในด้านคุณภาพของสิ่งพิมพ์มีเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจเริ่มมีการตื่นตัวที่จะรับเทคโนโลยีใหม่ๆ กับวิธีการที่จะทำให้งานสิ่งพิมพ์มีคุณภาพมากขึ้นพร้อมกับเทคนิคต่างๆ ที่เข้ามาช่วยลดต้นทุนการผลิตงานพิมพ์ สิ่งพิมพ์จะมีคุณภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละโรงพิมพ์จะสามารถควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ได้มากน้อยเพียงใด และในปัจจุบันระบบการจัดการสี (Color Management System, CMS) มีบทบาทสำคัญสำหรับโรงพิมพ์ ซึ่งถ้าโรงพิมพ์ไม่มีระบบการจัดการสี จะทำให้การติดต่อโอนถ่ายข้อมูลหรือการแสดงผลของสีในแต่ละอุปกรณ์แสดงผลไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เช่น ไฟล์ภาพเดียวกัน เมื่อนำไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วปรากฏว่าสีไม่เหมือนกัน แต่ไฟล์ภาพนั้นมีข้อมูลสี CMYK หรือ RGB เดียวกัน ปัญหานี้เกิดจากจอภาพ

ของแต่ละเครื่องไม่ได้ปรับให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ถ้าใช้ระบบการจัดการสี สามารถผลิตงานพิมพ์แบบเดียวกันโดยผ่านระบบข้อมูลสี(ICC Profile) จะทำให้การแสดงสีของแต่ละอุปกรณ์ในโรงพิมพ์มีความคล้ายคลึงกัน อีกทั้งเครื่องพิมพ์พ่นหมึก (Inkjet Printer) ยังสามารถใช้แทนเครื่องพิมพ์ปรุ้ฟแทนราบ (Press Proof) ได้ และช่วยลดขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์ออฟเซต (Plate) เพื่อพิมพ์ตัวอย่างงานให้ลูกค้า ซึ่งเครื่องพิมพ์พ่นหมึกสามารถพิมพ์ตัวอย่างงานได้เหมือนกับเครื่องพิมพ์ปรุ้ฟแทนราบ แต่ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า

จากการศึกษางานพิมพ์ที่โรงพิมพ์ ที.เค.เอส. สยามเพรส แมเนจเม้นท์ จำกัด พบปัญหาสีจากตัวอย่างงานพิมพ์ของเครื่องพิมพ์พ่นหมึก มีความสดของสีมากกว่างานพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นของเครื่องพิมพ์ Mitsubishi รุ่น Diamond 3000 LS – 5 เช่นกัน เพราะความแตกต่างของหมึกพิมพ์ระบบออฟเซตซึ่งเป็นหมึกฐานน้ำมันแต่หมึกพิมพ์ระบบพ่นหมึกเป็นหมึกฐานน้ำ ทำให้สีของงานพิมพ์แตกต่างกัน เนื่องจากขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์พ่นหมึกมีขอบเขตสีมากกว่าเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต

ด้วยเหตุดังกล่าวงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์พ่นหมึกจึงมีสีสดกว่าสีของงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต ดังนั้นภายใต้โครงการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบการจัดการสี (Color Management System : CMS) ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตและเครื่องพิมพ์พ่นหมึก เพื่อผลิตตัวอย่างงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก โดยทำให้สีของตัวอย่างงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์พ่นหมึกเหมือนกับงานพิมพ์ระบบออฟเซต

2. รายละเอียดในการดำเนินการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง



แผนภูมิที่ 1. แสดงขั้นตอนการทดลอง

2.1 ขั้นตอนก่อนพิมพ์

เริ่มตั้งแต่การสร้างไฟล์งานแบบทดสอบตามมาตรฐาน ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอชโดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop, Illustrator และ Indesign แล้วนำไฟล์งานแบบทดสอบมาผลิตแม่พิมพ์



รูปที่ 1. แสดงการผลิตแม่พิมพ์ (Plate) แบบทดสอบตามมาตรฐาน ISO12647-2 ด้วยเครื่อง Computer to Plate ยี่ห้อ Kodak รุ่น Magnus 800

2.2 ขั้นตอนตรวจเช็คเครื่องพิมพ์ ระบบออฟเซต ชนิดป้อนแผ่น ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Diamond 3000 LS-5 ดังนี้

- ตรวจสอบสภาพลูกหมึก
- ตรวจสอบสภาพของหน่วยทำชั้น
- ตรวจสอบกระดาษรองหนุ่นและเปลี่ยนผ้ายาง



รูปที่ 2. แสดงการเปลี่ยนกระดาษรองหนุ่นผ้ายางและผ้ายาง

2.3 ขั้นตอนการพิมพ์

- นำกระดาษอาร์ตมัน 160 แกรม มาตัดเจียน ขนาด 24 x 35 นิ้ว
- เตรียมหน่วยพิมพ์ ด้วยการวางหน่วยพิมพ์ KCMY ตามลำดับ
- เตรียมหน่วยรองรับกระดาษ
- จ่ายหมึกพิมพ์หน่วยพิมพ์ ตั้งฉาก งานพิมพ์

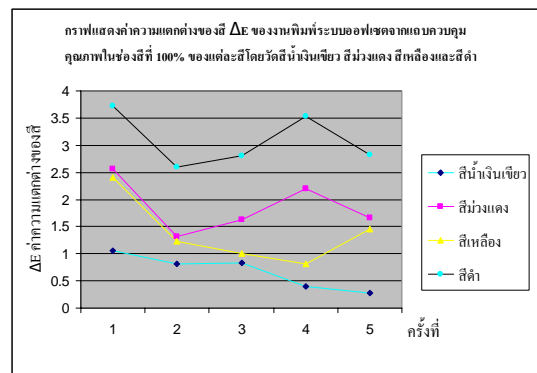


รูปที่ 3. แสดงการปรับจ่ายหมึกหน่วยพิมพ์

2.4 ขั้นตอนควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ การควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) วัดค่าความดำ (Density) โดยใช้ค่าความดำตามมาตรฐาน ISO12647-2 ดังนี้

ตารางที่ 1. แสดงค่าความดำ (Density) ตามมาตรฐาน ISO12647-2

สี	ค่าความดำ
น้ำเงินเขียว	1.52(+/-0.1)
ม่วงแดง	1.45(+/-0.1)
เหลือง	1.06(+/-0.1)
ดำ	1.62(+/-0.1)



รูปที่ 4. แสดงค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของงานพิมพ์ระบบออฟเซตจากแถบควบคุมคุณภาพในช่องสีที่ 100% ของแต่ละสีโดยวัดสีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลืองและสีดำ



รูปที่ 5. แสดงการวัดค่าความดำ (Density) โดยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrodensitometer) ยี่ห้อ X-Rite

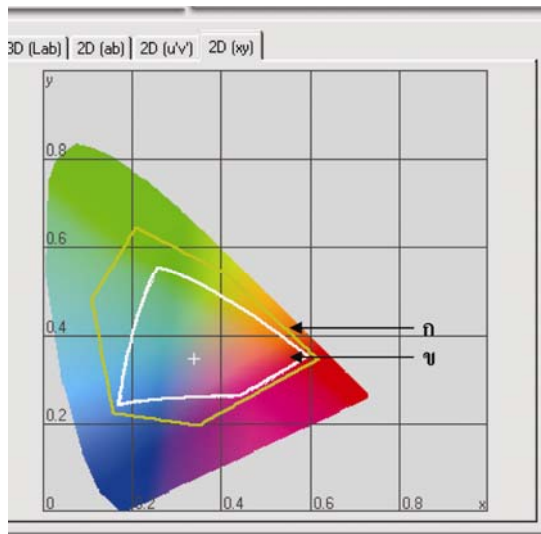
3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการสร้าง ICC Profile

สแกนเก็บข้อมูลตารางสีมาตรฐาน ECI2002 ของสีงานพิมพ์ออฟเซตจะได้ขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ เป็น ICC Profile



รูปที่ 6. แสดงการสแกนเก็บข้อมูลสีมาตรฐาน ECI2002 แบบอัตโนมัติด้วยเครื่อง Eye - One isis ยี่ห้อ X – Rite



รูปที่ 7. แสดงการเปรียบเทียบขอบเขตสีระหว่างงานพิมพ์ระบบออฟเซตกับงานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ไม่ผ่านระบบการจัดการสี

- ก. แสดงขอบเขตสีงานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ไม่ผ่านการจัดการสี
- ข. แสดงขอบเขตสีงานพิมพ์ระบบออฟเซต

3.2 ขั้นตอนการนำ ICC Profile ใช้งานกับเครื่องพิมพ์พ่นหมึก

การหาค่าการรับหมึกพิมพ์ของกระดาษชนิดกึ่งมันวาวยี่ห้อ Semi-gloss โดยเริ่มจากการ Print Ink Limit ของเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก เพื่อหาค่าการรับหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมบนกระดาษ Semi-gloss และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการปล่อยหมึกพิมพ์ของเครื่องพิมพ์พ่นหมึกความสามารถในการรับหมึกที่เหมาะสมในกรณีนี้อยู่ที่ 255CMY+95K



รูปที่ 8. แสดงการ Print Test Chart ด้วยเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก

3.3 ขั้นตอนการนำ ICC Profile. ใช้งานกับจอ Monitor

เริ่มจากการปรับจอภาพของเครื่อง Apple Macintosh G5 โดยปรับให้จอภาพทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น Luminance, White Point, Gamma และ Grey Balance ซึ่งหมายความว่า หากค่า RGB ที่แต่ละสีมีค่าเท่ากัน (R=G=B) สีบนจอจะเป็นสีเทากลาง ไม่มีการผิดเพี้ยนของสีใด โดยใช้โปรแกรม Eye-One Match3 และเครื่อง Eye-One Pro X-rite



รูปที่ 9. แสดงการปรับค่าลิเบรตจอภาพของ Apple Macintosh G5

การสร้าง Monitor Profile หลังจากการปรับแต่ง โดยการบันทึกขอบเขตสีของจอภาพไว้เป็น Monitor Profile แล้ว หลังจากนั้นจะแสดงผลขอบเขตสีผ่านการประมวลผลของ Monitor Profile

4. สรุปผลของการทดลอง

4.1 ผลการทดลองงานพิมพ์ระบบออฟเซต

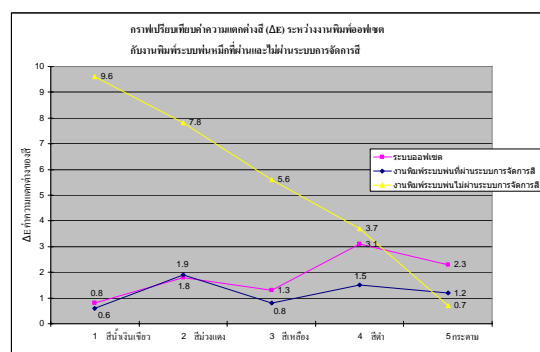
จากการทดลองพิมพ์งานด้วยระบบออฟเซต ในส่วนของการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ตามค่ามาตรฐานงานพิมพ์ ISO 12647-2 สำหรับสร้างโปรไฟล์ของงานพิมพ์ระบบออฟเซต โดยการวัดค่าในส่วนของแถบควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ซึ่งในการพิมพ์ทดสอบผลที่ได้มีค่าแตกต่างจากมาตรฐานงานพิมพ์ ISO 12647-2 แต่อยู่ในเกณฑ์ค่าการยอมรับตามที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งในการพิมพ์จริงอาจมีตัวแปรต่างๆ ที่ทำให้ค่าการควบคุมคุณภาพเกิดความคลาดเคลื่อน เช่น หมึกพิมพ์ที่แตกต่างกัน และความเร็วในการพิมพ์งาน

4.2 ผลการทดลองค่าขอบเขตสีของงานพิมพ์ระบบออฟเซตกับงานพิมพ์แบบพ่นหมึก

ผลจากการทดลองพบว่า งานพิมพ์ระบบออฟเซตที่ใช้ค่าความแตกต่างสี (ΔE^*_{ab}) อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนด โดยสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 0.80, สีม่วงแดงเท่ากับ 1.87, สีเหลืองเท่ากับ 1.35, สีดำเท่ากับ 3.10 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 2.30 ซึ่งค่าความแตกต่างของสีน้อยกว่า 5

งานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ไม่ผ่านระบบการจัดการสี มีค่าความแตกต่างของสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 9.00, สีม่วงแดงเท่ากับ 7.80, สีเหลืองเท่ากับ 5.60, สีดำเท่ากับ 5.70 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 2.30 มีค่าความแตกต่างสีเกิน 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความแตกต่างของสีมาก

งานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ผ่านระบบการจัดการสี มีค่าความแตกต่างของสีน้ำเงินเขียวเท่ากับ 0.60, สีม่วงแดงเท่ากับ 1.90, สีเหลืองเท่ากับ 0.80, สีดำเท่ากับ 1.80 และสีขาวของกระดาษเท่ากับ 1.20 มีค่าความแตกต่างสีน้อยกว่า 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความแตกต่างของสีน้อย



รูปที่ 10. แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสี (ΔE) ระหว่างงานพิมพ์ออฟเซตกับงานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ผ่านและไม่ผ่านระบบการจัดการสี

ดังนั้นการพิมพ์ตัวอย่างงานด้วยเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกควรมีการใช้ระบบการจัดการสีเข้ามา

ช่วยควบคุมกระบวนการพิมพ์ เพื่อให้สีของงานพิมพ์ จากเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกเหมือนกับสีของงานพิมพ์ จากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน และช่วยลดต้นทุนในขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์

4.3 ปัญหาในการศึกษา

1. สีของกระดาษมีผลต่อสีของงานพิมพ์แบบพ่นหมึก เนื่องจากกระดาษ ยี่ห้อ Semi-gloss มีโทนสีขาวอมฟ้า ส่วนกระดาษของงานพิมพ์ระบบออฟเซตมีโทนสีขาวอมเหลือง ทำให้ซอฟต์แวร์ต้องจำลองสีของกระดาษของงานพิมพ์ออฟเซต จึงทำให้เกิดความแตกต่างกัน ในการแก้ไขปัญหาคควรมีการเลือกกระดาษที่มีสีขาวตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้งานพิมพ์แบบพ่นหมึกที่ผ่านระบบการจัดการสีได้ผลตามเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

2. ระบบการจัดการสีสามารถช่วยควบคุมให้งานพิมพ์แบบพ่นหมึกมีค่าสีที่ใกล้เคียงกับงานพิมพ์ระบบออฟเซตได้มากขึ้น แต่สำหรับการศึกษานี้ได้ใช้กระดาษยี่ห้อเดียวในการทดสอบ ซึ่งในการทำงานพิมพ์ที่ต้องการควบคุมคุณภาพสูงควรเลือกกระดาษที่เหมาะสม โดยมีการทดสอบจากค่าขอบเขตสีงานพิมพ์และเปรียบเทียบค่าขอบเขตสีของกระดาษที่ใช้ เพราะในปัจจุบันกระดาษที่มีการผลิตสู่ท้องตลาดหลากหลาย รวมทั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบการจัดการสีได้มีการพัฒนาให้มีคุณภาพเพื่อให้การทำงานทางด้านการจัดการสีมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด และช่วยเพิ่มคุณภาพกับงานพิมพ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างเต็มที่

4.4 ข้อเสนอแนะ

1. หากค่าความดำของหมึกพิมพ์ในแต่ละส่วนของบริเวณภาพพิมพ์มีค่าไม่คงที่ อาจมีผลทำให้การวัดค่าต่าง ๆ มีความผิดพลาดไปจากมาตรฐานและมีผลต่องานพิมพ์ดิจิทัลปรู๊ฟจากเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก

2. ในการทดสอบในการจัดการสีสำหรับงานพิมพ์ออฟเซต ได้ใช้กระดาษเพียงชนิดเดียวในการทดสอบพิมพ์งานดิจิทัลปรู๊ฟจากเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้กระดาษสำหรับงานพิมพ์แบบพ่นหมึกเพื่อนำมาพิมพ์งานดิจิทัลปรู๊ฟเพื่อทดสอบว่ากระดาษได้รับหมึกพิมพ์ได้มากและใกล้เคียงกับงานพิมพ์ระบบออฟเซตมากที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณประเทือง เจริญรัมย์ หัวหน้าส่วนเตรียมพิมพ์ ทีมงานทุกท่านและ บริษัท ที.เค. เอส. สยามเพรส แมเนจเม้นท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กุณทีนี สุวรรณกิจ, ธีรศักดิ์, และ วรพจน์ วชิระโวทาน. "การจัดการสีในระบบ Desktop Publishing Senior Project"ระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, เอกสารโรเนียวเย็บเล่ม 2537, หน้า 20- 23, หน้า 53-57.

[2] ชวาล คุร์พิพัฒน์."การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์."การจัดการทางการผลิต และควบคุมคุณภาพการพิมพ์. หน่วยที่ 14, นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2540. นิตยสาร. "CMS จากต่างแดน."วารสารการพิมพ์และบรรณารักษณ์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 54 (มีนาคม-เมษายน) 2542, หน้า 13-15.

[3] ธีระ ตั้งวิชาชาญ. "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์".นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2539, หน้า 220 – 239. วัสดุทางการพิมพ์ หน่วยที่ 5 หน้า 159-216 สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช พิมพ์ครั้งที่ 1 2539.

[4] ผกา มาศ ผจญแก้ว. "การพิมพ์ปฏิรูป."เทคโนโลยีก่อนพิมพ์. หน่วยที่ 8 – 15, นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2540, หน้า 232 – 234, หน้า 260 – 263.

[5] ผกา มาศ ผจญแก้ว."เทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิทัล และระบบการจัดการสีเพื่อควบคุมการพิมพ์ดิจิทัล."พิมพ์ครั้งที่2,นนทบุรี:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช,2540,หน้า 613 – 642.

[6] ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ. "วัสดุทางการพิมพ์". กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2539 หน้า 172 – 176.

[7] อรัญ หาญสืบสาย."มาตรฐานการพิมพ์ออฟเซต". กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2547: หน้า 41 – 60.

[8] อรัญ หาญสืบสาย. "ระบบพิมพ์แบบต่างๆ". กรุงเทพฯ : สมาคมแยกสีแม่พิมพ์.2545.หน้า 52 – 55.

[9] Adams, R.M.and Wisberg, J.B., "The Practecal Guide to Color Management", GATE Press, Sewickley, 1998, pp. 74 – 76.

[10] Apple computer, Rendering Intent,[Online] Available from <http://www.adobe.comsupport/techguide/colormanement/renderinint.html>.

[11] Accessed 30 December 2004. Field, G.G. "Color and Its Reproduction", Graphic Art Technical Foundation, Pennsylvania, 1988, pp.119 – 123.

[12] Fountain solutions. [Online]. Available: http://ippaper.com/gettips_pp_l_fountain.html. (Access date : June 30, 2004).

[13] Fountain solution. [Online]. Available: <http://www.anchorlith.com/assets/images/FunctionFS.pdf>. (Access date:August15,2004)

[14] Fountain solution. [Online]. Available: <http://www.jellchemicals.com/page6.html>. (Access date : July 8, 2004)

[15] Fountain. [Online]. Available:
<http://www.milligan1869.com/fountain.html>.

(Access date: September 1, 2004).

[16] Fountain solutions. [Online]. Available:
<http://www.bade-line.com/rci/htm>. (Access date:

May 5, 2004).

[17] Fountain solution. [Online]. Available:
http://www.graphics.tech.uh.edu/Press%20/Fountain_Solution.pdf.

[18] Giorgianni, E.J., and Madden, T, E., "**Digital Color Management: encoding solution**", Addison Wesley, Massachusetts, 1998,pp. 420 – 424.

[19] Gregory P."**Chemistry and Technology of Printing and Imaging Systems**". London: Blackie Academic & Professional. 1996. P17 – 18.

[20] King,J.C., "**Why Color Management?**", Adobe System Incorporate, [Online] Available from

<http://www.color.org.whycolormanagement.pdf>.

[21] Porter A.S.A "**Manual for Lithographic Press Operation**". London: The White Rose Press.