

การศึกษาความสว่างและอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงสำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์

จิรศักดิ์ ปรีชาวีรกุล*

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

* Corresponding Author: jirasak_p@rmutt.ac.th

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพและเสียง คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน

ข้อมูลบทความ

บทคัดย่อ

ประวัติบทความ :

รับเพื่อพิจารณา : 27 กันยายน 2564

แก้ไข : 17 เมษายน 2566

ตอบรับ : 16 มิถุนายน 2566

DOI: 10.14456/kmuttrd.2023.14

คำสำคัญ : ความสว่าง /
อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง /
การจัดแสงโครมา-คีย์ /
รหัสสีเลขฐาน 16

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติทางแสง ค่าความสว่าง และอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง เพื่อการจัดแสงโครมา-คีย์ด้วยคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ทั้งสแตนด์บายและโหมดกำลัง 1000 W 5 โคม, 650 W 2 โคม และ 2000 W 1 โคม พบว่า กรณีที่ 1 ฉากผ้าสีน้ำเงิน ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) เท่ากับ 2780 K อยู่ในโซนอุ่น ค่าระบบสี XYZ เป็น 47.52, 44.361, 117.628 ค่าระบบสี RGB เป็น 142.258, 173.486, 274.16 เมื่อนำค่าระบบสี RGB ที่ได้นั้นไปทาสีโปรแกรมตัดต่อ ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 8EADFF คือสีน้ำเงินสว่าง มีค่าความสว่าง (Y) เท่ากับ 44.361% และค่าสีน้ำเงิน (B) คือ 274.16 กรณีที่ 2 ฉากผ้าสีน้ำเงิน ค่า CCT เท่ากับ 5925 K อยู่ในโซนเย็น ค่าระบบสี XYZ เป็น 15.509, 14.457, 42.771 ค่าระบบสี RGB เป็น 73.258, 104.084, 175.482 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 4968AF คือสีน้ำเงินเข้ม มีค่า Y เท่ากับ 14.457% และค่า B คือ 175.482 กรณีที่ 3 ฉากผ้าสีเขียว ค่า CCT เท่ากับ 2757 K อยู่ในโซนอุ่น ค่าระบบสี XYZ เป็น 56.844, 85.969, 74.262 ค่าระบบสี RGB เป็น 108.121, 265.121, 209.546 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 6CFFD1 คือสีเขียวสว่าง มีค่า Y เท่ากับ 85.969% และค่าสีเขียว (G) คือ 265.121 กรณีที่ 4 ฉากผ้าสีเขียว ค่า CCT เท่ากับ 5368 K อยู่ในโซนเย็น ค่าระบบสี XYZ เป็น 22.573, 38.156, 28.337 ค่าระบบสี RGB เป็น 12.031, 188.985, 132.933 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 0CBC84 คือสีเขียวเข้ม มีค่า Y เท่ากับ 38.156% ค่า G คือ 188.985 จากทั้ง 4 กรณี สรุปว่า กรณีที่ 3 มีค่าความสว่าง Y มาก และกรณีที่ 2 มีค่าความสว่าง Y น้อย

Study of Luminance and Correlative Color Temperature of Chroma-Key Lighting Set-Up

Jirasak Prechaveerakul*

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110

* Corresponding Author: jirasak_p@mutt.ac.th

Assistant Professor, Department of Visual and audio Technology, Faculty of Mass Communication Technology.

Article Info

Article History:

Received: September 27, 2021

Revised: April 17, 2023

Accepted: June 16, 2023

DOI: 10.14456/kmuttrd.2023.14

Keywords : Luminance /
Correlated Color Temperature /
Chroma-Key Lighting /
Color Code Number of 16

Abstract

This research studied the optical properties, luminance and correlative color temperature to set up lighting using Chroma-Key lighting with 5 tungsten halogen lamps rated at 1000 W, 2 lamps rated at 650 W and 1 lamp rated at 2000 W. For Case 1 (the blue scene), the correlative color temperature (*CCT*) was found to be 2780 K, which was in the warm zone. The tristimulus *XYZ* values were 47.52, 44.361, 117.628, while the *RGB* values were 142.258, 173.486, 274.16. The resulting 16-base color code after inputting the *RGB* color values into the editing program was 8EADFF, which was bright blue color with a high illumination (*Y*) of 44.361% and a blue value (*B*) of 274.16. For Case 2 (the

blue scene), the *CCT* value was found to be 5925 K, which was in the cool zone. The tristimulus *XYZ* values were 15.509, 14.457, 42.771, while the *RGB* values were 73.258, 104.084, 175.482. The resulting 16-base color code was 4968AF, which was dark blue color with *Y* value of 14.457% and *B* value of 175.482. For Case 3 (the green scene), the *CCT* value was noted to be 2757 K, which was in the warm zone. The tristimulus *XYZ* values were 56.844, 85.969, 74.262, while the *RGB* values were 108.121, 265.121, 209.546. The resulting 16-base color code was 6CFFD1, which was bright green color with *Y* value of 85.969% and a green value (*G*) of 265.121. Finally, for Case 4 (the green scene), the *CCT* value was found to be 5368 K, which was in the cool zone. The tristimulus *XYZ* values were 22.573, 38.156, 28.337, while the *RGB* values were 12.031, 188.985, 132.933. The resulting 16-base color code was 0CBC84, which was dark green color with *Y* value of 38.156% and *G* value of 188.985. From the results of the above four cases, Case 3 had higher illumination (higher *Y* value), and Case 2 had low illumination.

1. บทนำ

ปัจจุบันการถ่ายทำภาพยนตร์หรือละครโทรทัศน์ ทั้งภายในและภายนอกสตูดิโอ เริ่มมีการทำฉากด้วยการสร้างภาพเทคนิคพิเศษแทนฉากไม้ ด้วยวิธีการซ้อนบนฉากผ้า 2 สี คือ ผ้าสีน้ำเงิน (Blue Screen) ผ้าสีเขียว (Green Screen) จากนั้นทำการลบหรือเจาะค่าสี 2 สี ออกด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ พร้อมการซ้อนฉากที่ต้องการลงบนตำแหน่ง 2 สี สำหรับการสร้างฉากด้วยภาพเทคนิคพิเศษ จะเพิ่มความน่าสนใจตามบทบาทยนตร์ ละครโทรทัศน์ เรียกว่าอินน์วาทกรรม (Virtual Set) หรือ การสร้างภาพเทคนิคพิเศษ (Visual Effect) [1] สำหรับการปรับเปลี่ยนแก้ไขหรือเพิ่มเติมฉากทำได้ทั้งฉากหลัง (Background) หรือฉากหน้า (Foreground) หรือ วาดต่อเติมฉากใหม่ (Matte Painting) ด้วยคำสั่งเครื่องมือบนโปรแกรมตัดต่อวิดีโอ (Adobe Premiere Pro) เริ่มต้นจากการเจาะค่าสีในฉาก (Keying) จากนั้นนำไฟล์วิดีโอ หรือ ภาพ หรือ ฉากใหม่ ที่มีการแยก วัตถุ คน หรือการซ้อนส่วนที่ไม่ต้องการแสดงในภาพ (Masking) พร้อมสร้างการเคลื่อนที่ตามวัตถุ คน (Motion Tracking) และการเขียนเพิ่มส่วนต่าง ๆ ลงบนภาพ จากนั้นนำมาประกอบกัน (Composite) และปรับเปลี่ยน ทดแทน ลบ เพิ่มเติม ทำให้ได้มาของฉากที่ต้องการด้วยโปรแกรมตัดต่อบนคอมพิวเตอร์ สำหรับเทคนิคการทำโครมา-คีย์ ถือเป็นขั้นตอนก่อนและหลังการถ่ายทำที่ต้องมีการควบคุมค่าตัวแปร ที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของภาพ ได้แก่ ปริมาณความสว่าง การเลือกใช้อุณหภูมิสีของแสงที่กระทบลงบนพื้นฉากผ้าสีน้ำเงิน หรือ สีเขียว หรือตัวแบบวัตถุ หากค่าตัวแปรที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลการทำโครมา-คีย์ ไม่มีความสมบูรณ์สมจริง การจัดแสงโครมา-คีย์ [2] โดยใช้แหล่งกำเนิดแสง หลอดไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน มีกำลังไฟฟ้า 500 W ถึง 2,000 W มีค่าความสว่าง (Luminance) หน่วยลักซ์ (Lux) จะขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้า แปรผกผันตรง ค่าลักซ์สูง ค่ากำลังไฟฟ้าสูง และอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง CCT [3] มีค่าประมาณ 2300 K หรือ โซนอุ่น สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดไฟอาร์ก (Hydrargyrum Medium-arc Iodide; HMI) กำลังไฟฟ้า 75 W ถึง 20,000 W อยู่ในกลุ่มอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ประมาณ 5,600 K หรือ โซนเย็น มีค่าความสว่างหน่วยลักซ์ จะแปรผกผันตรงตามขนาดกำลังไฟฟ้าเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้ ศึกษา ตัวแปร ค่าความสว่าง

ที่ขึ้นอยู่กับค่ากำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง ที่ส่งผลต่อรหัสสีเลขฐาน 16 สำหรับการนำเสนอติดต่อในโปรแกรมที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์ บนผ้าสีน้ำเงิน และ ฉากผ้าสีเขียว

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติทางแสง ได้แก่ ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง CCT และ ระบบสี The CIE-1931 XYZ Tristimulus ระบบสี RGB ที่ส่งผลต่อความสว่างของฉากผ้าสีน้ำเงิน และฉากผ้าสีเขียว โดยใช้แหล่งกำเนิดแสง หลอดไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าต่างกัน จัดแสงในตำแหน่งทฤษฎีโคมไฟ 3 ตำแหน่ง พร้อมสวมวัสดุที่ทำจากเมือกสัตว์ (Gelatin) เรียกว่าฟิลเตอร์ (Filter) [4] เพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสง เป็น โซนอุ่นและเย็น ได้แก่ ฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีน้ำเงิน (Color Temperature Blue: CTB) และ ฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีส้ม (Color Temperature Orange: CTO) งานวิจัยนี้ใช้เบอร์ 201 Full CTB เป็นคลื่นแสงสีน้ำเงิน ได้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ประมาณ 5600 K หรือโซนเย็น และ ฟิลเตอร์ปรับแสง 204 Full CTB เป็นคลื่นแสงสีส้ม ได้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ประมาณ 2700 K หรือโซนอุ่น เพื่อหาค่าความสว่างที่สัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ด้วยการวัด และการคำนวณ โดยนำค่าระบบสี RGB จากการวัดใส่ในโปรแกรมตัดต่อวิดีโอบนคอมพิวเตอร์ สำหรับเจาะค่าระบบสี RGB สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ให้เหมาะสมสำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์ เพื่อการติดต่อภาพให้เกิดความเหมาะสมและสมบูรณ์แทนการเจาะค่าสี ที่ไม่มีขั้นตอนตรวจสอบ และกำหนดค่าระบบสี RGB ที่เหมาะสม

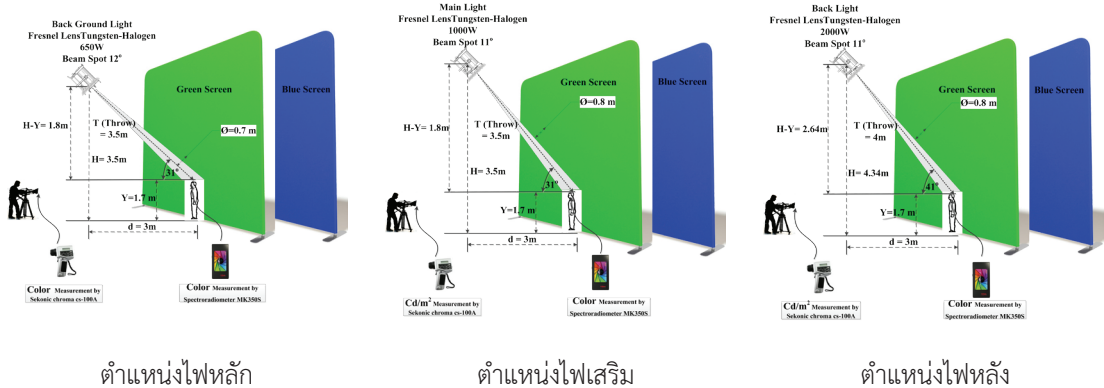
2. การศึกษา

การติดตั้งโคมไฟและฉากผ้าสำหรับวัดค่าสมบัติทางแสง

การติดตั้งโคมไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน ทฤษฎีโคมไฟ 3 ตำแหน่ง [5] คือ ไฟหลัก กำลัง 1000 W จำนวน 5 โคมไฟเสริม กำลัง 650 W จำนวน 2 โคม ไฟส่องหลัง กำลัง 2000 W จำนวน 1 โคม ติดตั้งภายในสตูดิโอ สำหรับการตั้งค่าหว่านการกระจายแสงที่องค์การกระจายแสงแบบจุด หรือแคบ (Spot) มีค่า 11 และ 8 และ 12 องศา ส่งผลให้เกิดการกระจายแสงแคบเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 และ 0.7 และ 0.8 เมตร ตามลำดับ ระยะระหว่างจุดกำเนิดแสงทั้ง 3 ตำแหน่งไปยังจุดที่แสงตกกระทบบนตัวแบบบุคคล ในทิศทางแนวทำองศากับพื้น มีค่า 3.5 3.5 และ 4 เมตร ตามลำดับ ระยะ

ระหว่างจุดกำเนิดแสงไปยังจุดที่แสงตกกระทบบนตัวแบบบุคคล ในทิศทางแนวระนาบกับพื้น มีค่า 3 เมตร เท่ากัน ระยะความสูงจากพื้นถึงโคมไฟ 3 ตำแหน่ง มีค่าระยะ 3.5 3.5 และ 4.34 เมตร ทั้งนี้ โคมไฟทั้ง 3 ตำแหน่ง สวมฟิลเตอร์ปรับคลื่นแสงสีน้ำเงิน 201 Full CTB เพื่อให้ได้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงประมาณ 5900 K และฟิลเตอร์ปรับคลื่นแสงสีส้ม 204 Full CTO เพื่อให้ได้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงประมาณ 2700 K ลงบนผ้าฉากสีน้ำเงินและ สีเขียว สำหรับการวัดค่าสมบัติทางแสงด้วยเครื่องวัดค่าแสงส่องสว่าง Konica

Minolta S-100A Luminance and Color Meter เพื่ออ่านค่าความสว่าง เครื่องวัดค่าความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง UPRtek รุ่น MK350S เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิสีของแสง CCT ค่า The CIE-1931 Chromaticity Coordinates (x, y) และ สำหรับกำหนดค่ากล้องเพื่อการบันทึกภาพ ได้แก่ อัตราการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวในหนึ่งวินาที (Frame Rate) มีค่า 25 fps, ความเร็วชัตเตอร์ (Shutter Speed) มีค่า 1/50 sec, ความไวแสง (ISO) มีค่า 200 แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ข้อมูลการติดตั้งโคมหลอดไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน และการวัดค่าสมบัติทางแสง

การแปลงค่าระบบสี XYZ เป็นระบบสี RGB สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์

มาตรฐานของสีในปัจจุบันมีหลายระบบ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ โดยทั่วไปทุกมาตรฐานมีแนวคิดเดียวกัน คือการแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในพื้นที่ 3 มิติ ซึ่งมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีในพื้นที่แต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ได้แก่ ระบบสี RGB มีแกน สีแดง เขียว และน้ำเงิน การแปลงค่าสีระหว่างระบบทำได้โดยใช้เมทริกซ์แปลงค่าสี จากพิกัดค่าสีของแบบจำลองสีต้นทางและปลายทาง [6] สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการแปลงระหว่างระบบสี The CIE-1931 XYZ Tristimulus ไปเป็น ระบบ RGB โดยเริ่มต้นจากนำค่าการกระจายพลังงานสเปกตรัมที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ SPD_λ (Spectral Power Distribution) แทนค่าลงในสมการที่ 1-3 ที่ฟังก์ชันแทนตามนุษย์ที่มององศาการมองเห็น 2 องศา (CIE 2° Colour-Matching Functions) ตามแกน $\bar{x}_\lambda, \bar{y}_\lambda, \bar{z}_\lambda$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปร k ตามระบบสี XYZ วิธีการคำนวณเริ่มต้นจากนำ

ค่า x, y ที่ได้จากการวัดแทนค่าตามสมการที่ 1-3 จากนั้นนำค่าระบบสี XYZ แทนค่าแปลงเป็นค่าระบบสี RGB ดังสมการที่ (4)

$$X = k \int_{380nm}^{780nm} SPD_\lambda \bar{x}_\lambda d_\lambda \quad (1)$$

$$Y = k \int_{380nm}^{780nm} SPD_\lambda \bar{y}_\lambda d_\lambda \quad (2)$$

$$Z = k \int_{380nm}^{780nm} SPD_\lambda \bar{z}_\lambda d_\lambda \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.490 & 0.310 & 0.200 \\ 0.177 & 0.813 & 0.011 \\ 0.000 & 0.010 & 0.990 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (4)$$

โปรแกรมตัดต่อวิดีโอสำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์ [7]

เป็นโปรแกรมตัดต่อที่นำไฟล์วิดีโอ (Video), ไฟล์ภาพ (Image), ไฟล์เสียง (Audio) ซ้อนแทนที่ และการเจาะคำรหัสสีเลขฐาน 16 แทนที่ฉากสีของผ้าและใช้เครื่องมือระบายสีเพื่อแบ่งขอบเขต สำหรับแยกวัตถุ ตัวแบบ ออกจากฉากหลังและฉากหน้า ให้กลมกลืน ทั้งนี้ต้องพิจารณาปรับค่าสมบัติทางแสง

ไม่ให้เกิดความแตกต่างระหว่างภาพที่นำมาซ้อนโดยควบคุมการจัดแสงในการถ่ายทำให้มีค่าความสว่างเท่ากัน เพื่อแก้ปัญหาการเจาะคำสีไม่สมบูรณ์เรียกว่า Crawling หรือ Tearing ได้แก่ การเกิดสีขาวรอบ ขอบหนา ขอบเลอะ ผิวนและเงาแบบหลุด ดังรูปที่ 2



กรณีที่ 1 ฉากสีน้ำเงิน CCT 2780 K



กรณีที่ 2 ฉากสีน้ำเงิน CCT 5925 K

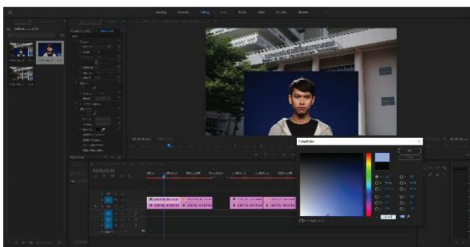


กรณีที่ 3 ฉากสีเขียว CCT 2757 K

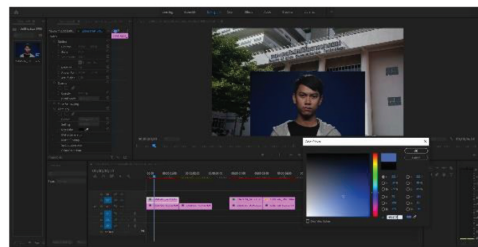


กรณีที่ 4 ฉากสีเขียว CCT 5368 K

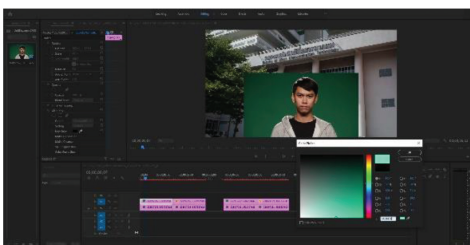
รูปที่ 2 การติดตั้งโคมหลอดไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน และฉากผ้า สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์



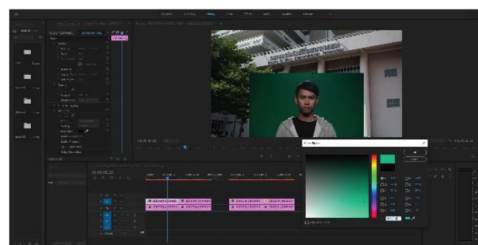
กรณีที่ 1 ฉากสีน้ำเงิน CCT 2780 K



กรณีที่ 2 ฉากสีน้ำเงิน CCT 5925 K



กรณีที่ 3 ฉากสีเขียว CCT 2757 K



กรณีที่ 4 ฉากสีเขียว CCT 5368 K

รูปที่ 3 โปรแกรมตัดต่อ Adobe Premiere Pro สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์

3. ผลการศึกษาอภิปรายผล

สำหรับการศึกษานี้ประกอบ 4 กรณี คือ กรณีที่ 1 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีน้ำเงิน แหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟทังสแตน ฮาโลเจน พร้อมสวมฟิเตอร์ปรับแสง 204 Full CTO เป็นคลื่นแสงสีส้ม CCT เท่ากับ 2780 K และ กรณีที่ 2 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีน้ำเงิน แหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟทังสแตน ฮาโลเจน พร้อมสวมฟิเตอร์ปรับแสง 201 Full CTB เป็นคลื่นแสงสีฟ้า CCT เท่ากับ 5925 K และ กรณีที่ 3 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีเขียว แหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟทังสแตนฮาโลเจน พร้อมสวมฟิเตอร์ปรับแสง 204 Full CTO เป็นคลื่นแสงสีส้ม CCT เท่ากับ 2757 K และ กรณีที่ 4 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีเขียว แหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟทังสแตน ฮาโลเจน พร้อมสวมฟิเตอร์ปรับแสง 201 Full CTB เป็นคลื่นแสงสีน้ำเงิน CCT เท่ากับ 5368 K ผลการศึกษาแสดงดังต่อไปนี้

สมบัติทางแสงจากการวัด

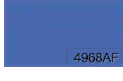
จากตารางที่ 1 สำหรับการวัดประกอบด้วยสมบัติทางแสงค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง CCT และ ระบบสี The CIE-1931 XYZ Tristimulus ใช้เครื่องวัดค่าความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง UPRtek รุ่น MK350S สำหรับระบบสี RGB ใช้เครื่องวัดค่าแสงส่องสว่าง Konica Minolta S-100A Luminance and Color Meter ผลการศึกษา กรณีที่ 1 ค่า CCT เท่ากับ 2780 K โชนอุ่น ค่าระบบสี XYZ เป็น 47.52,

44.361, 117.628 และ ค่าระบบสี RGB เป็น 142.258, 173.486, 274.160 กรณีที่ 2 ค่า CCT เท่ากับ 5925 K โชนเย็น ค่าระบบสี XYZ เป็น 15.509, 14.457, 42.771 และ ค่าระบบสี RGB เป็น 73.258, 104.084, 175.482 กรณีที่ 3 ค่า CCT เท่ากับ 2757 K อยู่โซนอุ่น ค่าระบบสี XYZ เป็น 56.844, 85.969, 74.262 และ ค่าระบบสี RGB เป็น 108.121, 265.121, 209.546 กรณีที่ 4 ค่า CCT เท่ากับ 5368 K อยู่โซนเย็น ค่าระบบสี XYZ เป็น 22.573, 38.156, 28.337 และ ค่าระบบสี RGB เป็น 12.031, 188.985, 132.933 ตามลำดับ

สมบัติทางแสงจากการคำนวณ

จากตารางที่ 1 นำค่าการวัด The CIE-1931 Chromaticity Coordinates (x,y) ด้วยเครื่องวัดค่าความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง นำค่าที่ได้คำนวณตามสมการที่ 1-3 ได้ค่าระบบสี The CIE-1931 XYZ Tristimulus เพื่อคำนวณแปลงค่าระบบเมทริกซ์ ดังสมการที่ 4 ได้ผลระบบสี RGB ค่าการคำนวณ กรณีที่ 1 ค่าระบบสี XYZ เป็น 44.505, 41.3, 37.478 ค่าระบบสี RGB เป็น 142.258, 173.486, 274.160 กรณีที่ 2 ค่าระบบสี XYZ เป็น 14.8, 14.2, 36.086 ค่าระบบสี RGB เป็น 73.258, 104.084, 175.482 กรณีที่ 3 ค่าระบบสี XYZ เป็น 57.308, 84.3, 73.96 ค่าระบบสี RGB เป็น 108.921, 265.121, 209.546 กรณีที่ 4 ค่าระบบสี XYZ เป็น 22.527, 37.9, 24.1 ค่าระบบสี RGB เป็น 12.031, 188.985, 132.933

ตารางที่ 1 สมบัติทางแสงและรหัสพื้สี สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์

Type of Chroma key	Property of Light	Measurement	Calculation	Relative Error (%)	Code Color
Blue Screen CCT 2780 K	XYZ	47.52, 44.361, 117.628	44.505, 41.3, 37.478	6.77, 7.41, 213.85	 8EADFF
	RGB	142.258, 173.486, 274.160	142.258, 173.486, 274.160	0, 0, 0	
Blue Screen CCT 5925 K	XYZ	15.509, 14.457, 42.771	14.8, 14.2, 36.086	4.79, 1.81, 18.53	 4968AF
	RGB	73.258, 104.084, 175.482	73.258, 104.084, 175.482	0, 0, 0	
Green Screen CCT 2757 K	XYZ	56.844, 85.969, 74.262	57.308, 84.3, 73.96	0.81, 1.97, 0.40	 6CFD1
	RGB	108.121, 265.121, 209.546	108.921, 265.121, 209.546	0.73, 0, 0	
Green Screen CCT 5368 K	XYZ	22.573, 38.156, 28.337	22.527, 37.9, 24.1	0.20, 0.68, 17.58	 0CB084
	RGB	12.031, 188.985, 132.933	12.031, 188.985, 132.933	0, 0, 0	



รหัสพื้นที่ 8EADFF

กรณีที่ 1 ฉากสีน้ำเงิน CCT 2780 K



โครมา-คีย์ ฉากพื้นที่สีน้ำเงินสว่าง



รหัสพื้นที่ 4968AF

กรณีที่ 2 ฉากสีน้ำเงิน CCT 5925 K



โครมา-คีย์ ฉากพื้นที่สีน้ำเงินเข้ม



รหัสพื้นที่ 6CFFD1

กรณีที่ 3 ฉากสีเขียว CCT 2757 K



โครมา-คีย์ ฉากพื้นที่สีเขียวสว่าง



รหัสพื้นที่ 0CBC84

กรณีที่ 4 ฉากสีเขียว CCT 5368 K



โครมา-คีย์ ฉากพื้นที่สีเขียวเข้ม

รูปที่ 4 การเจาะค่าสี ฉากสีน้ำเงิน และสีเขียว สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์

สมบัติทางแสงโปรแกรมตัดต่อ

จากตารางที่ 1 และ รูปที่ 4 นำค่า ระบบสี *RGB* ที่ได้จากการวัดบันทึกในโปรแกรมตัดต่อ Adobe PremierPro เพื่อให้ได้ค่ารหัสสีเลขฐาน 16 (Color Code Number of 16) นำมาตัดต่อด้วยเครื่องมือประเภทพู่กันระบายสี และเครื่องมือเจาะค่าพื้นที่ได้ค่ารหัสสีเลขฐาน 16 ดังนี้ กรณีที่ 1 ค่าระบบสี *RGB* เป็น 142.258, 173.486, 274.160 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 8EADFF อยู่ในกลุ่มพื้นที่สีน้ำเงินสว่าง กรณีที่ 2 ค่าระบบสี *RGB* เป็น 73.258, 104.084, 175.482 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 4968AF อยู่ในกลุ่มพื้นที่สีน้ำเงินเข้ม กรณีที่ 3 ค่าระบบสี *RGB* เป็น 108.121, 265.121, 209.546 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 6DFFD1 อยู่ในกลุ่มพื้นที่สีเขียวสว่าง กรณีที่ 4 ค่าระบบสี *RGB* เป็น 12.031, 188.985, 132.933 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 0CBC84 อยู่ในกลุ่มพื้นที่สีเขียวเข้ม

ผลการวิจัยการจัดแสงโครมา-คีย์ ประกอบด้วย 4 กรณีพบว่าค่าสมบัติทางแสงจากการวัดที่ระบบสี *XYZ* พิจารณาค่าความสว่าง *Y* และ ระบบสี *RGB* พิจารณาค่าน้ำเงิน *B* และ สีเขียว *G* และค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง *CCT* พบว่าการจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีน้ำเงิน กรณีที่ 1 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 8EADFF อยู่ในพื้นที่สีน้ำเงินสว่าง มีค่า *CCT* เท่ากับ 2780 K จัดอยู่ในโซนอุ่น มี ค่าความสว่าง *Y* คือ 44.361% และค่าระบบสี *RGB* เฉพาะสีน้ำเงิน *B* คือ 274.16 มีค่ามากกว่า กรณีที่ 2 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีน้ำเงิน ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 4968AF อยู่ในพื้นที่สีน้ำเงินเข้ม มีค่า *CCT* เท่ากับ 5925 K จัดอยู่ในโซนเย็น มีค่าความสว่าง *Y* คือ 14.457% และค่าระบบสี *RGB* เฉพาะสีน้ำเงิน *B* คือ 175.482 สำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีเขียว กรณีที่ 3 ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 6CFFD1 อยู่ในพื้นที่สีเขียวสว่าง มีค่า *CCT* เท่ากับ 2757 K จัดอยู่ในโซนอุ่น มีค่าความสว่าง *Y* คือ 85.969% และค่าระบบสี *RGB* เฉพาะสีเขียว *G* คือ 265.121 มีค่ามากกว่า กรณีที่ 4 การจัดแสงโครมา-คีย์ บนฉากสีเขียว ได้รหัสสีเลขฐาน 16 เป็น 0CBC84 อยู่ในพื้นที่สีเขียวเข้ม มีค่า *CCT* เท่ากับ 5368 K จัดอยู่ในโซนเย็น มีค่าความสว่าง *Y* 38.156% ค่าระบบสี *RGB* เฉพาะสีเขียว *G* คือ 188.985 จากรูปที่ 4 กรณีที่ 1 และ กรณีที่ 3 พบว่าเมื่อนำภาพรหัสสีเลขฐาน 16 บนฉากสีรหัสสีเลขฐาน 16 ซ้อนเข้ากับฉากผ้าสีน้ำเงินและสีเขียวกับตัวแบบบุคคล และ นำมาซ้อนฉากอาคารตึก โดยไม่ได้มีการปรับแต่งใช้เครื่องมือประเภท

พู่กันระบายสีเพื่อแบ่งขอบเขต ในโปรแกรมตัดต่อ เพื่อการแต่งภาพให้มีความสมบูรณ์ของภาพ พบว่า ความสว่าง ที่ทำให้เกิดความโปร่งแสงและความอึมสับนผ้าฉากทั้ง กรณีที่ 3 และ 2 มีความเหมาะสมต่อการซ้อนภาพตัวแบบบุคคลกับฉากอาคารตึก มากกว่า กรณีที่ 1 และ กรณีที่ 4 ทั้งนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการสะท้อนแสงของค่าความสว่าง [8] กล่าวว่าระบบสี *RGB* โดยเฉพาะสีเขียว *G* ค่าความสว่าง 59% มากที่สุด รองมาสีแดง *R* สว่าง 30% น้อยที่สุดคือแสงสีน้ำเงิน *B* สว่าง 11% ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณค่าความสว่าง *Y* ที่เพิ่มขึ้นในระบบสี The CIE-1931 XYZ Tristimulus เช่นกันและความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง *CCT* [9] พบว่า ช่วงโซนอุ่น (Warm White) ซึ่งอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีส้มบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ ตามลักษณะคลื่นแสงสีส้ม ค่าสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าที่มนุษย์มองเห็นได้ชัดเจนและสว่างด้วยตาที่ความยาวคลื่นทิศทางมาก คือ 590-610 นาโนเมตร ดังนั้นส่งผลให้คลื่นแสงเกิดผลกระทบกับตัวแบบบุคคล และมองเห็นได้ค่อนข้างสว่าง มากกว่ากรณี ช่วงโซนเย็น (Cool White) อยู่บริเวณพื้นที่โซนสีน้ำเงินบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ ตามลักษณะของคลื่นแสงสีน้ำเงิน ค่าสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ด้วยตาที่ความยาวคลื่นทิศทางน้อย คือ 450-480 นาโนเมตร และหากพิจารณาฉากผ้าสีที่เหมาะสมต่อการซ้อนฉากสำหรับการจัดแสงโครมา-คีย์ ได้ดีที่สุด สังเกตจากการรหัสสีเลขฐาน 16 จัดอยู่บริเวณพื้นที่ที่มีความสว่าง ส่งผลให้ ตัวแบบบริเวณใบหน้าและเสื้อผ้า โปร่งแสง อึมสับ ทั้งมีค่าความสมดุลของความสว่างกลมกลืนกับภาพพื้นหลังมีความถูกต้องของทิศทางความเข้มแสงจริงที่เกิดเงาและปรากฏลงบริเวณอาคารตึก พบว่า ผ้าฉากสีเขียวให้ ความสว่าง ได้ดี ที่อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง แบบโซนอุ่น กว่าผ้าฉากสีน้ำเงิน ที่อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง แบบโซนเย็น เช่นกัน แต่ทั้งนี้การเลือกใช้ผ้าฉากสีเขียว สีน้ำเงิน หรือ สีฟ้า [10] มีข้อจำกัดที่สัมพันธ์กับสภาพทางกายภาพของตัวแบบ เช่น ดวงตา เสื้อผ้า และ อุปกรณ์ประกอบฉาก ที่ไม่ควรเป็นสีเดียวกับผ้าฉากที่นำมาซ้อน ซึ่งส่งผลให้ตัวแบบหรือวัตถุ ฉาก มีลักษณะของภาพ ไม่สมบูรณ์คือขอบภาพขาด สำหรับผลของการวัดและการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนไม่สูง เนื่องจากค่าการวัด จะส่งผลกระทบกับการคำนวณ หมายความว่าต้องนำค่าที่ได้จากการวัดใช้เป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการคำนวณ และขณะทำการวัดได้มีการทิ้ง

ช่วงระยะเวลาให้ตัวเซนเซอร์โคมรับแสง มีการรีเซตค่าต่าง ๆ ให้เป็น ศูนย์ เสมอ แต่ค่าความคลาดเคลื่อนจากผู้ทำการวัดที่มีความไม่เสถียรขณะทำการวัด เนื่องจากเครื่องวัดมีข้อจำกัดสำหรับการวัดโดยต้องอาศัยการจับภาพความชัดของดวงแสงไฟจากโคมไฟให้มีความชัดเพื่อการกดบันทึกการอ่านค่าเสมอ โดยไม่สามารถติดตั้งเครื่องวัดบนแท่นจับยึดแทนผู้วัดค่าได้

4. สรุปผล

การจัดแสงโครมา-คีย์ ค่าความสว่าง Y ค่าระบบสี XYZ และ ค่าระบบสี RGB ค่าสีเขียว G สัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง CCT อยู่ช่วงโซนอุ่น (Warm White) จากแหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟทั้งสแตนด์ ฮาโลเจน (2780 K และ 2757 K) ให้ค่าความสว่าง ดีกว่า แหล่งกำเนิดแสงหลอด เอช เอ็ม ไอ ในโซนเย็น (5925 K และ 5368 K) ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ช่วงโซนเย็น (Cool White) สำหรับการจัดแสงแบบโครมา-คีย์ ขณะถ่ายทำภาพยนตร์ ละครโทรทัศน์ ค่าความสว่าง [11] ที่เหมาะสมจะลดปัญหาหลังการถ่ายทำในการตัดต่อภาพให้สมบูรณ์และสมจริงของฉากมากยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2562 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

6. เอกสารอ้างอิง

- Pantapot, N., 2016, "Matte Painting in Visual Effect," *Journal of Fine and Applied Arts Khon Kaen University*, 8 (2), pp. 161-184. (In Thai)
- Box, H.C., 1997, *The Gaffer's Handbook: Film Lighting Practices, Equipment and Electrical Distribution*, 2nd ed., Focal Press, Massachusetts, 432 p.
- Jackman, J., 2010, *Lighting for Digital Video and Television*, 3rd ed., Focal Press, Oxford, 262 p.
- Birmingham, A., 2003, *Location Lighting for Television*, Focal Press, Oxford, 304 p.
- Prechaveerakul, J. and Chompoo-Inwai, C., 2017, "Optical and Electrical Performance Comparisons between High Power LED and HMI Studio Lighting including the Engineering Economics Analysis," *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 40 (4), pp. 318-328.
- Hunt, R.W.G. and Pointer, M.R., 2011, *Measuring Colour*, 4th ed., Kingston-upon-Thames, Wiley- Blackwell, 496 p.
- Sanches, S.R.R., Antonio, C. and Rodello, I.A. 2007, "The Generation of Scenes in Mixed Reality Environments using the Chromakey Technique," 17th *International Conference on Artificial Reality and Telexistence*, 28-30 November 2007, Esbjerg, Denmark.
- Rea, M.S. and Freyssinier, J.P., 2010, "Freys-sinier, Recommendations for Specifying Color Properties of Light Sources for Retail Merchandising," *Lighting Research Center*, 8 (2), pp. 1-21.
- Prechaveerakul, J. And Sakorndee, A., 2021, "Study of Compared Color Temperature of Color Correction Filter from Luminaries for Motion Pictures," *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 20 (1), pp. 40-52. (In Thai)
- Abhilash, R., 2007, "Natural Image and Video Matting," *International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications*, 13-15 December 2007, Sivakasi, India.
- Prechaveerakul, J., 2021, "Study of Relationship between Lux and F-Stop Illuminance for Three-Point Lighting Photograph Recording," *Pathumwan Academic Journal*, 11 (32), pp. 28-43. (In Thai)

