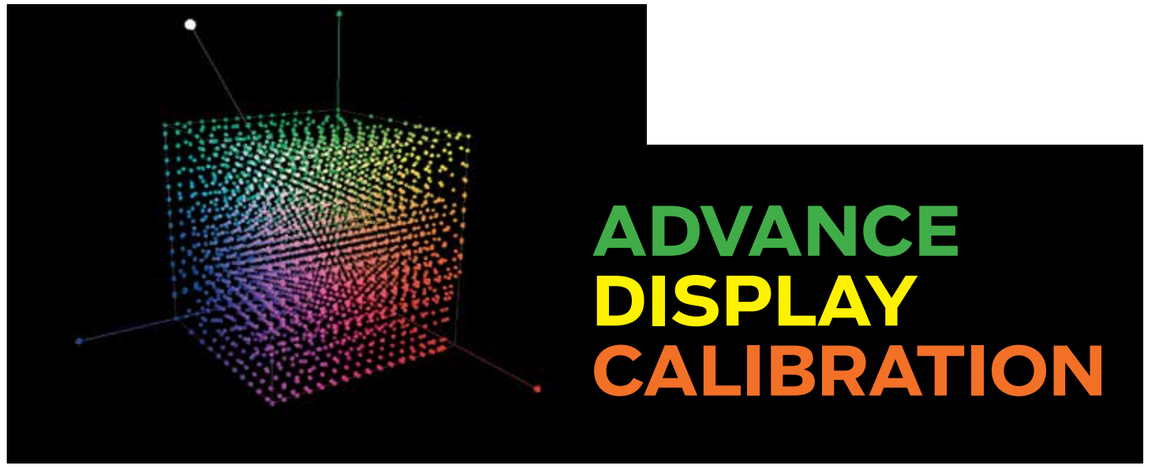
• ทพ. พงศ์ทิพจักร์ เชื้อเจ็ดองค์

SCAN & READ IT ON MOBILE PHONE

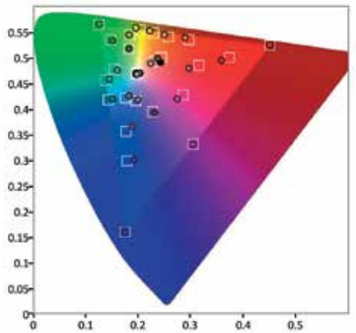


ADVANCE DISPLAY CALIBRATION

เคยพูดถึงการปรับภาพในห้อง Home Theater มาหลายฉบับ แต่ส่วนมากพูดถึงแค่การปรับแบบเบื้องต้น ไม่ยุ่งยากอะไร ฉบับนี้ผมจึงจะขอพูดถึงการปรับภาพในระดับที่ละเอียดและมีความแม่นยำมากขึ้นกว่าเดิม อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าวิธีไหน วัตถุประสงค์ของการปรับภาพ หรือ Video Calibration ก็ยังคงเดิม คือปรับภาพออกมาให้มีความเที่ยงตรงอยู่บนพื้นฐานของมาตรฐานที่กำหนดไว้เป็นสากลว่าภาพที่ได้มาตรฐานเป็นยังไง ทำให้ภาพยนตร์ที่ดูมีความใกล้เคียงกับสิ่งที่ Producer เขาเห็นเมื่อเวลาดูหนังจะได้สัมผัสประสบการณ์อารมณ์ ความรู้สึกเหมือนกับที่ผู้กำกับหรือผู้ทำหนังต้องการสื่อออกมา (Director, Creator Intend)

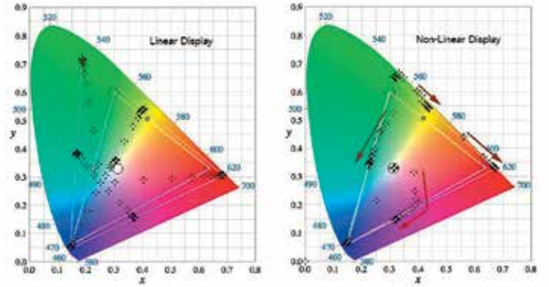
การปรับภาพที่ได้ยินกันบ่อยๆ ก็คงเป็นการปรับ CMS (Color Management System) ที่มีทั้งการปรับColor Temperature, 2points Grayscale หรือถ้าให้ละเอียดหน่อยก็อาจละเอียดถึง 11 หรือ 21 points Grayscale, การปรับความสว่าง หรือ Gamma, เสร็จแล้วก็จะปรับ Color Gamut ของแม่สีหลักและสีรองอีกหกสี (RGBCMY) แต่บางท่านเคยเจอไหม แบบว่าปรับเสร็จแล้วกราฟทุกอย่างดี ค่า delta E หรือค่าความเพี้ยนก็น้อย สีของแม่สีแต่ละสีเข้าเป้า Color Gamut หมดเลย แต่พอดูภาพจริงๆ ภาพกลับออกมาอมแดงบ้าง อมเขียว หรืออมฟ้าบ้าง ทำให้แปลกใจว่า Color Gamut ก็ตรงอยู่นี่นา ปัญหานี้ผมได้รับคำถามมาบ่อยๆ ซึ่งพบว่า ถ้าไม่ใช่เพราะความผิดพลาดของ meter วัดสี (Colorimeter, Spectroradiometer) หรือความผิดพลาดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกสิ่งหนึ่งที่หลายคนมองข้ามไปก็คือ เรื่องของเทคนิคการปรับภาพ อย่างค่า Color Gamut ของแม่สีที่เห็นนั้น ความจริงแล้วเป็นค่าสีที่ขอบของ Color Space ที่จอภาพแต่ละจอทำได้ เช่น สีแดงเกือบ 100% ซึ่งในชีวิตจริงนั้น สีที่เห็นอยู่ทุกวันแทบไม่มีสีที่อยู่ตรงนี้เลย ดังนั้น การที่บอกว่าสีตรงขอบของ Color Space ตรงเข้าเป้า ไม่ได้เป็นการยืนยันว่าสีที่อยู่ภายใน Color Space ตรงหรือใกล้เคียงกับความจริง

การปรับภาพให้ได้มาตรฐานเพื่อสามารถถ่ายทอด Director Intend ออกมา คือวัตถุประสงค์สำคัญในการปรับภาพ



การที่สืบริเวณสุดขอบของ Color Space ตรงเข้าเป้าไม่ได้เป็นการยืนยันว่าสีทั้งหมดที่จอภาพแสดงออกมาถูกต้อง

การใช้ Color Checker วัดสีที่พบบ่อยในชีวิตประจำวัน หรือวัด Color Sweeps ของสีที่อยู่ภายใน Color Space จึงให้ข้อมูลของสีที่ถูกต้องมากกว่า โดยเน้นไปที่สีแดง สีแสด สีเหลือง เป็นสำคัญ เพราะบริเวณนี้เป็นสีของ Skin Tone ที่มนุษย์เราให้ความสำคัญและจดจำในการมองเห็นได้มากกว่าเฉดสีอื่นๆ จอภาพที่มีความเป็น Linearity สูง เมื่อวัดแม่สีบริเวณขอบของ Color Space สีที่อยู่ภายในก็มักไม่ค่อยมีความเพี้ยนเท่าไหร่ แต่ถ้าเป็นจอภาพที่ไม่มีความเป็น Linearity (Non-Linear response) ถึงแม้วัดแม่สีตรงทุกสี แต่สีที่อยู่ภายใน Color Space ก็มักมีความเพี้ยนอยู่ไม่มากก็น้อย จอทีวีไม่ค่อยมีปัญหาในเรื่องนี้ เพราะมีองค์ประกอบที่ส่งผลถึงความเป็น Linearity ของภาพน้อย แต่ถ้าเป็นพวกโปรเจ็กเตอร์ต่างๆ ต้องระวัง เนื่องจากภาพที่ออกมาขึ้นอยู่กับจอภาพที่ใช้รับภาพ แสงโดยตรงจากสิ่งแวดล้อม หรือแสงสะท้อนจากผนังห้องที่มีสีต่างกันเข้ามากระทบแสงจากเครื่องฉายที่ส่งผลกระทบต่อสีแต่ละสีในแต่ละความสว่างไม่เท่ากันด้วย ทำให้ความเป็น Linearity ของภาพจากโปรเจ็กเตอร์มีน้อยกว่าจอทีวี



จอภาพที่เป็น Linear Display เมื่อสีที่บริเวณขอบของ Color Space ตรง สีที่อยู่ด้านในก็จะตรงด้วย แต่จอภาพ Non-Linear Display ถึงแม้วัดแม่สีตรงทุกสีที่ขอบ แต่สีที่อยู่ภายใน Color Space ก็มีความเพี้ยนอยู่

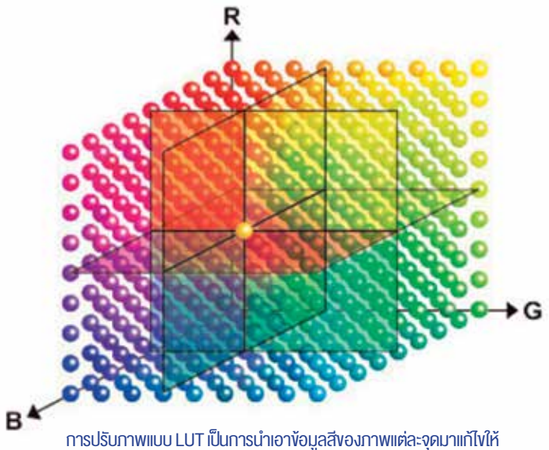
ปัญหาก็คือว่า ตอนนี้พอรู้แล้วว่าสีที่อยู่ภายใน Color Space มันไม่ตรง แล้วจะแก้ไขยังไง เพราะการปรับการวัดที่ทำมาส่วนมากก็คือ ทำได้แค่แม่สีที่อยู่บริเวณสุดขอบของ Color Space กับเรื่องของ Black & White levels, Peak White, Gamma, Color Temp, White Balance จึงทำให้ไม่สามารถปรับในส่วนของสีที่อยู่ใน Color Space ทั้งหมด นี่แหละครับการปรับที่ผมจะพูดถึงในวันนี้ก็จะเป็นการปรับสีทั้งหมดที่อยู่ใน Color Space ตรงนี้ให้มีความถูกต้องใกล้เคียงกับมาตรฐานเหมือนกับจอที่ใช้เป็น Mastering Monitor ในงาน Post-production ให้มากที่สุด ถึงแม้เราใช้แค่จอที่เป็น Consumer Display ไม่ใช่จอระดับที่ Colorists ใช้ราคานับล้านบาทต่อเครื่อง ในฝั่งของ Professional World

Mastering Monitor ในงาน Post-Production ที่มีราคานับล้านบาทต่อเครื่อง

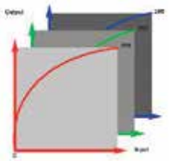
การปรับที่ผมจะพูดถึงในวันนี้ก็คือ การปรับภาพแบบ 3D LUT (ลัท) ซึ่งการปรับภาพแบบ 3D LUT นี้ ถือว่าเป็น Gold Standard สำหรับการ Calibrate ภาพใน Pro World เลยทีเดียว (ณ ตอนนี้) จอภาพที่ใช้ในงาน Mastering Monitor ส่วนมากต้องมี LUT ฝังอยู่ในเครื่อง หรือใช้เครื่อง External LUT generation อยู่ เพราะนอกจากใช้ประโยชน์ในการ Calibration แล้ว ก็ยังใช้ในการเปลี่ยนโทนสีของภาพให้เป็นไปตามต้องการ เช่น การถ่ายทำมาเป็นฟิล์มภาพยนตร์ แต่ Colorists ต้องการเปลี่ยนโทนสีของภาพไม่ให้เป็นเหมือนฟิล์ม ต้องการโทนสีที่ต่างออกไปตามที่ต้องการ Colorists ก็สามารถใส่ LUT เข้าไปในภาพ ก่อนให้ Producer พิจารณาดูก่อนว่าดีไหม ก็สามารถทำได้อย่างง่ายดาย อีกประโยชน์หนึ่งก็คือ Gamut Matching ที่เวลาถ่ายหนังต้นฉบับมา ไม่ว่าจะเป็นฟิล์มหรือเครื่องถ่าย Digital ที่มี Color Space อยู่ในระดับ DCI-P3 หรือกว้างกว่า (Rec.2020) แต่ต้องการนำมาลงใส่ในแผ่นหรือ Content ที่มี Color Space ต่ำกว่า เช่น Rec.709 ก็จะต้องใส่ LUT เข้าไปในภาพ ทำให้ภาพย่อ Color Space ลงมาให้พอดีกับที่ต้องการ โดยตำแหน่งสีต่างๆ ยังดีอยู่ไม่ผิดเพี้ยน ต่อมาการใช้ LUT ก็ได้เข้ามาสู่ในบ้าน โดยวัตถุประสงค์หลักของการใช้ LUT ภายในบ้านก็เพื่อใช้ในขั้นตอนการ Calibration เพื่อให้จอภาพมีภาพที่ถูกต้อง ใกล้เคียงภาพจากต้นฉบับที่ Director หรือ Colorists เห็น

วัตถุประสงค์หลักของการใช้ LUT ภายในบ้านก็เพื่อใช้ในขั้นตอน Display Calibration เพื่อให้ได้ภาพที่ถูกต้อง ใกล้เคียงภาพจากต้นฉบับที่ Director หรือ Colorists เห็นในขั้นตอน Post-production

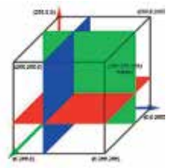
LUT (ลัท) ย่อมาจากคำว่า Look Up Table เป็นการนำเอาข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดมาแก้ไขให้ค่าสีที่ออกมาเปลี่ยนแปลงไปตามต้องการ โดยที่ข้อมูลรายละเอียดของสีภาพที่จุดต่างๆ ก็เก็บอยู่ในลักษณะเป็นแบบตารางหรือเป็นแบบเมตริก เพื่อความง่ายและรวดเร็วในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงเรียกวิธีนี้ว่า Look Up Table พูดให้เห็นภาพง่ายๆ ก็คือ ถ้า R (Result) เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ S (Source) เป็นสิ่งที่เริ่มต้น L (LUT) จะเป็นการคำนวณผลต่างของ R และ S ดังนั้นก็พูดได้ว่า R = S+L โดย LUT มีอยู่สองแบบคือ 1D LUT ที่เป็นการ Re-map ง่ายๆ อยู่ในมิติเดียว เช่น ค่าความสว่าง ความมืดของแม่สีแดง เขียว น้ำเงิน แต่ละสี แต่ 3D LUT เป็นการ Re-map ในลักษณะสามมิติ คือ นอกจากมีการคำนวณของเฉพาะสีแต่ละสีเองแล้ว ก็มีการคำนวณความสัมพันธ์ของแม่สีแดง เขียว น้ำเงิน ที่มีต่อกันเป็นแบบแนวแกนสามแกน ลักษณะเป็นลูกบาศก์ ทำให้บางทีก็เรียกว่าเป็น 3D Cube ซึ่ง 3D LUT แบบนี้ ผลลัพธ์ที่ออกมามีความถูกต้องแม่นยำและละเอียดกว่าแบบ 1D LUT ดังนั้นก็อาจเรียก 3D LUT ว่าเป็นการปรับภาพแบบสามมิติเลยก็น่าจะได้



การปรับภาพแบบ LUT เป็นการนำเอาข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดมาแก้ไขให้ค่าสีที่ออกมาเปลี่ยนแปลงไปตามต้องการ



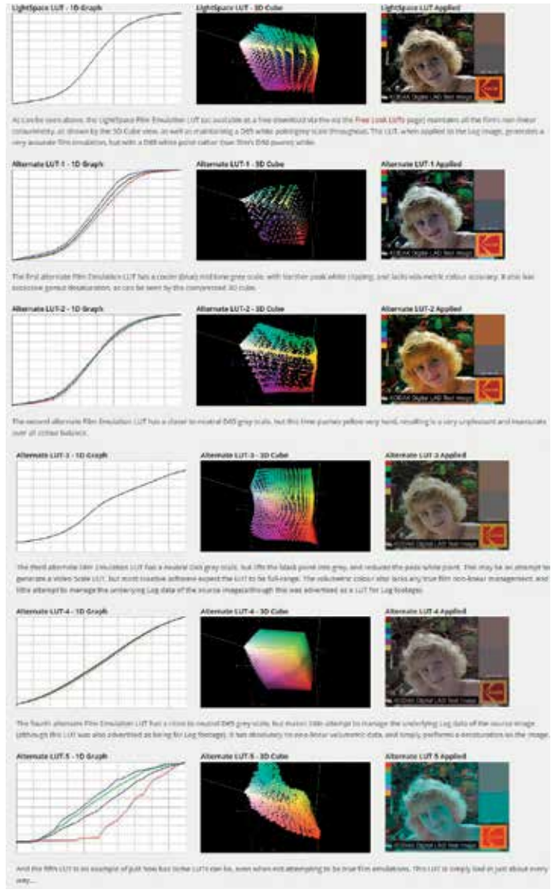
1D LUT เป็นการปรับค่าอยู่ในมิติเดียว เช่น ค่าความสว่าง ความมืดของแม่สีแดง เขียว น้ำเงิน แต่ละสี



3D LUT เป็นการปรับในลักษณะสามมิติ คือ นอกจากมีการคำนวณเฉพาะสีแต่ละสีเองแล้ว ก็มีการคำนวณความสัมพันธ์ของแม่สีแดง เขียว น้ำเงิน ที่มีต่อกันเป็นแนวแกนสามแกน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำ 3D LUT ภายในบ้าน นอกจากต้องมีอุปกรณ์ Calibrate ภาพพื้นฐาน คือ Probe หรือ Meter ที่ใช้วัดแสง และ Pattern Generator ที่ใช้เพื่อปล่อยสัญญาณสีต่างไปยังจอแสดงภาพ ก็ยังต้องมี External LUT Boxes เพิ่มเติม เพราะจอภาพที่ใช้อยู่ในบ้านเกือบทั้งหมดไม่มี LUT ฝังอยู่ในเครื่องเหมือนกับเครื่องใน Mastering Monitor ต่างๆ เท่าที่รู้จอภาพที่ใช้ภายในบ้านก็มีทีวีรุ่นสูงๆ อยู่บางรุ่นเท่านั้นที่มี LUT มากับเครื่องเลย ตัวอย่างของ LUT Boxes ที่ต้องซื้อมาต่อเพิ่มก็เช่น Murideo Prisma LUT Box, Lumagen, EEColor LUT Box ฯลฯ และสิ่งสุดท้ายที่ต้องมีก็คือ คอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมสำหรับทำ LUT Generation ซึ่งที่ใช้กันมีอยู่สามสี่ตัว เช่น LightSpace, CalMAN, ChromaPure เป็นต้น สำหรับที่ผมแนะนำในที่นี้ก็คือ โปรแกรม LightSpace ความจริงไม่ว่าจะเป็น CalMAN, ChromaPure ล้วนทำ LUT 3D ได้ทั้งนั้น แต่สำหรับ LightSpace นั้น ถึงแม้เป็นโปรแกรมที่ใช้งานยาก รูปร่างหน้าตาไม่ดูเข้าใจง่าย หรือสวยงามเหมือนโปรแกรมอื่น เพราะโปรแกรมนี้พัฒนามาจากโปรแกรมของฝั่ง Pro World แต่จุดเด่นของโปรแกรมนี้คือ มันถูกออกแบบมาให้เน้นในการทำ 3D LUTโดยเฉพาะ ดังนั้น การพลิกแพลงของโปรแกรมเพื่อใช้ให้เหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายดายกว่าการใช้โปรแกรมอื่น

การใส่ 3D LUT เข้าไปในภาพเพื่อใช้ในการเปลี่ยนโทนสีของภาพให้เป็นไปตามต้องการ

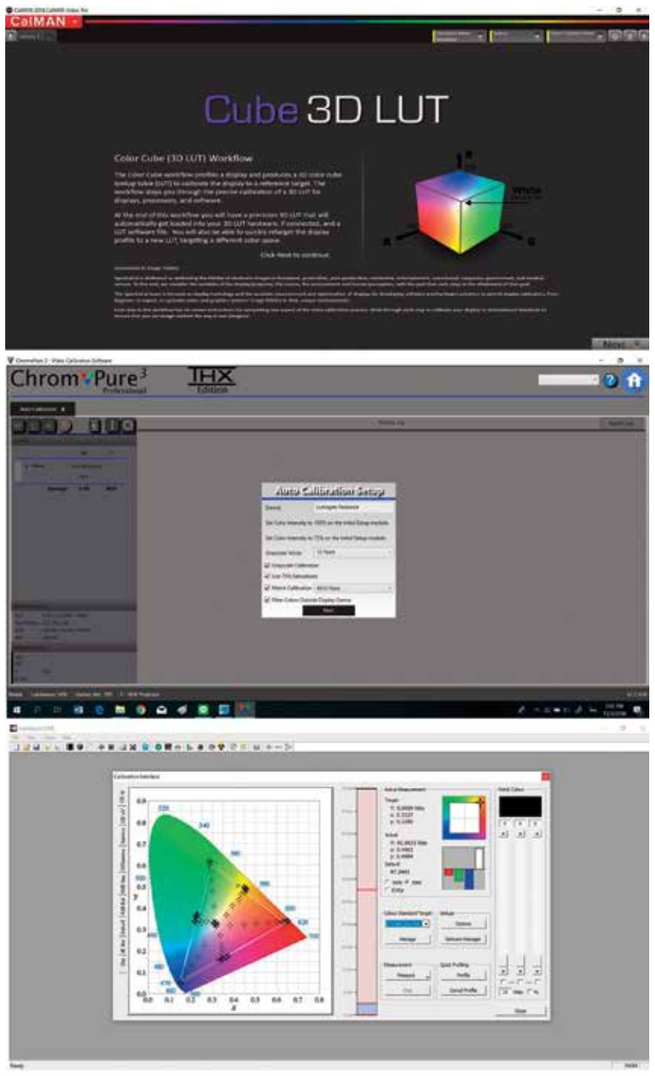


Probe หรือ Meter ที่ใช้วัดแสงและ Pattern Generatorที่ใช้เพื่อปล่อยสัญญาณสีต่างไปยังจอแสดงภาพแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการปรับภาพแบบ 3D LUT

ตัวอย่าง External LUT Box แบบต่างๆ ที่ใช้ในห้อง Home Theater

หลักการทำ LUT 3D ถ้าเป็นโปรแกรม CalMAN หรือ ChromaPure ก็คล้ายๆ กัน คือ ใน CalMAN จะมี Workflow ที่ชื่อว่า Cube3D LUT เราก็ทำตามคำแนะนำของ Workflow ไปทีละขั้นได้เลย ส่วน ChromaPure จะอยู่ในหัวข้อที่ชื่อว่า Calibration และ Auto Cal เมื่อเข้าไปในโปรแกรมก็ไปตั้งค่า Options ก่อน ว่าต้องการปรับ Grayscale กี่จุด, Reference Gamut หรือความกว้างของสีที่ต้องการคืออะไร, Gamma Target คืออะไร ซึ่งถ้าเราปรับที่ความกว้างสีเป็น Rec.709, Gamma ก็เลือกได้ว่าจะเอา 1.8-2.8 ยิ่งค่า Gamma มาก ภาพก็จะมืดลง ปกติที่นิยมในห้อง Home Theater ก็ประมาณ 2.2-2.6 แต่ถ้าเป็นการปรับของภาพ 4K HDR ค่า Gamut ที่แนะนำคือ Rec.2020 ส่วน Gamma ก็เป็น HDR10 หรือ HDR10-Projector เสร็จแล้วก็เข้าใน Auto Cal และทำตามคำแนะนำของโปรแกรมต่อไปได้เลยเป็นอันเสร็จ

แต่สำหรับโปรแกรม LightSpace ใช้วิธีที่ต่างออกไป โดยขั้นตอนแรกหลังจากที่ปรับค่าพื้นฐานทั้ง Black & White levels, Color Temp, เลือกค่า Picture mode เสร็จแล้ว ก็จะเป็นการเก็บข้อมูลค่าของสีในแต่ละจุดที่เรียกว่า Profile ปกติแนะนำไว้ที่ 10x10x10 จุดเป็นอย่างน้อย แต่ถ้าต้องการความละเอียดแม่นยำมากขึ้นโดยเฉพาะในจอแสดงภาพที่ไม่ค่อยมีความเป็น Linearity ก็ควรจะทำเป็น 17x17x17 หรือ 21x21x21 จุดไปเลยจะดีกว่า แต่ก็ต้องแลกกับเวลาที่มากขึ้นด้วย อย่างที่ผมทำโดยใช้ Meter ตัวที่เร็วมากคือ Klein K10 โดยถ้าเป็น 17x17x17 ใช้เวลาประมาณชั่วโมงครึ่ง แต่ถ้าเป็น 21x21x21 นี่อย่างน้อยต้องสองชั่วโมงครึ่ง ในการเปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เก็บข้อมูล Profile แต่ข้อดีของโปรแกรม LightSpace ก็คือทำ Profile แค่เพียงครั้งเดียว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การทำ 3LUT Generation ก็สามารถใช้ Profile ที่เก็บไว้มาทำซ้ำกี่ทีกี่ได้จนได้ LUT ในแบบที่ต้องการ แล้วถึง



โปรแกรมสำหรับทำ 3D LUT ที่นิยมใช้กันในบ้าน มีอยู่สามสี่ตัว เช่น LightSpace, CalMAN และ ChromaPure

ค่อย Upload LUT ไปยัง LUT Boxes ซึ่งการทำ 3LUT Generation ของ LightSpace เป็นขั้นตอนที่กำหนด Color Space ที่ต้องการ ว่าต้องการมาตรฐานอะไร สามารถเลือกได้หมด ไม่ว่าจะเป็นภาพ SDR ในความกว้างเฉดสีแบบ Rec601, Rec709, DCI P3 ทั้งที่แบบไม่ใช่ D65 และ D65 หรือไม่ว่าจะเป็นภาพแบบ HDR ที่มีให้เลือกทั้ง ST2084 แบบ Rec709, DCI P3, DCI P3 D65, Rec2020 และมาตรฐานอื่นๆ อีกมากมากเท่าที่มีใช้ในงานทั้งในบ้านและ Professional เมื่อต้องการได้มาตรฐานแบบไหนก็เลือกในส่วนของ Source และเลือก Profile ของจอภาพที่เราเก็บไว้ในส่วนของ Destination แค่นี้ 10-15 นาที คอมพิวเตอร์ก็คำนวณ LUT ออกมา เสร็จแล้ว LightSpace ก็สามารถตรวจสอบได้เลยว่า LUT ที่คำนวณออกมา 1D LUT กราฟออกมาเป็นยังไง ในส่วนของ 3D LUT ก็แสดงออกมาในรูปแบบของ 3D Cube และตารางของ LUT อยู่ด้านข้าง แต่ถ้ายังไม่

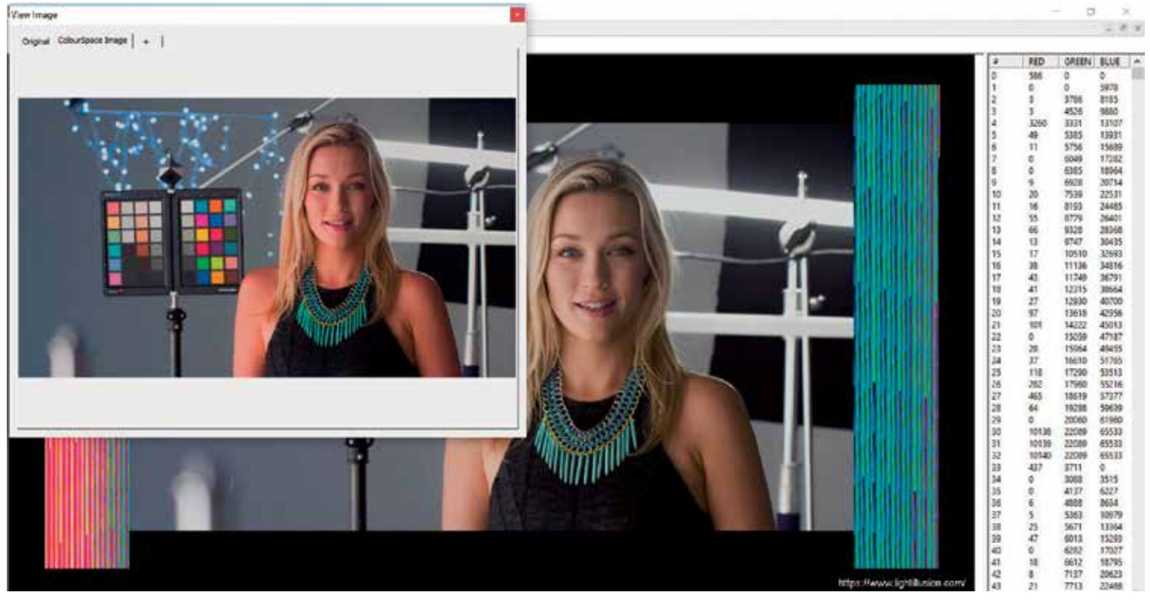
แน่ใจก็สามารถดูจากรูปภาพที่เราเลือกไว้ได้เลยว่า ถ้าใส่ 3D LUT ตัวที่เพิ่งคำนวณออกมานี้ ภาพหลังจากที่ใส่แล้วออกมาจะเปลี่ยนไปเป็นแบบไหน ซึ่งตรงนี้แหละที่ทำให้ LightSpace เหนือกว่าโปรแกรมอื่นที่ไม่มีการ Fix Workflowให้ต้องทำตามอยากทำแบบไหน ปรับแบบไหนก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้หมด เสร็จแล้วก็สามารถตรวจสอบจากภาพจริงๆ ได้อีกว่า พอใจกับภาพที่ออกมาไหม ถ้าไม่พอใจก็กลับไปทำซ้ำใหม่ โดยไม่ต้องไปเก็บข้อมูล Profile ใหม่อีกรอบให้เสียเวลา เอาจนได้ LUT ที่เหมาะสมกับจอภาพของเรามากที่สุด

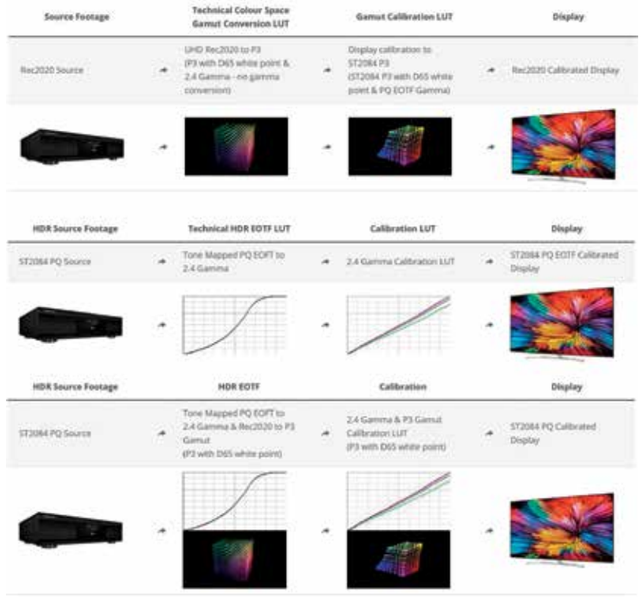
โปรแกรม LightSpace สามารถเลือกมาตรฐานของภาพที่ต้องการได้อย่างมากมาย

เท่าที่ผมได้ใช้งานการปรับแบบ 3D LUT ทั้งสามโปรแกรม พบว่า... ถ้าเป็นการปรับภาพแบบมาตรฐาน Rec.709 SDR โดยทั่วไปนั้น ไม่ว่าจะใช้โปรแกรมไหน ถ้ามีการปรับวิธีที่ถูกต้องก็ได้ผลใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากการปรับภาพแบบ Rec.709 SDR นั้น ค่อนข้างตรงไปตรงมา ไม่มีอะไรซับซ้อน แต่ถ้าเป็นการปรับภาพ 3D LUT สำหรับภาพแบบ 4K HDR นั้น ไม่ง่ายเหมือน Rec.709 เนื่องจากว่า จอภาพในปัจจุบันยังไม่สามารถทำความสว่างสูงสุดได้มากเท่ากับมาตรฐาน HDR ที่กำหนดไว้ ทำให้ต้องมีการใส่ Tone Mapping ลงไปในจอภาพแบบ HDR เพื่อให้สามารถแสดงภาพจาก Metadata ที่มีค่าความสว่างสูงกว่าจอภาพที่จะทำได้ ซึ่งเจ้าตัว Tone Mapping นี่แหละที่ในจอทีวีหรือจอโปรเจ็กเตอร์แต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อก็ต่างกัน ทำให้การทำ 3D LUT มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ถ้ามีการแก้ไขค่าสีต่างๆ เกินกว่า หรือผิดปกติไปจาก Tone Mapping ของจอภาพ ดังนั้น การที่จะทำ 3D LUT บนจอภาพแบบ HDR นั้น ถ้าจะให้ผลลัพธ์ออกมาดีที่สุด วิธีหนึ่งที่นิยมกันในตอนนี้ก็คือ ต้องยกเลิก Tone Mapping ที่อยู่ในจอภาพนั้นๆ ก่อนให้สัญญาณออกมาเป็น SDR เพื่อตัด Metadata ของ HDR ออกไป (ข้อมูลสี ความสว่างทุกอย่างของภาพยังอยู่เหมือนเดิม ยกเว้นไม่มี Metadata) ซึ่งบางทีก็ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเพื่อแปลงข้อมูล HDR เป็น SDR แล้วค่อยปรับ 3D LUT ในข้อมูลแบบ SDR อีกที หรือพูดง่ายๆ ก็คือ ยกเลิก Tone Mapping ของจอภาพ แล้วมาทำ Tone Mapping เองแบบ Mnual ซึ่งรายละเอียดในการทำ 3D LUT แบบนี้ ยังจะต้องมีขั้นตอนย่อยเพื่อแปลง Tone Mapping ของ PQ EOTF เป็น Gamma ปกติ และย่อ Color Space จาก Rec2020 เพื่อให้เข้ากับ Profile ของจอภาพ ซึ่งก็มีหลายวิธีให้เลือกทำ ก็ต้องลองทำดู เพราะเท่าที่ผมเคยลองทำมาหลายๆ วิธีในหลายๆ จอภาพ พบว่าวิธีหนึ่งอาจจะใช้ได้กับจอภาพแบบหนึ่ง แต่กลับไม่ Work ในจอภาพที่ต่างรุ่นต่างแบบกันไป

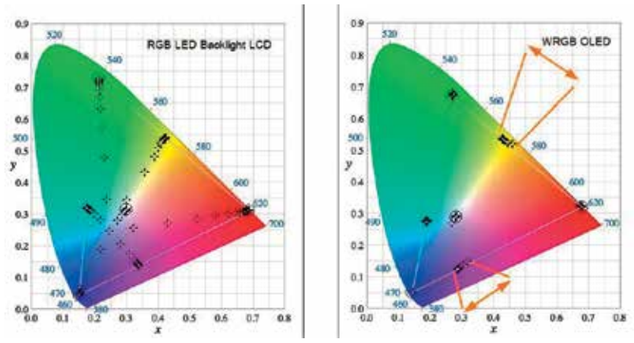
อันนี้ยังไม่นับความยากของการทำ 3D LUT บนจอภาพแบบ OLED ที่ในปัจจุบันจอภาพในท้องตลาดจะใช้ Sub-pixel แบบ WRGB เพื่อเพิ่มความสว่าง ไม่เหมือนกับจอภาพของ Mastering Monitor ที่ส่วนมากเป็นแบบ pure RGB ดังนั้น เวลาปรับสีขาวที่ 100IRE จอภาพ WRGB จะปิดการทำงานของ Sub-pixel RGB และเปิดการทำงานของ Sub-pixel สีขาวเต็มที่ ไม่เหมือนกับ Sub-pixel แบบ RGB ที่จะเปิด pixel RGB เต็มที่ทำให้สีรวมกัน และเกิดเป็นสีขาวขึ้น และเวลาไล่ความเข้มของสีขาวลงมา

โปรแกรม LightSpace เมื่อทำ 3D LUT เสร็จแล้วก็สามารถตรวจสอบได้จากคอมพิวเตอร์เลยว่า พอใจกับภาพที่ออกมาไหม



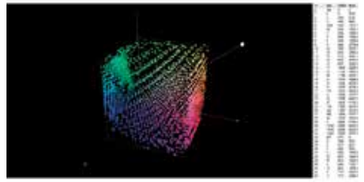


ขั้นตอนในการทำ 3D LUT ของภาพ 4K HDR แบบต่างๆ ที่มีความยุ่งยากมากกว่าภาพแบบ Full HD SDR



การตอบสนองของภาพจากจอภาพแบบ WRGB OLED ที่ต่างจากจอภาพในเทคโนโลยีแบบอื่น ทำให้การปรับภาพแบบ 3D LUT มีความยุ่งยากในการทำมากขึ้น

ภาพที่ได้รับการ Calibration แบบ 3D LUT ทำให้โทนสีที่ออกมาถูกต้องสวยงามมากขึ้นกว่าภาพ Default จากโรงงาน



แม้ภาพถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือเองก็แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่า ภาพแบบ 4K HDR เมื่อใส่ 3D LUT ดังรูปเข้าไป ทำให้สีผิวของคนมีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น

เป็นสีเทาก็จะค่อยลดความสว่างของ RGB ลงมาเท่าๆ กัน แต่ในขณะที่ WRGB มีการลดความสว่างไม่ได้เป็น Linear เหมือน RGB ทำให้การใช้ 3D LUT มีการคำนวณที่ยุ่งยากมากขึ้น และมี error สูง อีกทั้งจอภาพแบบ OLED เมื่ออุณหภูมิของเครื่องเปลี่ยนไป พบว่าทำให้ความสว่างและสีของภาพต่างกันออกไป ดังนั้น การปรับภาพ 3D LUT บนจอทีวีแบบ OLED จึงยากมาก ซึ่งต้องใช้เทคนิคในการทำที่ซับซ้อนขึ้นไปอีก

แต่ถ้าสามารถปรับภาพแบบ 3D LUT ได้ถูกต้องแล้วนั้น ภาพที่ออกมาเรียกได้ว่าเป็นภาพที่ให้ค่าสีของภาพใกล้เคียงมาตรฐานที่สุด เมื่อเทียบกับการปรับภาพแบบอื่น โทนของภาพที่บางทีดูในการปรับแบบพื้นฐานว่าตรงแล้ว พอใส่ 3D LUT เข้าไป โทนของภาพก็ถูกต้องมากขึ้นแบบดูออกอย่างชัดเจนเลย แต่จะแตกต่างมากน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับจอภาพนั้นๆ ด้วย ว่าจอนั้นมีพื้นฐานของความเป็น Linearity ว่ามากน้อยอย่างไร

ในปัจจุบันจอภาพที่แสดงผลมีการพัฒนาขึ้นไปอย่างรวดเร็ว ทั้งจอมีขนาดใหญ่มากขึ้น สว่างมากขึ้น มีรายละเอียดของภาพสูงขึ้น คุณภาพสีสันของภาพที่สามารถแสดงสีได้กว้างและแม่นยำมากขึ้น ดังนั้น การพัฒนาในด้านการปรับภาพเพื่อให้แสดงผลมีความถูกต้องเป็นมาตรฐานก็ต้องมีการพัฒนาตามกันไปให้ทัน ซึ่งถ้าใครสนใจหรือให้ความสำคัญในเรื่องภาพก็คงต้องมีการ Update ความรู้เรื่องการปรับภาพอยู่เรื่อยๆ เพื่อทำให้จอภาพที่ใช้อยู่แสดงศักยภาพได้อย่างเต็มที่ไม่ผิดเพี้ยน ส่งผลให้สามารถดูภาพอย่างมีความสุขสนุกสนานได้เป็นเวลานานไม่เมื่อยล้าต่อสายตา และเป็นการถนอมจอภาพให้สามารถใช้ได้ยาวนานมากขึ้นอีกด้วย (เนื้อหาและภาพบางส่วนได้นำมาจาก White Paper ของทางเว็บไซต์ LightIllusion และ Chroma-Pure ต้องขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วยครับ). VDP