โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ

การใช้กล้องสเปกตรัมแบบเต็มในการวิเคราะห์จิตรกรรมฝาผนังไทย

The use of full spectrum camera to analysis thai mural painting

ชื่อนิสิต

1.นางสาวโชษิตา วัชโรทัย 5932606923

2.นางสาวณัฏฐ์ปภัสร์ หาญลำยวง 5932609823

ภาควิชา เทคโนโลยีทางภาพการพิมพ์

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

****

เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคไวรัส COVID-19

ในช่วงภาคปลายของปีการศึกษา 2562

จึงส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการได้ครบตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน

****

หัวข้อ

การใช้กล้องสเปกตรัมแบบเต็มในการวิเคราะห์จิตรกรรมฝาผนังไทย

นิสิตผู้ดำเนินโครงการ

1.นางสาวโชษิตา วัชโรทัย 5932606923

2.นางสาวณัฏฐ์ปภัสร์ หาญลำยวง 5932609823

ภาควิชา

เทคโนโลยีทางภาพการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

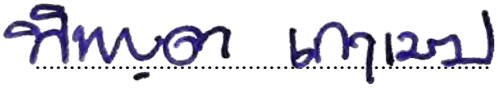
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล คูร์พิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ

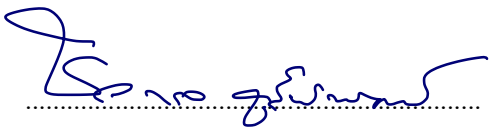
ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยอมรับรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต



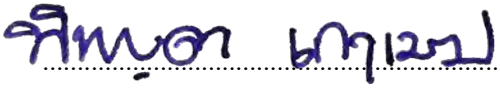
หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ)



อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล คูร์พิพัฒน์)



อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ)

นิสิตผู้ดำเนินโครงการ

1.นางสาวโชษิตา วัชโรทัย รหัสนิสิต 5932606923

2.นางสาวณัฏฐ์ปภัสร์ หาญลำยวง รหัสนิสิต 5932609823

ชื่อเรื่อง

การใช้กล้องสเปกตรัมแบบเต็มในการวิเคราะห์จิตรกรรมฝาผนังไทย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล คูร์พิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ

บทคัดย่อ

เนื่องจากภาพจิตรกรรมฝาผนังไทยนิยมเขียนด้วยสีฝุ่นและมีรายละเอียดมากต้องใช้เวลาเขียนนาน ในการเขียนภาพจิตรกรรมฝาผนังนั้น ช่างเขียนต้องมีความรู้ตั้งแต่การเตรียมพื้นหลัง การจัดวางภาพให้พอเหมาะกับเนื้อที่แต่ละส่วนด้วยการร่างภาพลงบนกระดาษข่อย แล้วจึงขยายสัดส่วนบนผนังจริง และการผูกเรื่องผูกลายภาพเขียนให้มีความสวยงามตามประเพณีนิยม งานเขียนโบราณมีมูลค่าสูงและหาได้ยาก สำหรับนักสะสมของเก่า แต่จะมีผู้คนบางส่วนที่เห็นแก่ผลประโยชน์ส่วนตน จึงนำสีสมัยใหม่ซึ่งหาได้ง่ายในปัจจุบันมาย้อมเพื่อหลอกขายให้กับผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคหลายคนก็ดูไม่ออก จึงซื้องานเขียนมาให้ราคาที่สูงเกินจริง และเมื่อนำมาขายต่อก็ขายไม่ได้ จึงเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก

ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาเหล่านี้ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นมา เพื่อเป็นเครื่องมือในการพิจารณาของนักสะสมของเก่า รวมถึงคุณค่าในเรื่องของประวัติศาสตร์ทางมรดกของชาติ และเพื่อตรวจสอบจิตรกรรมฝาผนังโบราณว่ามีการทำนุบำรุงถูกต้องหรือไม่ ผ่านการถ่ายภาพจากกล้อง Full spectrum

ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ ลงลายมือชื่อนิสิตผู้ดำเนินงาน.....โชษิตา วัชโรทัย.....

คณะวิทยาศาสตร์ ลงลายมือชื่อนิสิตผู้ดำเนินงาน.....ณัฏฐ์ปภัสร์ หาญลำยวง.....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....พิชญดา เกตุเมฆ

Project title

The use of full spectrum camera to analysis thai mural painting

Project student

1. Ms.Chosita Watcharothai 5932606923
2. Ms.Natpaphat Hanlamyuang 5932609823

Major

Imaging and Printing Technology, Science Chulalongkron University

Advisor

Asst. Prof. Dr.Chawan Koopipat

Co Advisor

Associate Professor Dr.Pichayada Katemake

Abstract

Thai murals are commonly written in powder paints and have many details, it takes a long time to write. In writing the mural painting, the writer must have knowledge since preparing the background. The layout of the image to suit each space by sketching the paper on the sheet. Zooming in on the actual wall and the binding of the paintings to be beautiful. Ancient paintings are high value and are rare for antique collectors. On the other hand, some people who are selfish by bringing modern colors that are easily available today to dye to deceive and sell to consumers. Therefore bought the writing for an artificially inflated price when it is resold, it cannot be sold causing a lot of damage.

My team saw the importance of these issues. Therefore created this research project to be a tool in consideration of antique collectors including the value of national heritage history and to inspect the ancient murals for proper maintenance by the camera with out IR filler and processed with matlab program.

Department: Imaging and Printing Technology

Faculty of Science

Academic Year: 2020

Student's Signature .....

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวาล คูร์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความช่วยเหลือ คำชี้แนะและช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความรู้ ข้อชี้แนะ และให้ประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำ จนในที่สุดทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบคุณคณาจารย์ผู้สอนและนิสิตที่กำลังศึกษาระดับมหาบัณฑิตในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาลัยทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ข้อมูลต่างๆเป็นอย่างดีอีกด้วย

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญรูปภาพ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.2 องค์ประกอบของสี 5
2.3 สีจากการสะท้อนแสง 6
2.4 ส่วนประกอบของกล้องดีเอสแอลอาร์ 9

บทที่ 3 การทดลอง 15
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 15
3.2 วิธีการทดลอง 16

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง
4.1 ผลการทดลอง 19
4.2 อภิปรายผลการทดลอง 19

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการทดลอง 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 41

ภาคผนวก 42

ประวัติผู้วิจัย 47

สารบัญรูปภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นที่แสงอาจถูกดูดกลืน 6
ภาพที่ 2.2 กราฟการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของวัตถุมีสีที่ระบุช่วงที่ดูดกลืนแสง 6
ภาพที่ 2.3 กราฟการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของวัตถุสีแดง 7
ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายมัลติสเปกตรัม 7
ภาพที่ 2.5 ลักษณะของกล้องดีเอสแอลอาร์ และกล้องคอมแพ็ค 9
ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบสำคัญของกล้องดีเอสแอลอาร์ 10
ภาพที่ 2.7 การเรียงตัวของซีเอฟเอในแบบต่าง ๆ 11
ภาพที่ 2.8 การตอบสนองเชิงสเปกตรัมของตัวรับภาพและตามนุษย์ 12
ภาพที่ 2.9 ปรากฏการณ์ aliasing 12
ภาพที่ 2.10 ไมโครเลนส์อะเรย์ 13
ภาพที่ 2.11 Connected Pixels 14
ภาพที่ 2.12 Pixel P and its neighbors 14
ภาพที่ 2.13 Region Growing Algorithm 14
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างสีฝุ่นโบราณโทนสีแดง 16
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างสีฝุ่นโบราณโทนสีเขียว 16
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างสี Earth Pigment, Acrylic และ Oil 16
ภาพที่ 3.4 ฟิลเตอร์ต่างๆ 17
ภาพที่ 3.5 ไฟชนิดต่างๆ 17
ภาพที่ 3.6 โปรแกรม EOS Utility 17
ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์การถ่ายภาพ 17
ภาพที่ 4.1 สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองด้วยแสง Visible 19
ภาพที่ 4.2 สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองด้วยแสง Visible (ต่อ) 20
ภาพที่ 4.3 UV ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR 21
ภาพที่ 4.4 UV ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR 22
ภาพที่ 4.5 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR 23
ภาพที่ 4.6 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR 24
ภาพที่ 4.7 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR 25
ภาพที่ 4.8 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV 26
ภาพที่ 4.9 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ UV 27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 4.10 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV 28
ภาพที่ 4.11 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Divide กับ IR 29
ภาพที่ 4.12 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR 30
ภาพที่ 4.13 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR 31
ภาพที่ 4.14 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR 32
ภาพที่ 4.15 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV 33
ภาพที่ 4.16 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV 34
ภาพที่ 4.17 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Divide กับ IR 35
ภาพที่ 4.18 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR 36
ภาพที่ 4.19 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR 37
ภาพที่ 4.20 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV 38
ภาพที่ 4.21 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV 39

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 3.1 กำหนดค่าการถ่ายภาพ 17

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ

การวาดภาพด้วยสีฝุ่น (TEMPERA PAINTING) Tempera หมายถึง สสารหรือวัตถุ ที่ใช้เป็นตัวผสมผสานผลสี ความหมายในทางปฏิบัติโดยทั่วไปตัวกลางที่ใช้ในการผสมสีนี้ทำจากไข่ สีฝุ่นมีคุณสมบัติแห้งเร็วหรือแห้งอย่างทันทีทันใด เมื่อระบายลงไปแล้วมีสิ่งผิดพลาด อาจจะขูดออก ทั้งได้โดยง่าย สีฝุ่นสามารถนำไปดัดแปลงใช้ได้หลายวิธีซึ่งสีอื่น ๆ ทำไม่ได้ ภาพสีฝุ่นที่ผสมไข่แดงเขียนจะได้ความรู้สึกอ่อนนุ่ม, ละเอียดและไม่เกิดรอยคล้ำหมอง มัวลงตามกาลเวลาดังที่พบในภาพเขียนสีน้ำมัน ศิลปินหรือช่างเขียนในปัจจุบันอาจจะมีความคุ้นเคยกับการใช้สีประเภทอื่น ๆ ที่ให้ ความสะดวกรวดเร็วมาก เช่น สีน้ำ สีน้ำมัน สีอะคริลิค การใช้สีฝุ่นดูเหมือนจะเป็นสิ่งยุ่งยาก สำหรับเขา แต่ก็มีศิลปินจำนวนไม่น้อยที่ยอมปรับตัวตามเทคนิคและวิธีใช้ของสีฝุ่น ถึงแม้ว่าจะต้องเตรียมสีเอง เตรียมตัวผสมเองหรือเตรียมสิ่งอื่น ๆ อีกมากมายด้วยตัวเอง แต่ก็ดูจะเป็นการคุ้มค่ากับความมีคุณค่าของภาพเขียนที่ได้รับ

จิตรกรรมฝาผนังไทยนิยมเขียนด้วยสีฝุ่น เนื่องด้วยภาพจิตรกรรมไทยมีรายละเอียดมากต้องใช้เวลาเขียนนาน ในการเขียนภาพจิตรกรรมฝาผนังนั้น ช่างเขียนต้องมีความรู้ตั้งแต่การเตรียมพื้นหลัง การจัดวางภาพให้พอเหมาะกับเนื้อที่แต่ละส่วนด้วยการร่างภาพลงบนกระดาษข่อย แล้วจึงขยายสัดส่วนบนผนังจริง และการผูกเรื่องผูกลายภาพเขียนให้มีความสวยงามตามประเพณีนิยม อุปกรณ์ในการเขียนภาพจิตรกรรมไทยนั้นช่างเขียนสมัยโบราณจะประดิษฐ์เองจากธรรมชาติทั้งสิ้น เช่น พู่กันทำจากขนหูวัว แปรงระบายสีทำจากเปลือกไม้หรือรากไม้ ส่วนดินสอร่างภาพทำจากดินสอขาว ดินสอเหลือง และใช้กาวจากยางไม้มาเป็นส่วนผสมในการปิดทองหรือผสมสีให้ติดกับพื้นผิวรวมทั้งสีฝุ่นต่างๆ นั้นก็ได้มาจากดิน หิน แร่ พืช และบางส่วนของสัตว์ โดยนำมาบดละเอียดเป็นสีฝุ่น ทั้งหมดนี้คือ ภูมิปัญญาของช่างเขียนไทยโบราณที่ยังคงปรากฏผลงานไว้ให้คนรุ่นหลังได้ชื่นชม ซึ่งงานเขียนโบราณมีมูลค่าที่สูงและหาได้ยาก สำหรับนักสะสมของเก่า แต่จะมีผู้คนบางส่วนที่เห็นแก่ผลประโยชน์ส่วนตน จึงนำสีสมัยใหม่ซึ่งหาได้ง่ายในปัจจุบันมาย้อมเพื่อหลอกขายให้กับผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคหลายคนก็ดูไม่ออก จึงซื้องานเขียนมาให้ราคาที่สูงเกินจริง และเมื่อนำมาขายต่อก็ขายไม่ได้ จึงเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก

ในช่วงเวลาต่อมาอิทธิพลตะวันตกที่ไหลบ่าเข้ามาในประเทศไทยอย่างมากมาย ตั้งแต่รัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว มีผลต่อการปรับเปลี่ยนลักษณะของจิตรกรรมไทยแบบประเพณี โดยมีพัฒนาการตามแนวจิตรกรรมตะวันตกเรื่อยมา พัฒนาการดังกล่าวได้กลายเป็นจิตรกรรมแบบสากลในที่สุด มีสีให้เลือกใช้มากมายหลายชนิด เป็นสีที่ได้จากการสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ สีน้ำมัน สีอะคริลิก สีน้ำ เป็นต้น ทำให้การทำนุบำรุงอาจจะใช้สีที่หาได้ง่ายในปัจจุบันมาใช้แทนสีที่หลุดลอกไปตามการเวลา

วิธีการถ่ายภาพเชิงเทคนิค หรือบางครั้งถูกเรียกว่าภาพถ่ายมัลติสเปกตรัม เนื่องจากภาพที่ถ่ายจากช่วงความยาวคลื่นต่างกันมาใช้งานเป็นเทคนิคหนึ่งที่นำมาใช้ระบุชนิดของสารสีทำได้โดยการถอดฟิลเตอร์กรองอินฟราเรดและยูวีที่ติดมากับกล้องถ่ายภาพออกเพื่อให้ได้ภาพที่ครอบคลุมขอบเขตของความยาวคลื่น

ตั้งแต่บริเวณ 360-1,100 นาโนเมตรนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงแหล่งแสงและฟิลเตอร์ยังมีความจำเป็นเพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุที่ครบถ้วนเนื่องจากในแต่ละรูปนั้นให้ข้อมูลที่แตกต่างกันดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจากภาพทั้งหมดจึงเป็นวิธีการที่ประสบผลสำเร็จและให้ผลในเชิงปฏิบัติได้ดีที่สุดโดยสามารถใช้วิเคราะห์สารสีได้

ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาเหล่านี้ จึงได้จัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นมา เพื่อเป็นเครื่องมือในการพิจารณาของนักสะสมของเก่า รวมถึงคุณค่าในเรื่องของประวัติศาสตร์ทางมรดกของชาติ เช่น ภาพจิตรกรรมฝาผนังที่สร้างมาตั้งแต่สมัยโบราณจริง ไม่ได้นำมาทำใหม่ หรือนำสีใหม่ย้อมทับ ที่ทำให้คุณค่าทางประวัติศาสตร์อาจเสียไปได้ และเพื่อตรวจสอบจิตรกรรมฝาผนังโบราณว่ามีการทำนุบำรุงถูกต้องหรือไม่ หรือผ่านการทำนุบำรุงมาแล้วมากน้อยเพียงใด ผ่านการถ่ายภาพจากกล้อง Full spectrum โดยจะเลือก Channel ที่นำมาซ้อนทับภาพกันแล้วเห็นผลแตกต่างชัดเจนมากที่สุด ซึ่งใช้หลักการวิธีการถ่ายภาพเชิงเทคนิค โดยเป็นวิธีที่ไม่ทำลายภาพวาดต่างๆอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสีฝุ่นโบราณกับสีในปัจจุบัน
2. เพื่อศึกษากล้อง Full Spectrum ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพระหว่างสีฝุ่นโบราณกับสีในปัจจุบัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสีฝุ่นโบราณกับสีในปัจจุบันได้
2. สามารถใช้กล้อง Full Spectrum วิเคราะห์ภาพระหว่างสีฝุ่นโบราณกับสีในปัจจุบันได้

บทที่ 2
ทฤษฎี

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตรกรรมฝาผนังของไทยส่วนใหญ่ มักนิยมเขียนตามฝาผนังพระอุโบสถ พระวิหาร หรือตามกรุเรื่องราวที่เขียนมักเป็นเรื่องพุทธประวัติ หรือชาดกต่างๆ สมัยอยุธยาตอนต้นนิยมใช้สีฝุ่นผสมกับกาวธรรมชาติทำจากยางมะขวิด หรือยางไม้อื่นๆ พู่กันใช้ขนสัตว์หรือเอาเปลือกไม้ เช่น เปลือกกระดังงามาทุบปลายให้แตกเป็นฝอย สีที่ใช้คือ เขม่าดำ ปูนขาว และดินเหลือง ภาพที่เขียนคือพระพุทธรูปนั่งเรียงกันเป็นแถวประทับอยู่ใต้โพธิบัลลังก์ สมัยอยุธยาตอนกลางใช้สีมากขึ้น และเขียนภาพเทพชุมนุมแทนที่พระพุทธรูป ภาพฝาผนังไทยนิยมเขียนลงบนผนังแห้ง คือเตรียมพื้นและทาปูนขาวไว้แล้ว ส่วนจิตรกรรมฝาผนังของยุโรปมักเขียนลงบนปูนเปียกเรียกว่าเฟรสโก้ แม้ถูกน้ำก็ไม่ลอก และกะเทาะ เหตุนี้ทำให้จิตรกรรมฝาผนังของไทยชำรุดง่ายมีอายุไม่นาน เนื่องจากความชื้นของอากาศ และน้ำที่ผนังดูดมาจากดิน ([1], 2521 :75)

คำเรียกสีในภาษาไทยแสดงให้ เห็นประสบการณ์และวัฒนธรรมของคนที่พูดภาษาไทยว่าเป็นคนรักธรรมชาติ สนใจความสวยงามของ ดอกไม้ ผลไม้ และพืชพรรณรอบกาย สนใจสัตว์ตัวเล็กตัวน้อย สนใจแม้กระทั่งอิฐ หิน ดินทราย และ เลือกเอาสีจากสิ่งของธรรมชาติเหล่านี้มาเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นที่มีสีเหมือนกัน ([2], 2528)

สีเป็นสิ่งที่แสดงการรับรู้หรือโลกทัศน์ของมนุษย์ การใช้คำเรียกสีในภาษาต่างๆ มีความแตกต่างกันไป ในบางวัฒนธรรมคำเรียกสีมีจำนวนมากขณะที่ในอีกวัฒนธรรมมีคำเรียกสีน้อย คำเรียกสีสามารถสะท้อนให้เป็นประโยชน์อย่างน้อยสามประการ อันดับแรก สีเป็นสิ่งที่มนุษย์รับรู้ ด้วยประสาทสัมผัส ตา จึงเป็นสิ่งที่เห็นได้ ศึกษาได้และพิสูจน์ได้ง่ายกว่าสิ่งที่รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสอื่นๆ ประการที่สองสีเป็นสิ่งที่แสดงให้เราเห็นว่าชนชาติต่าง ๆ ในโลก แบ่งความจริงในโลกที่เขา มองเห็นแตกต่างกันไป และอันดับสุดท้ายสีแต่ละสีที่มนุษย์มองเห็นจะมีคำเรียกที่แตกต่างกันตามการรับรู้ของชนชาติที่พูดภาษาเหล่านั้น คำเรียกสีจึงเป็นตัวอย่างที่ดียิ่งที่แสดงให้เห็นว่าแต่ละภาษาแยกประสบการณ์ต่างกัน ([3], 2548)

<u>ลักษณะการเขียนสีในงานจิตรกรรมไทย</u>

1. เขียนด้วยสีฝุ่น ช่างไทยนิยมมากที่สุด เพราะสามารถแสดงส่วนรายละเอียด ได้มาก บนผนัง ตามอุดมคติของไทย ภาพส่วนมากไม่คงทนเพราะผนังชื้นจากฤดูฝน

2. ภาพปูนเปียก ช่างไทยไม่นิยมเขียนเพราะเก็บส่วนละเอียดไม่ได้ ขณะเขียน ต้องรวดเร็ว จึงไม่ประณีต

3. ภาพสีน้ำมัน สีคงทนมาก แต่ช่างไทยไม่นิยมเขียน

4. สีอะคริลิค มีความเหนียวเมื่อแห้ง ยากแก่การปิดทองส่วนใหญ่จะใช้สีเหลือง ทาแล้วตัดเส้น แทนการปิดทอง หากปิดทอง เนื้อทองจะกระจายไปติดส่วนอื่น ๆ ด้วย ดังนั้นเวลาปิด ทอง ควรระมัดระวังเป็นอย่างมาก

5. สีโปสเตอร์ เวลาเขียนภาพไทย เนื้อสีจะเป็นแป้งนวลซีดมีความคงทนถาวรน้อย เมื่อโดนน้ำจะหลุด

ลอกออกได้ง่าย โทนสีที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ตรงกับบรรยากาศของความเป็นไทย ต้องผสมอย่างมาก การคุมโทนสียาก ราคาแพงกว่าสีฝุ่น แต่สีที่จัดว่าเป็นที่นิยมมากที่สุดคือสีฝุ่น เพราะพื้นผิวมีความแห้ง ด้าน เมื่อเวลาปิดทองแล้ว เนื้อทองจะไม่กระจายไปติดในส่วนอื่น ๆ การคุม โทนสีได้ง่าย เนื้อสีมีมาก เกลี่ยได้ง่าย

ส่วนผสมสำคัญในการปรุงสี คือ

1. สี : ตามปกติแล้วจะใช้รงควัตถุจากธรรมชาติ เช่น ชาดแดง เสน หรือสีฝุ่น เพื่อให้เกิดสีตามที่ต้องการ

2. โกฐจุฬาลัมพา : เป็นพรรณไม้ล้มลุกขนาดเล็กใบเป็นฝอยคล้ายผักชี ผิวใบ เรียบ ส่วนขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย หลังใบมีขนสีขาวเล็กน้อย ใช้เป็นตัวดูดซับสี

3. ดินขาว : ใช้เป็นตัวผสมส่วนประกอบให้เข้ากัน

4. น้ำมันละหุ่ง : ใช้เป็นตัวละลายสี

5. พิมเสน : ใช้ฆ่าเชื้อ ([4], มปท.)

จากการศึกษาพบว่า จิตรกรรมฝาผนัง หรือที่เรียกว่า ภิตติจิตรกรรม เป็นงานจิตรกรรมขนาดใหญ่ อยู่ทนทาน เป็นสาธารณะ ไม่อยู่ในครอบครองของบุคคลเป็นส่วนเฉพาะ ที่เคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะเขียนลงบนโครงสร้างของตัวอาคาร เช่น ฝาผนัง เพดาน เสา คอสอง ขื่อ คาน และบานประตู หน้าต่าง เป็นต้น จิตรกรรมเหล่านี้มีอยู่ตามวัดวาอารามต่างๆ มักจะพบเขียนอยู่ที่ อุโบสถ วิหาร ศาลา หอไตร กรุในเจดีย์ หรือพระปรางค์ และตามกุฏิต่างๆ เรื่องที่เขียนส่วนมากจะเป็นเรื่องพระพุทธประวัติ เทพชุมนุม ไตรภูมิ ชาดกต่างๆ วรรณกรรมทางศาสนา ปริศนาธรรม ตำนานนิทานพื้นบ้าน พระราชพิธี ประเพณีและเหตุการณ์สำคัญต่างๆ เป็นต้น เหล่านี้เป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงชีวิตความเป็นอยู่ การแต่งกายและเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวภาพจิตรกรรมไทย จึงจัดเป็นข้อมูลหรือหลักฐานขั้นต้นที่ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาเรื่องราวของอดีตได้ จิตรกรรมไทยจึงมีคุณค่าทั้งทางจิตรกรรม ประวัติศาสตร์ โบราณคดี คติความเชื่อ เป็นมรดกทางวัฒนธรรมของชาติที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ควรได้รับการดูแลรักษาไว้

สมัยอยุธยาตอนต้นนิยมใช้สีฝุ่นผสมกับกาวธรรมชาติทำจากยางมะขวิด หรือยางไม้อื่นๆ พู่กันใช้ขนสัตว์หรือเอาเปลือกไม้ เช่นเปลือกกระดังงามาทุบปลายให้แตกเป็นฝอย สีที่ใช้คือ เขม่าดำ ปูนขาว และดินเหลือง ภาพที่เขียนคือพระพุทธรูปนั่งเรียงกันเป็นแถวประทับอยู่ใต้โพธิบัลลังก์ สมัยอยุธยาตอนกลางใช้สีมากขึ้น และเขียนภาพเทพชุมนุมแทนที่พระพุทธรูป

ภาพฝาผนังไทยนิยมเขียนลงบนผนังแห้ง คือเตรียมพื้นและทาปูนขาวไว้แล้ว ส่วนจิตรกรรมฝาผนังของยุโรปมักเขียนลงบนปูนเปียกเรียกว่า เฟรสโก้ แม้ถูกน้ำก็ไม่ลอก และกะเทาะ เหตุนี้ทำให้จิตรกรรมฝาผนังของไทยชำรุดง่ายมีอายุไม่นาน เนื่องจากความชื้นของอากาศ และน้ำที่ผนังดูดมาจากดิน

องค์ประกอบของสี

สีแต่ละสีย่อมประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้ ([5], หน้า 33)

1. สีสัน (hue) เป็นลักษณะความแตกต่างของสีซึ่งย่อมแตกต่างไปตามความถี่ของคลื่นแสงเช่นสีแดงสีเหลืองสีน้ำเงินเป็นต้นลักษณะของตัวสีนี้ถือได้ว่าเป็นมิติที่ 1 ของสี

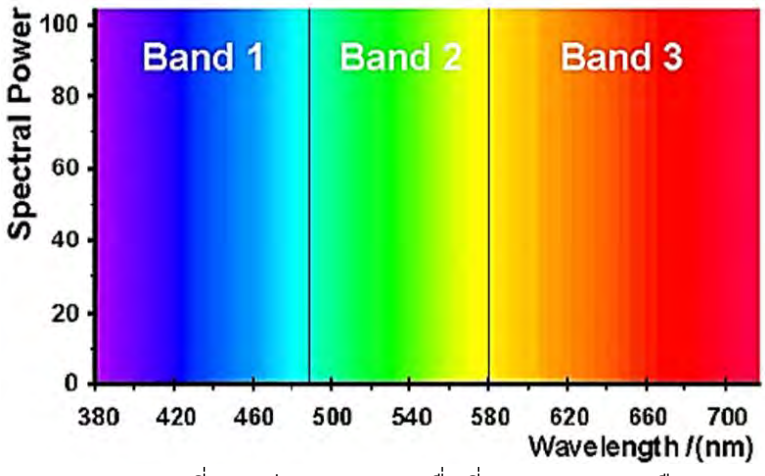
2. ค่าของสี (value) หมายถึงความสว่างความมืดของแต่ละสีโดยทั่วไปจะกำหนดไว้เป็น 10 ระยะตั้งแต่ 0 - 10 ค่าของสีระยะ 0 จะเป็นสีดำและระยะ 10 จะเป็นสีขาวในธรรมชาติเมื่อนำลูกบิลเลียดสีเขียวมาวางไว้ในส่วนที่รับแสงจ้าที่สุดจะเห็นลูกบิลเลียดเป็นสีขาวแต่ถ้าเราค่อย ๆ ปิดห้องให้มืดลงทีละน้อยสีเขียวของลูกบิลเลียดนั้นจะค่อย ๆ คล้ำลงจนเมื่อไม่มีแสงสว่างเลยลูกบิลเลียดนั้นจะเป็นสีดำในการผสมสีเพื่อให้เกิดค่าของสีจากตัวสีอาจใช้สีขาวค่อย ๆ ผสมให้ตัวสีจางลงจนกระทั่งขาวสีในลักษณะนี้เรียกว่า“ สีทนต์” (tint) และอาจใช้สีดำผสมสีให้ค่อย ๆ คล้ำลงจนเป็นสีดำเรียกว่า“ สีเฉด” (shade) ค่าของสีนี้ถือได้ว่าเป็นมิติที่ 2 ของสี

3. ความเข้มของสี (chroma) ความเข้มของสีจะมีระดับใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าตัวเนื้อสีสามารถสะท้อนความเข้มออกมาได้มากน้อยเพียงไรโดยสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ตั้งแต่ 1, 2, 4 ไปตามลำดับยิ่งตัวเลขสูงสีนั้นจะมีความเข้มมากคุณสมบัติของสีแต่ละสีจะให้ความเข้มได้ไม่เท่ากันนับเป็นมิติที่ 3 ของสี

การที่ผู้ออกแบบจะกำหนดให้สีแต่ละสีมีความสมดุลกันจำเป็นจะต้องคำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของสี X ค่าของสี X ความเข้มของสีโดยแต่ละสีจะต้องมีตัวเลขที่เท่ากันการใช้สีดังกล่าวจึงเกิดความสมดุลได้นอกจากนี้การที่มนุษย์จะรับรู้เรื่องสีได้นั้นย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้านอาทิอัตราการสะท้อนแสงของวัตถุเช่นวัตถุที่มีผิวเรียบย่อมสะท้อนความสดใสของสีได้ดีกว่าวัตถุผิวหยาบความเข้มของแสงสว่างที่สะท้อนวัตถุก็มีผลต่อการรับรู้เช่นแสงสว่างที่มากย่อมให้สีที่สดใสกว่าแสงสว่างน้อยเป็นต้นดังนั้นผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงองค์ประกอบของสีตลอดจนปัจจัยในการมองเห็นสีเพื่อผลในการออกแบบงานศิลปะและสื่อสิ่งพิมพ์อย่างมีประสิทธิภาพ

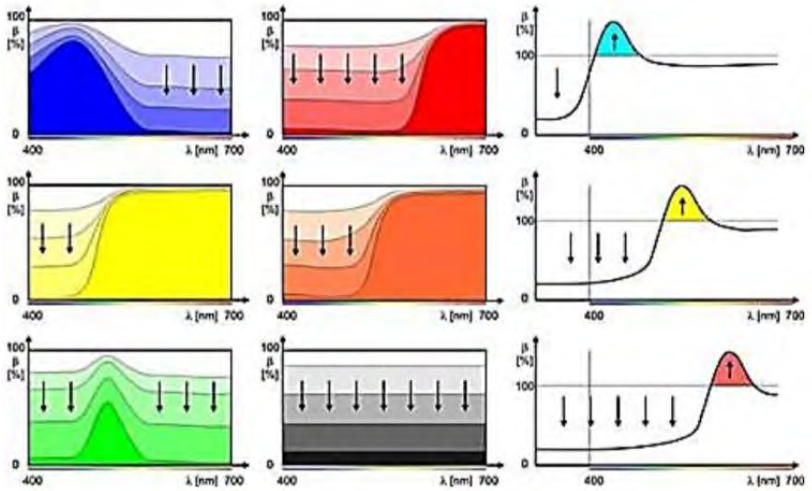
สีจากการสะท้อนแสง

การเลือกดูดกลืนแสงในบางช่วงความยาวคลื่นจากแสงขาวทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ ได้แสงขาวเมื่อตกกระทบลงบนวัตถุสีขาวจะเกิดแสงที่สะท้อนออกมาในปริมาณที่เท่า ๆ กันตลอดสเปกตรัมทำให้เกิดเป็นสัญญาณภาพและถูกส่งไปยังสมองและถูกแปลผลให้เห็นวัตถนั้นเป็นสีขาวสารสีในวัตถุจะดูดกลืนแสงบางช่วงความยาวคลื่นจากแสงที่ตกกระทบโดยช่วงความยาวคลื่นที่เหลือจะถูกสะท้อนออกมาจากพื้นวัตถุนั้นวัตถุจะปรากฏเป็นสีได้อย่างน้อยต้องมีการดูดกลืนแสงช่วงใดช่วงหนึ่งหรือหลายช่วงความยาวคลื่นแสดงในภาพที่ 2.1



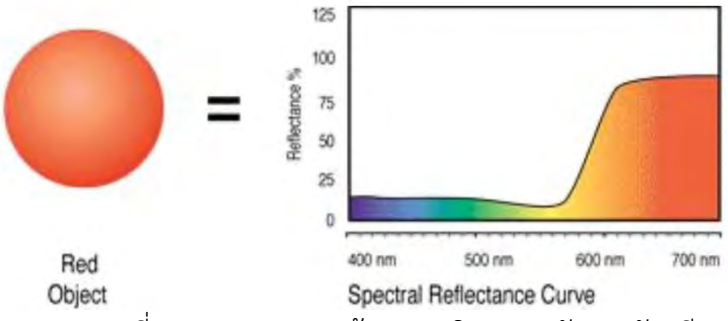
ภาพที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นที่แสงอาจถูกดูดกลืน

ถ้าวัตถุที่มีการดูดกลืนแสงเท่ากันในทุกช่วงความยาวคลื่นจะปรากฏเป็นสีเทาวัตถุเป็นสีแดงเพราะวัตถุนั้นดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีเขียวเฉพาะช่วงความยาวคลื่นสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนเข้าสู่ตาและถูกสมองแปลผลเป็นสีแดงแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุและปรากฏให้เห็นเมื่อวัตถุดูดกลืนแสงและสะท้อนแสงที่ช่วงความยาวคลื่นช่วงสีต่างๆ ตามภาพที่ 2.2



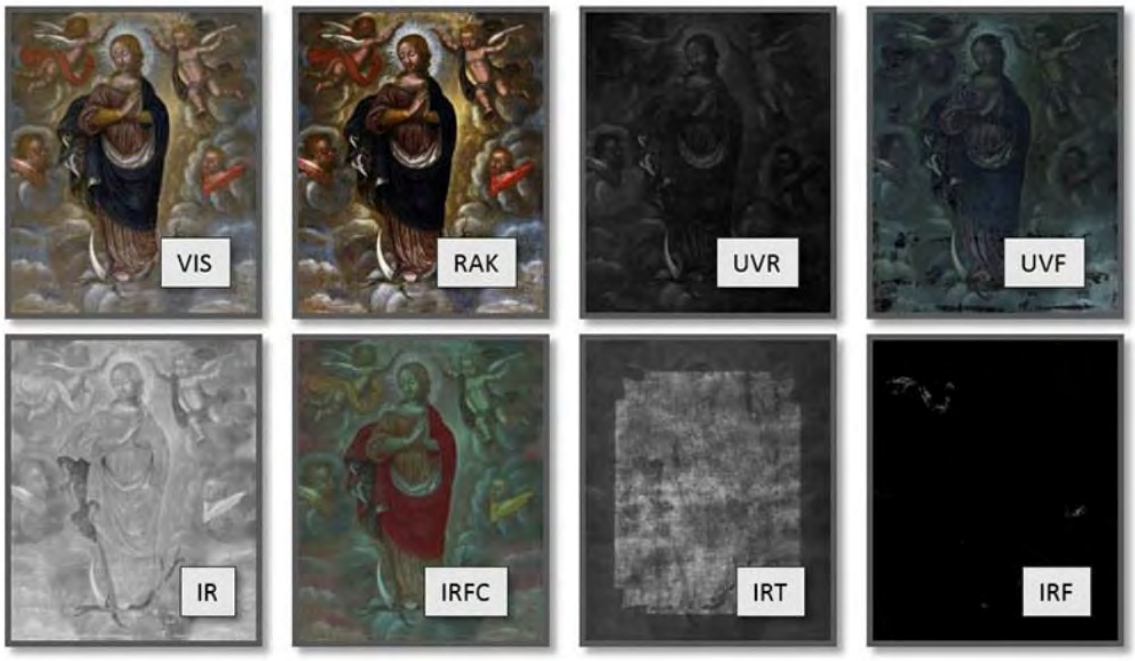
ภาพที่ 2.2 กราฟการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของวัตถุมีสีที่ระบุช่วงที่ดูดกลืนแสง

ค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัม (spectral reflectance) จะแสดงเป็นกราฟสามารถใช้ค่าดังกล่าวระบุสีของวัตถุนั้นได้โดยพิจารณาค่าการสะท้อนแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น ตามภาพที่ 2.3 แม้ว่าสภาวะแสงหรือแหล่งกำเนิดแสงเปลี่ยนไปก็ยังสามารถผลิตสีซ้ำได้สีเหมือนเดิมด้วยค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของสีนั้นต่างจากค่าสีในรูปแบบอื่นในกรณีที่มีการเปลี่ยนแหล่งแสงซึ่งค่าสีที่ได้จะเปลี่ยนแปลงตามแหล่งแสงนั้น ๆ



ภาพที่ 2.3 กราฟการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของวัตถุสีแดง

การถ่ายภาพเชิงเทคนิค (Technical Photography)[6]



ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายมัลติสเปกตรัม[7]

การถ่ายภาพเชิงเทคนิค หรือบางครั้งถูกเรียกว่าภาพถ่ายมัลติสเปกตรัมเนื่องจากภาพที่ถ่ายจากช่วงความยาวคลื่นต่างกันมาใช้งานเป็นเทคนิคหนึ่งที่นำมาใช้ระบุชนิดของสารสีทำได้โดยการถอดฟิลเตอร์กรองอินฟราเรดและยูวีที่ติดมากับกล้องถ่ายภาพออกเพื่อให้ได้ภาพที่ครอบคลุมขอบเขตของความยาวคลื่นตั้งแต่บริเวณ 360-1,100 นาโนเมตรนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงแหล่งแสงและฟิลเตอร์ยังมีความจำเป็นเพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุที่ครบถ้วนเนื่องจากในแต่ละรูปนั้นให้ข้อมูลที่แตกต่างกันดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจากภาพ

ทั้งหมดจึงเป็นวิธีการที่ประสบผลสำเร็จและให้ผลในเชิงปฏิบัติได้ดีที่สุดโดยสามารถใช้วิเคราะห์สารสีได้โดยปฏิบัติตามผังงาน 6 แบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

1. การถ่ายภาพภายใต้แสงขาวจะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า VIS เป็นการถ่ายภาพภายใต้แสงจากหลอดไฟฮาโลเจนซึ่งมีความยาวคลื่นครอบคลุมช่วง 400-700 นาโนเมตรประกอบกับการใช้ฟิลเตอร์ที่ให้แสงขาวผ่านเข้าสู่เซนเซอร์เท่านั้นโดยทำเพื่อแบ่งสารสีออกเป็นสีขาวสีดำสีน้ำเงินสีเขียวสีเหลืองสีน้ำตาลและสีแดงตามลักษณะสีที่มองเห็น

2. การถ่ายภาพภายใต้แสงขาวและรังสียูวี (UV Reflected) จะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า UVR เป็นการถ่ายภาพภายใต้แสงจากแอลอีดีช่วงแสงขาวและจากแหล่งกำเนิดรังสียูวีประกอบกับการใช้ฟิลเตอร์ที่ยอมให้รังสียูวีผ่านเข้าสู่เซนเซอร์เท่านั้นรังสียูวีทำปฏิกิริยากับส่วนพื้นผิวของภาพเขียนซึ่งได้แก่วาร์นิชที่เคลือบบนผิวหน้าภาพเขียนและสารสีที่อยู่ด้านบนเท่านั้นการดูดกลืนรังสียูวีของวาร์นิชจะส่งผลต่อความสว่างโดยรวมของภาพดังนั้นภาพของวาร์นิชและสารสีด้านบนจะปรากฏให้เห็นเป็นลักษณะสว่างและมืด

3. การถ่ายภาพภายใต้รังสียูวี (UV Fluorescence) จะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า UVF เป็นการถ่ายภาพภายใต้แหล่งกำเนิดรังสียูวีประกอบกับการใช้ฟิลเตอร์ที่ยอมให้แสงขาวผ่านเข้าสู่เซนเซอร์เท่านั้นเช่นเดียวกับ UVR รังสียูวีทำปฏิกิริยากับส่วนพื้นผิวของภาพเขียนเท่านั้นแต่ในกรณีของ UVF วาร์นิชจะส่งผลต่อสีของภาพด้วยเนื่องจากวาร์นิชดูดกลืนรังสียูวีและแสดงฟลูออเรสเซนต์ออกมามากกว่าสารสีภาพที่ได้จากเทคนิคนี้สามารถปรากฏได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ไม่มีฟลูออเรสเซนต์สีขาวสีน้ำเงินสีแดงสีส้มและสีเหลือง

4. การถ่ายภาพภายใต้รังสีอินฟราเรด (Infrared) จะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า IR เป็นการถ่ายภาพภายใต้แสงจากหลอดไฟฮาโลเจนประกอบกับการใช้ฟิลเตอร์ที่ยอมให้รังสีอินฟราเรดผ่านเข้าสู่เซนเซอร์เท่านั้นลักษณะของสารสีที่ปรากฏภายใต้อินฟราเรดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ โปร่งใสสะท้อนและดูดกลืนโดยสารสีที่โปร่งใสจะทำให้สามารถสังเกตเห็นเส้นร่างภายใต้สีได้แต่ถ้าสารสี่สามารถสะท้อนอินฟราเรดสารสีจะมีความสว่างและไม่พบเส้นร่างของภาพส่วนในกรณีที่สารสีดูดกลืนอินฟราเรดภาพที่ได้จะปรากฏเห็นเป็นสีดำ

5. การถ่ายภาพภายใต้แสงขาวโดยใช้แสงจากหลอดไฟแอลอีดีประกอบกับการใช้ฟิลเตอร์ที่ยอมให้รังสีอินฟราเรดผ่านเข้าสู่เซนเซอร์เท่านั้น (Infrared Fluorescence) จะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า IRF มีเพียงสารสีที่ประกอบด้วยแคดเมียมและสีน้ำเงินอียิปต์เท่านั้นที่ปรากฏให้เห็นภายใต้วิธีการนี้

6. ภาพอินฟราเรด False Color (Infrared False Color) จะเรียกวิธีนี้โดยย่อว่า IRFC เป็นการแทนช่องสัญญาณสีแดงของภาพที่ถ่ายภายใต้แสงที่ตามองเห็นด้วยภาพที่ถ่ายภายใต้อินฟราเรดและแทนที่ช่องสัญญาณสีเขียวด้วยช่องสัญญาณสีแดงและช่องสัญญาณสีน้ำเงินด้วยช่องสัญญาณสีเขียวเพื่อให้ได้ภาพที่

อยู่นอกช่วงแสงขาวภาพของสารสีจะสามารถปรากฏได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ สีแดงสีชมพูสีเขียวสีดำสีขาวและสีม่วง

ส่วนประกอบสำคัญของกล้องดีเอสแอลอาร์

กล้องดีเอสแอลอาร์เป็นกล้องที่ใช้หลักการสะท้อนของแสงเพื่อให้ภาพที่มองจากช่องมองภาพเป็นภาพเดียวกันกับที่ถ่ายจึงทำให้สามารถถ่ายภาพได้สะดวกขึ้นลักษณะภายนอกจะคล้ายคลึงกันโดยจะมีจุดเด่นคือบริเวณด้านบนของตัวกล้องจะมีลักษณะนูนขึ้นมาซึ่งมาจากส่วนประกอบหนึ่งของกล้องลักษณะจะแตกต่างจากกล้องคอมแพ็คซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัดกว่า ต่อไปจะกล่าวถึงส่วนประกอบของกล้องดีเอสแอลอาร์เพื่ออธิบายหลักการทำงานต่อไปซึ่งกล้องดีเอสแอลอาร์มีส่วนประกอบสำคัญดังต่อไปนี้ (ดังภาพที่ 2.5)

ภาพที่ 2.5 ลักษณะของกล้องดีเอสแอลอาร์ (ด้านซ้าย) และกล้องคอมแพ็ค (ด้านขวา)

1. เลนส์

เป็นส่วนประกอบแรกที่สัมผัสกับแสงก่อนถึงตัวรับภาพ (แสดงดังหมายเลข 1 ในภาพที่ 2.6) ทำหน้าที่รวมแสงให้เกิดเป็นภาพกล้องดีเอสแอลอาร์สามารถเปลี่ยนเลนส์ได้ตามความเหมาะสมของสถานการณ์เช่นเลนส์มุมกว้าง (wide angle lens) เหมาะสำหรับการถ่ายภาพทิวทัศน์หรืองานที่ต้องการมุมมองที่กว้างเลนส์เทเลโฟโต้ (Telephoto lens) เหมาะกับการถ่ายภาพสัตว์ป่าหรืองานที่ตัวแบบอยู่ในระยะไกลเป็นต้น

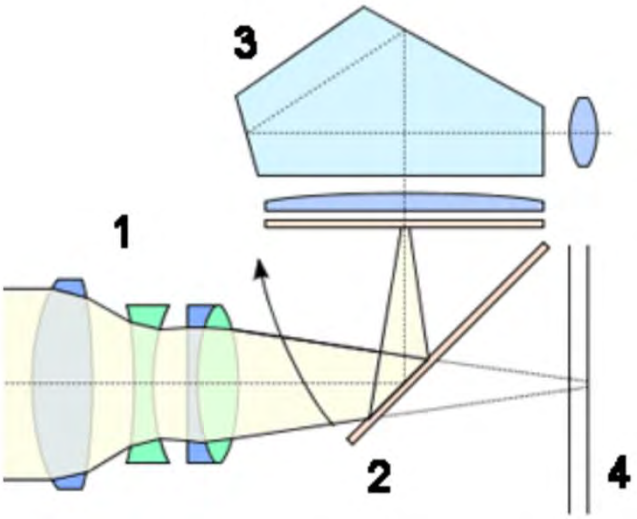
2. กระจกสะท้อน

ทำมุมเอียง 45 องศากับทิศทางแสง (แสดงดังหมายเลข 2 ในภาพที่ 2.6) เพื่อให้แสงสามารถสะท้อนเข้าสู่เพนทาปริซึมซึ่งอยู่ส่วนบนของกล้องได้

3. เพนทาปริซึม (Pentaprism)

เป็นปริซึมที่มีลักษณะเป็น 5 เหลี่ยม (แสดงดังหมายเลข 3 ในภาพที่ 2.6) ทำหน้าที่สะท้อนภาพจากกระจกสะท้อนเข้าสู่ช่องมองภาพซึ่งจะทำให้ได้ภาพเดียวกับภาพที่เข้ามาภายในเลนส์และสามารถกลับภาพที่เป็นภาพหัวกลับให้กลับมาเป็นภาพหัวตั้งเหมือนกับภาพปกติ

4. ตัวรับภาพเป็นส่วนที่รับภาพแล้วแปลงจากภาพเป็นข้อมูลเชิงดิจิทัล (แสดงดังหมายเลข 4 ในภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบสำคัญของกล้องดีเอสแอลอาร์

การทำงานของกล้องดีเอสแอลอาร์

การทำงานของกล้องดีเอสแอลอาร์จะเริ่มจากแสงจะส่องผ่านจากเลนส์แล้วตกกระทบบนกระจก จากนั้นสะท้อนขึ้นไปที่เพนทาปริซึมแล้วแสงจากเพนทาปริซึมจะส่องผ่านแล้วสะท้อนอีกสองครั้งเพื่อให้ภาพหัวหลับกลายเป็นภาพหัวตั้งแล้วส่องผ่านไปยังช่องมองภาพเมื่อกดชัตเตอร์กระจกสะท้อนจกยกตัวขึ้นเพื่อให้แสงจากเลนส์ผ่านไปยังชัตเตอร์และเมื่อชัตเตอร์เปิดออกแสงจะส่องเข้าไปตกกระทบที่ตัวรับภาพทำให้ได้ภาพมา

ข้อดีของกล้องดีเอสแอลอาร์

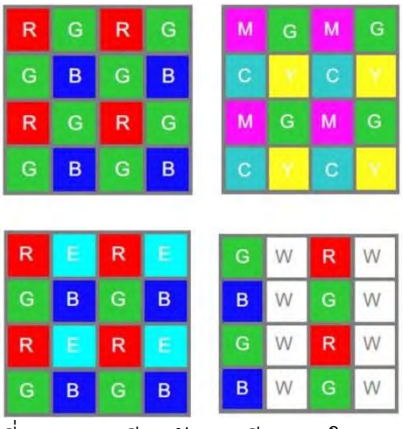
กล้องดีเอสแอลอาร์ให้ภาพที่มีคุณภาพสูงมีสัญญาณรบกวนน้อยเนื่องจากตัวรับภาพมีขนาดใหญ่กว่ากล้องคอมแพ็คทั่วไปนอกจากนั้นกล้องดีเอสแอลอาร์สามารถถอดเปลี่ยนเลนส์เพื่อใช้เลนส์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ได้มีเลนส์ให้เลือกใช้หลายชนิดอีกทั้งยังให้มุมมองของภาพจากช่องมองภาพเหมือนหรือใกล้เคียงกับภาพที่ถ่าย [8] เพราะว่าภาพจากเลนส์สะท้อนเข้าสู่ช่องมองภาพเป็นภาพเดียวกับที่ตัวรับภาพได้รับ

ส่วนประกอบสำคัญของตัวรับภาพ

ตัวรับภาพก็ยังประกอบด้วยฟิลเตอร์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนทำหน้าที่แตกต่างกันซึ่งมีทั้งหมดดังนี้

1. ซีเอฟเอ (Color Filter Array, CFA)

เป็นฟิลเตอร์สีขนาดเล็กติดอยู่ด้านบนหน่วยย่อยของตัวรับภาพทำหน้าที่กรองแสงเพื่อให้ได้แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการโดยทั่วไปจะใช้ฟิลเตอร์ที่เป็นแม่สีแสงคือสีแดงสีเขียวสีน้ำเงินและการเรียงตัวของซีเอฟเอมีหลายรูปแบบแต่ที่นิยมนำมาใช้คือการเรียงตัวแบบเบเยอร์ (Bayer) ดังภาพที่ 8 (ซ้ายบน) ซึ่งจะเรียงสลับกันระหว่างสีเขียวกับสีน้ำเงินหรือแดงโดยที่สีเขียวจะมีจำนวนมากเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับสีแดงและน้ำเงินเหตุผลคือฟิลเตอร์สีเขียวมีการตอบสนองเชิงสเปกตรัมคล้ายกับเซลล์โคนสีเขียวของตาคนซึ่งตอบสนองต่อความสว่างได้ดีดังนั้นฟิลเตอร์สีเขียวจึงเกี่ยวข้องกับความสว่างและฟิลเตอร์สีแดงกับสีน้ำเงินเกี่ยวข้องกับการรับรู้สีทั้งนี้ซีเอฟเอมีรูปแบบการเรียงตัวอีกหลายแบบเช่น complementary mosaic pattern, RGBE filter pattern และ RGBW filter pattern ดังภาพที่ 2.7

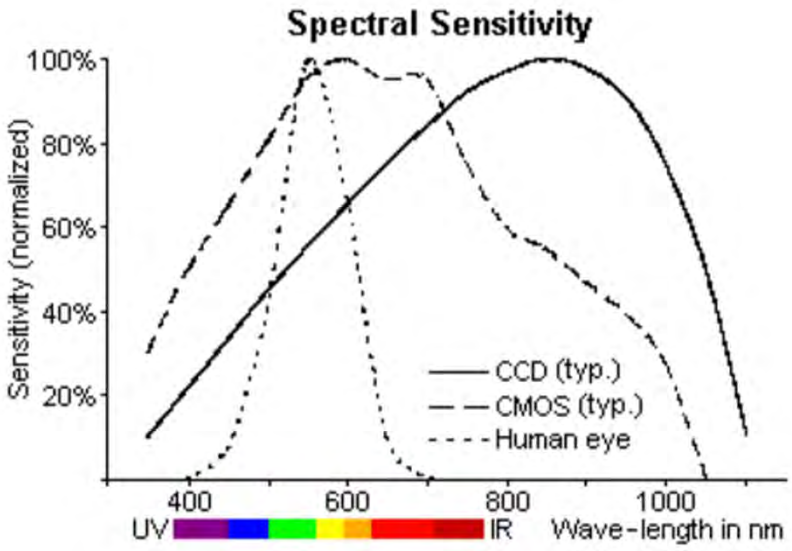


ภาพที่ 2.7 การเรียงตัวของซีเอฟเอในแบบต่าง ๆ

2. ฟิลเตอร์กันรังสีอินฟราเรด (Infrared blocking filter)

ตัวรับภาพสามารถตอบสนองกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 300 1100 นาโนเมตรดังภาพที่ 2.8 ซึ่งครอบคลุมช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ตแสงที่ตามองเห็นไปจนถึงรังสีอินฟราเรดใกล้ดังนั้นสำหรับกล้องถ่ายภาพสีที่ต้องการให้ภาพมีสีเหมือนกับที่ตามนุษย์มองเห็นจึงต้องใช้ฟิลเตอร์ที่สามารถป้องกันรังสีต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แสงในช่วงที่ตามองเห็นเข้าสู่ตัวรับภาพได้ฟิลเตอร์นี้จะติดอยู่บนตัวรับภาพสำหรับงาน

ถ่ายภาพแบบอื่นๆ เช่นการถ่ายภาพอินฟราเรดสามารถถอดฟิลเตอร์นี้และใส่ฟิลเตอร์ที่ให้เฉพาะรังสีอินฟราเรดผ่านเพื่อให้กล้องสามารถเก็บภาพอินฟราเรดได้แต่จะไม่สามารถถ่ายภาพสีได้เหมือนเดิม



ภาพที่ 2.8 การตอบสนองเชิงสเปกตรัมของตัวรับภาพและตามนุษย์

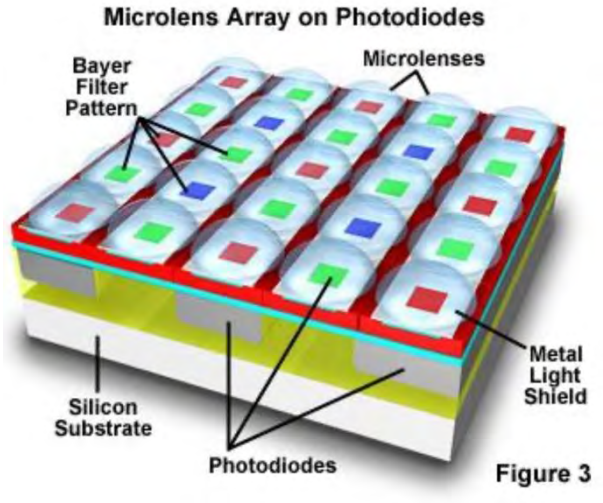
3. Optical Low Pass Filter (OLPF)

เป็นฟิลเตอร์ที่ทำหน้าที่กรองส่วนของภาพที่มีความถี่สูงออก OLPF นี้ติดตั้งอยู่บนตัวรับภาพเพื่อลดการเกิด aliasing ที่จะไปรบกวนในภาพได้ดังภาพที่ 2.9 โดย aliasing นั้นเกิดจากภาพที่มีความถี่มากกว่าความถี่ของโฟโตไดโอด 2 เท่าขึ้นไปจึงทำให้ตัวรับภาพไม่สามารถเก็บรายละเอียดของภาพได้ครบและเกิดเป็นความถี่ต่ำในภาพที่มีความถี่สูงหรือเกิดลวดลายใหม่ในภาพ

ภาพที่ 2.9 ปรากฏการณ์ aliasing

4. ไมโครเลนส์อะเรย์ (Microlens array)

ติดตั้งอยู่บนซีเอฟเอมีลักษณะเป็นเลนส์นูนเล็ก ๆ เรียงตัวกันซึ่งทำหน้าที่รวมแสงเพื่อให้แสงสามารถเข้าสู่ตัวรับภาพได้มากขึ้นที่ต้องใช้ไมโครเลนส์อะเรย์เพราะลักษณะของโฟโต้ไดโอดที่อยู่ลึกเข้าไปดังภาพที่ 2.10 จะทำให้แสงที่ส่องเข้ามาจากมุมอื่นเข้าไปไม่ถึงดังนั้นการติดตั้งไมโครเลนส์อะเรย์จะช่วยให้แสงจากมุมอื่นสามารถหักเหเข้าสู่โฟโต้ไดโอดได้จึงทำให้ได้รับแสงมากขึ้น



ภาพที่ 2.10 ไมโครเลนส์อะเรย์

<u>การแบ่งข้อมูลภาพ Image Segmentation</u>

Segmentation เป็นการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่แต่ละส่วนจะมีพื้นที่ต่อกันไป แต่ละส่วนจะเป็นพื้นที่ซึ่งอาจจะแท่นวัตถุที่อยู่ในภาพ Segmentation จะเสร็จเมื่อวัตถุที่ต้องการ ถูกแบ่งออกได้สมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Segmentation จะเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์

<u>การ Segmentation ภาพในระดับล่าง</u>

• ขั้นตอนการ Segmentation ภาพเกรย์สเกล จะอาศัยหนึ่งในสองคุณสมบัติพื้นฐานของค่าความเข้ม นั่นคือ
  - ความไม่ต่อเนื่องและความเป็นเนื้อเดียวกันหรือความเหมือนกัน ความไม่ต่อเนื่องจะถูกกำหนดด้วยการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดของค่าความเข้ม เช่น ขอบ
  - ส่วนความเหมือนกันจะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆโดยแต่ละส่วนจะมีเกณฑ์การวัดความเหมือนกันที่กำหนดขึ้น

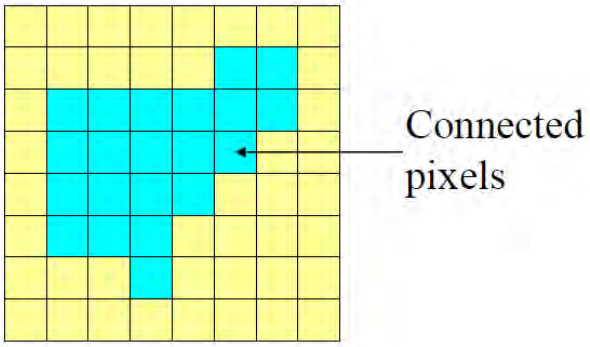
<u>Region based segmentation</u>

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยดูจากตำแหน่งของพิกเซลและความเหมือนกันของคุณสมบัติของพิกเซลภายในพื้นที่ โดยถ้าพิกเซลที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันจะถูกจัดให้เข้ากลุ่มเดียวกัน

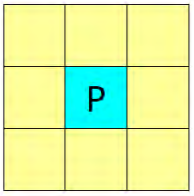
- ข้อดีของการทำเช่นนี้จะได้พื้นที่ที่ต่อเนื่อง

ตัวอย่างวิธีการ Region oriented image segmentation

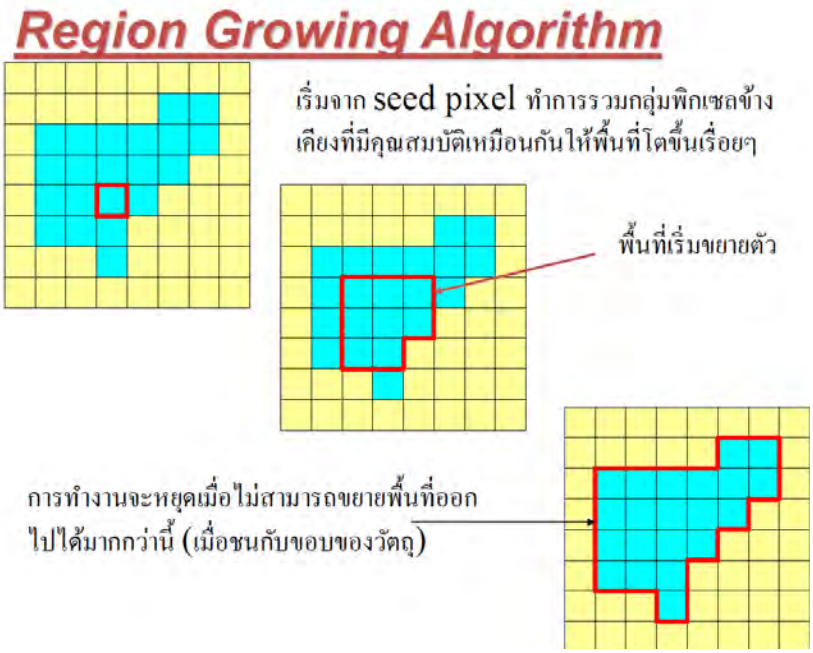
1. Region Growing
2. Region Splitting and Merging



ภาพที่ 2.11 Connected Pixels



ภาพที่ 2.12 Pixel P and its neighbors



ภาพที่ 2.13 Region Growing Algorithm

บทที่ 3

การทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องถ่ายรูป Canon eos 5d mark2 ที่นำเอา IR filter ออก
2. ตัวแบบสีฝุ่นโบราณ
3. สีอะคริลิค
4. สีน้ำมัน
5. เครื่องเขียนสำหรับเตรียมกระดาษ
6. พู่กัน
7. เกรียง
8. ถาดสี
9. กระดาษ
10. ฟิลเตอร์ UV Pass / Visible Pass / IR Pass
11. แหล่งแสงประดิษฐ์ (Halogen / UV lamp / VIS lamp(2 ดวง))
12. ขาตั้งกล้อง
13. ขาตั้งไฟ
14. เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Ocean Optics รุ่น USB4000

<u>วิธีการวิจัย</u>

- ใช้วิธีการวิจัยแบบเอกสารและแบบทดลอง

<u>แหล่งข้อมูล</u>

- เก็บข้อมูลจากการทดลอง

<u>วิธีการเก็บข้อมูล</u>

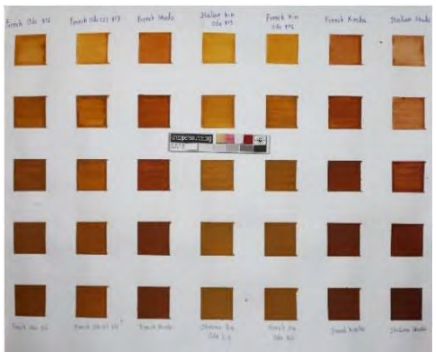
- นำสีฝุ่นโบราณ สีอะคริลิค สีน้ำมัน มาทำแถบสี แล้วนำมาถ่ายด้วยกล้อง Canon eos 5d mark2 ที่นำ IR Filter ออก

การประมวลผลข้อมูล

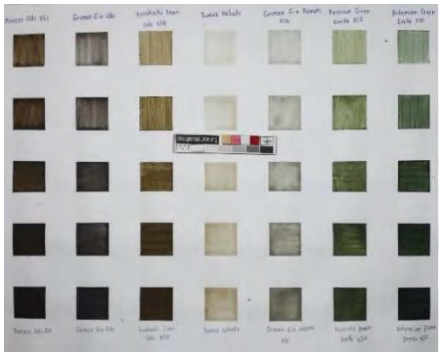
- นำภาพที่ถ่ายจากกล้อง Canon eos 5d mark2 ที่นำ IR filterออก เข้ามาแสดงผล ในโปรแกรม Matlab เพื่อแสดงผลเป็นภาพซ้อนทับ
- ได้ค่าความต่างสีจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Matlab

วิธีการทดลอง

1. หาตัวอย่างสีฝุ่นโบราณสำหรับใช้บำรุงรักษาจิตรกรรมฝาผนังไทย

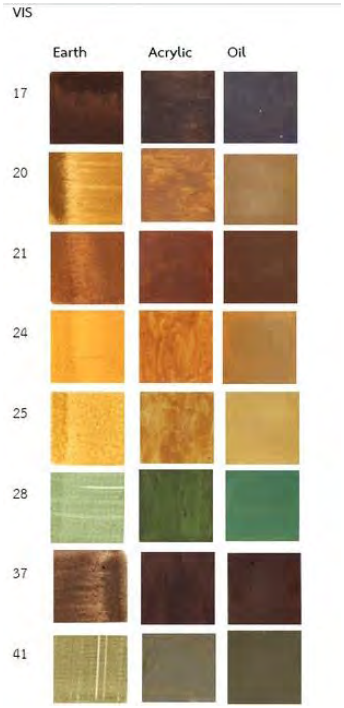


ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างสีฝุ่นโบราณโทนสีแดง



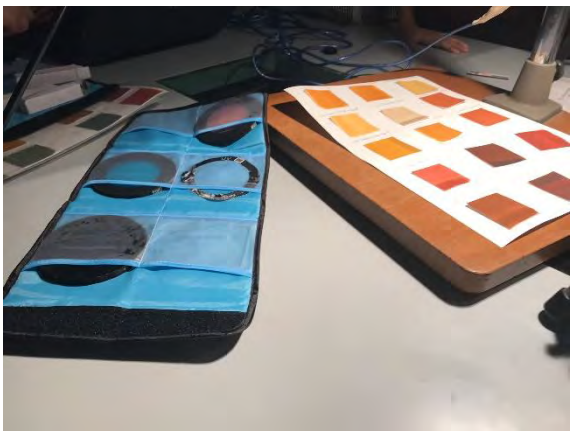
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างสีฝุ่นโบราณโทนสีเขียว

2. ศึกษาสีในปัจจุบันว่ามีกี่แบบ และพวกจิตรกรรมฝาผนังใช้สีอะไรธรรมนุบำรุงรักษา
3. เตรียมกระดาษโดยวัดและตัดกระดาษให้ได้ขนาด 2 คูณ 2 นิ้ว
4. ทำการเตรียมสีชนิดอื่น (โดยในการทดลองนี้เลือกใช้สีอะคริลิก และสีน้ำมัน) ให้มีความใกล้เคียงกับสีที่ได้มา ถ้ามองดูด้วยตาบนกระดาษชนิดเดียวกันกับกระดาษที่ใช้สีสำหรับใช้บำรุงรักษาจิตรกรรมฝาผนังไทย

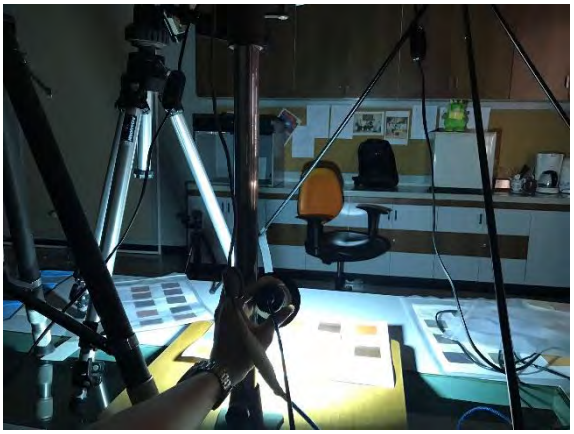


ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างสี Earth Pigment, Acrylic และ Oil

5. เตรียมอุปกรณ์ถ่ายภาพ โดยใช้กล้อง Canon eos 5d mark2 ที่นำ IR Filter ออก โดยเมื่อใช้กล้องถ่าย ทุก Pixel จะมี Spectral Data เตรียมฟิลเตอร์ UV Pass / Visible Pass / IR Pass โดยในการถ่ายจะมีการใช้ฟิลเตอร์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด (UV Pass / Visible Pass / IR Pass) และไฟที่แตกต่างกัน 3 ชนิด (Halogen / UV lamp / VIS lamp) โดยใช้เทคนิคTP



ภาพที่ 3.4 ฟิลเตอร์ต่างๆ



ภาพที่ 3.5 ไฟชนิดต่างๆ

6. โหลดโปรแกรม EOS Utility ลงในคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อการถ่ายภาพกับกล้องที่เตรียมไว้ เพื่อสั่งชุดคำสั่งถ่ายภาพจากโปรแกรม

ภาพที่ 3.6 โปรแกรม EOS Utility

ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์การถ่ายภาพ

โดยกำหนดค่าการถ่ายภาพ ดังนี้

Methods	Lighting	Filter	Profile
VIS	Halogen	VIS	Camera
IR	Halogen	IR	WB
UVR	UV lamp + VIS lamp	UV	WB

ตารางที่ 3.1 กำหนดค่าการถ่ายภาพ

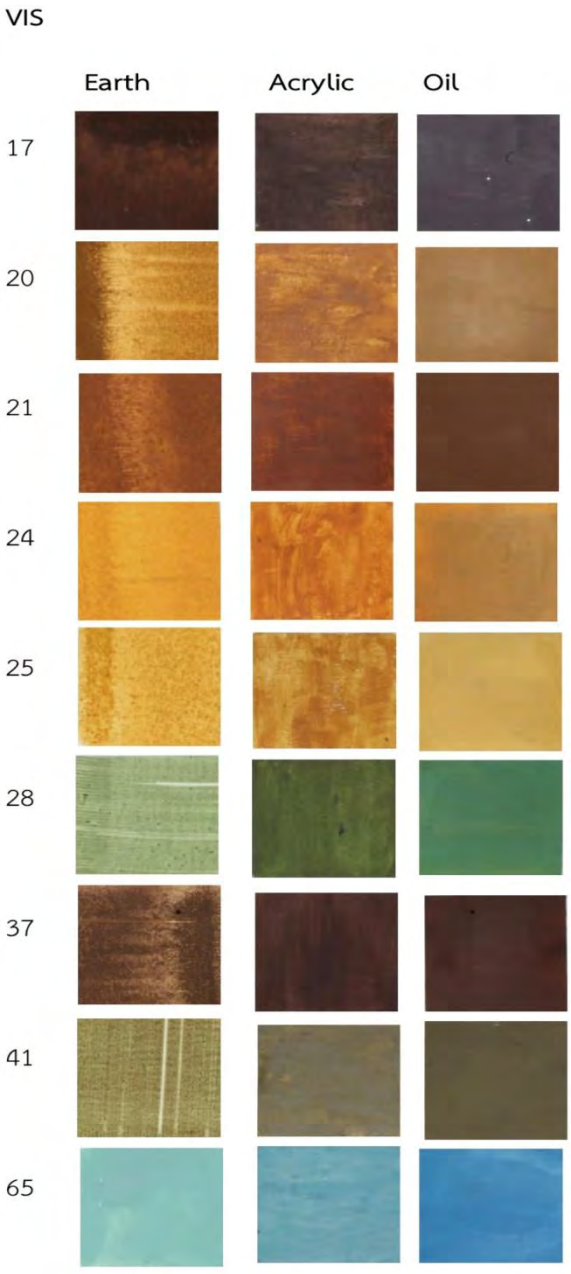
7. เขียนโปรแกรม Matlab เพื่อเลือกบาง Channel และดูค่าการสะท้อนของแสงต่างๆ ว่าสะท้อนต่อ UV, IR และ Visible light หรือไม่ โดยเทคนิค Over lab เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะท้อนแสงของสีแต่ละประเภท โดยทำการซ้อนทับกันที่ละ 2 methods โดยแต่ละภาพจะทำการซ้อนกัน 4 วิธี (plus, minus, multiply, divide)
8. หลังจากที่ได้ภาพจากข้อ7. แล้วนำภาพมาวัดค่าสี โดยการเขียนโปรแกรม Matlab เพื่อนำมาสนับสนุนวิธีการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองด้วยแสง Visible



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 17		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.297519	0.408038	0.467374
สี Oil มีสีต่างจากสีชนิดอื่น		

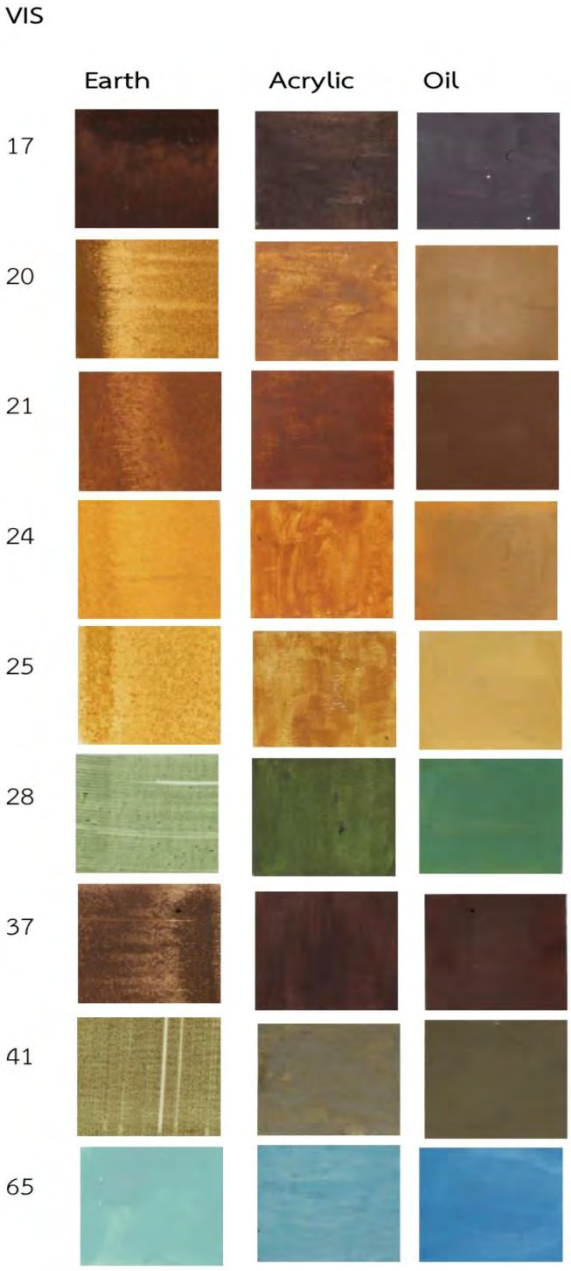
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 20		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.757574	0.714695	0.664004
สีมีความต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.540986	0.485884	0.424858
สีมีความใกล้เคียงกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.853961	0.790404	0.729363
สีมีความต่างกัน		

ภาพที่ 4.1 สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองด้วยแสง Visible

สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองแสง Visible



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.815971	0.799658	0.754345
สีมีความต่างกัน		

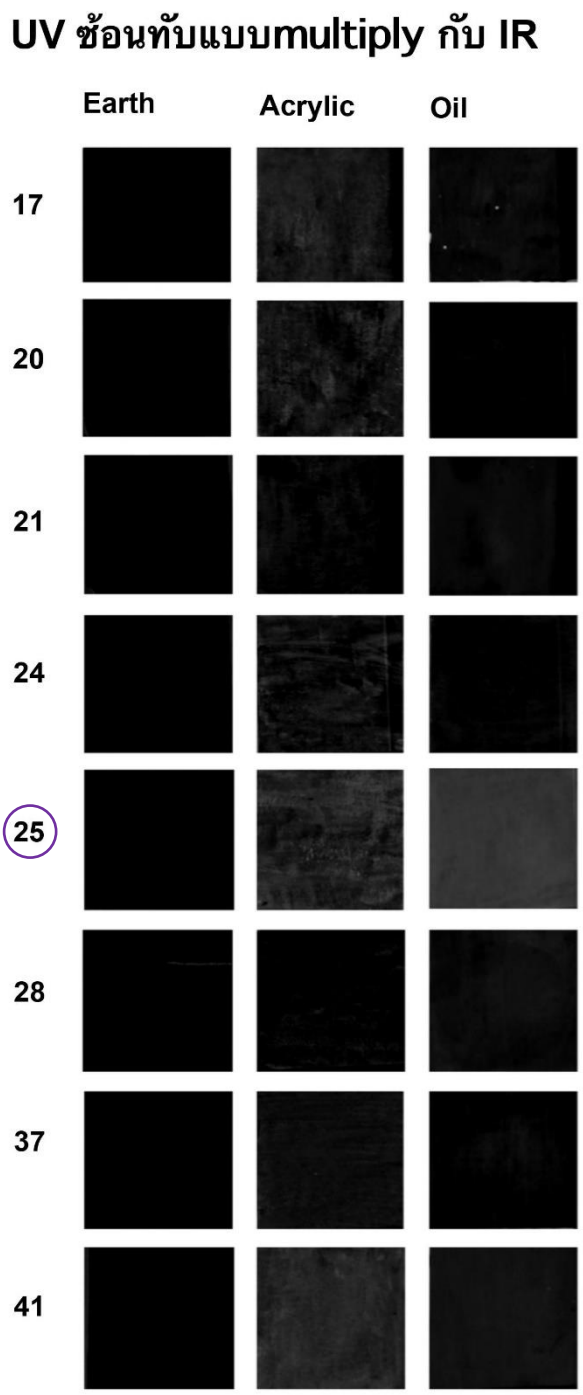
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.49041	0.424982	0.315678
สีมีความใกล้เคียงกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 37		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.349983	0.327569	0.277663
สีมีความใกล้เคียงกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.525659	0.472726	0.421978
สีมีความใกล้เคียงกัน		

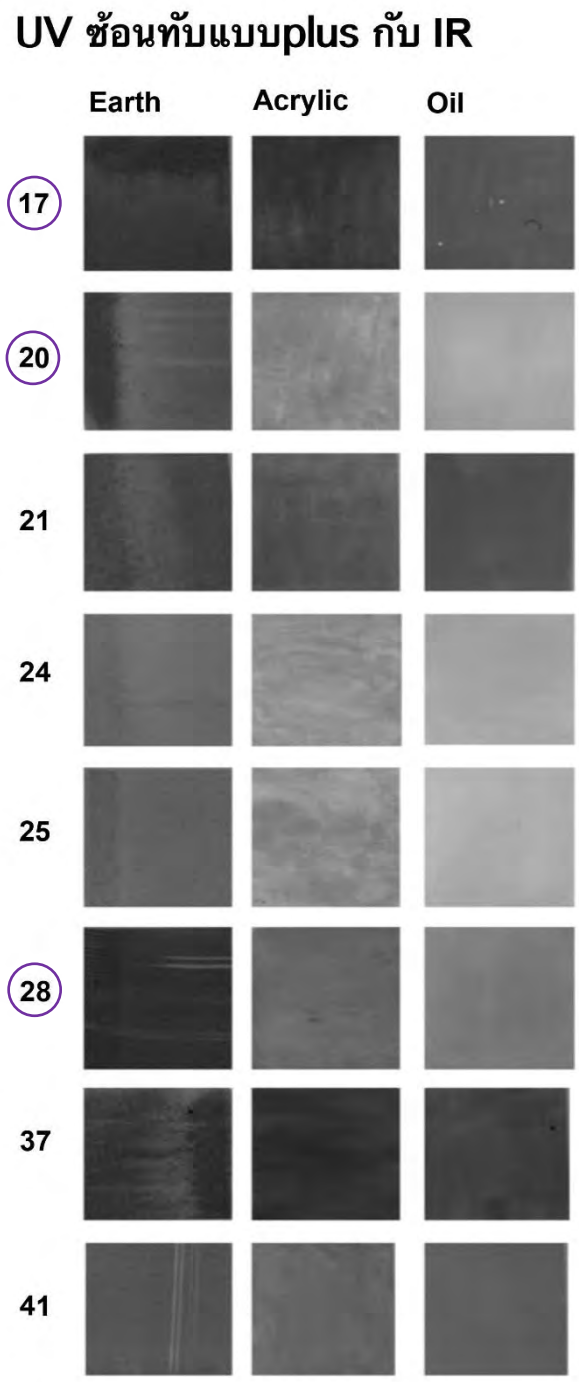
ภาพที่ 4.2 สีตัวอย่างทั้งหมด 27 สีที่นำมาทำการทดลองด้วยแสง Visible (ต่อ)

ผลจากการซ้อนทับกันของภาพ



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.065066	0.11308	0.16962
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.3 UV ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR



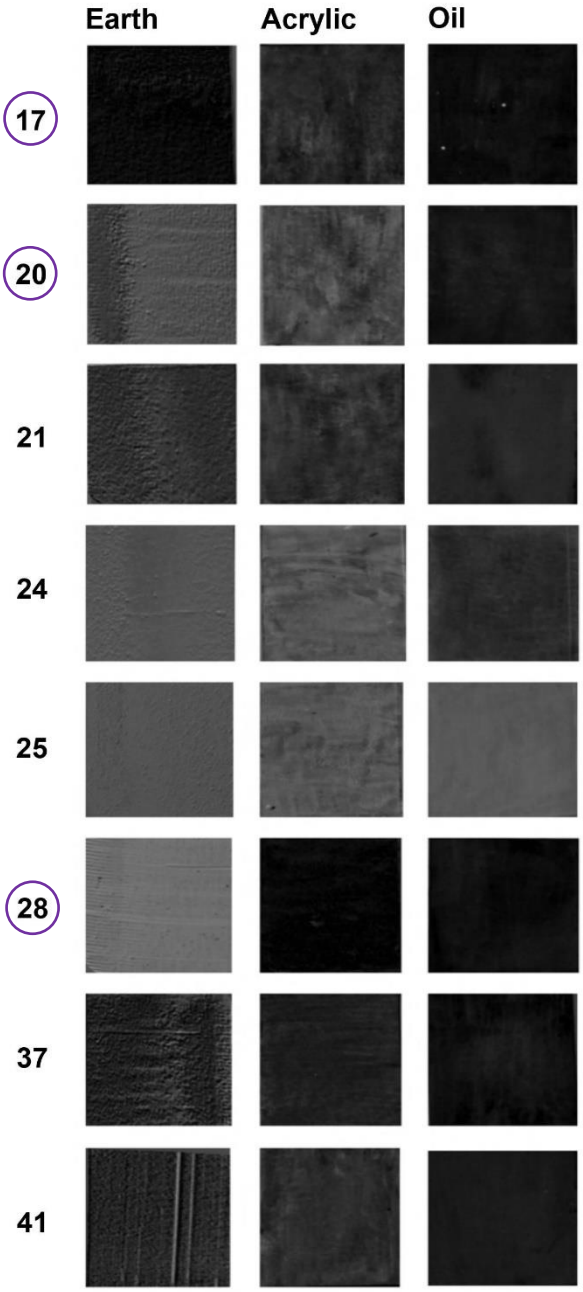
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 17		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.230785	0.268879	0.287365
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 20		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.445916	0.518059	0.597022
0il มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.302533	0.3607	0.442189
ใช้แยก Acrylic และ Oil		

ภาพที่ 4.4 UV ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR

Visible channel red ซ้อนทับแบบminus กับ IR

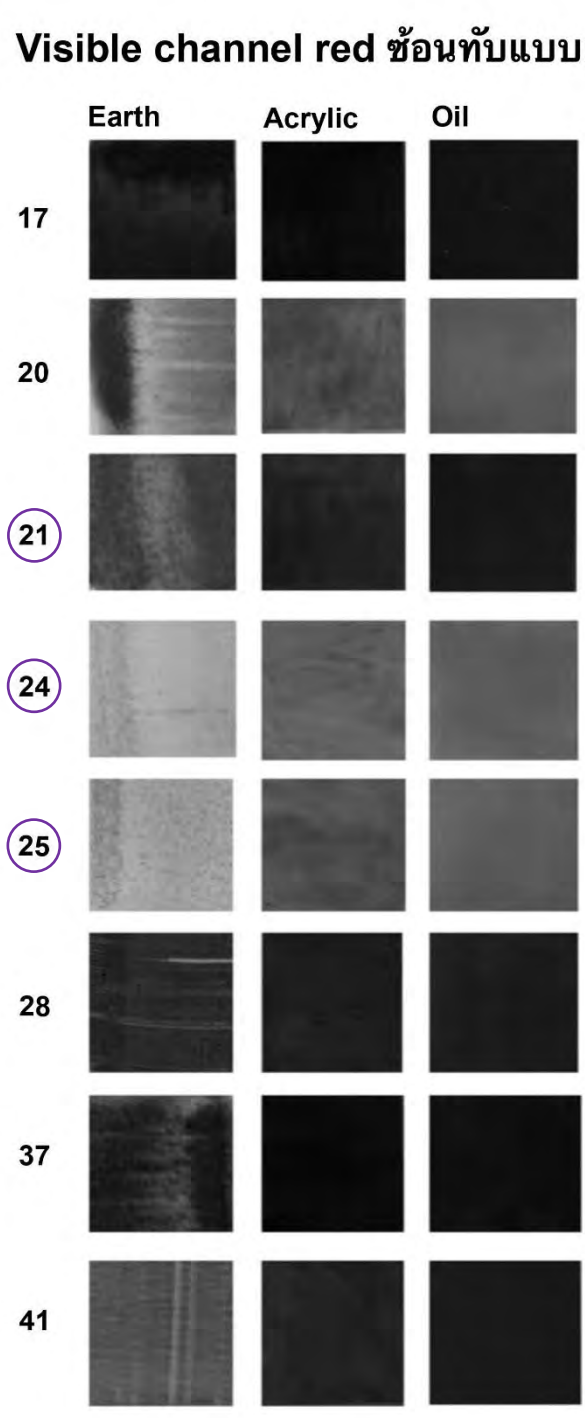


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 17		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.104594	0.090869	0.111741
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 20		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.302773	0.305812	0.333137
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.233481	0.175326	0.044481
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.5 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR

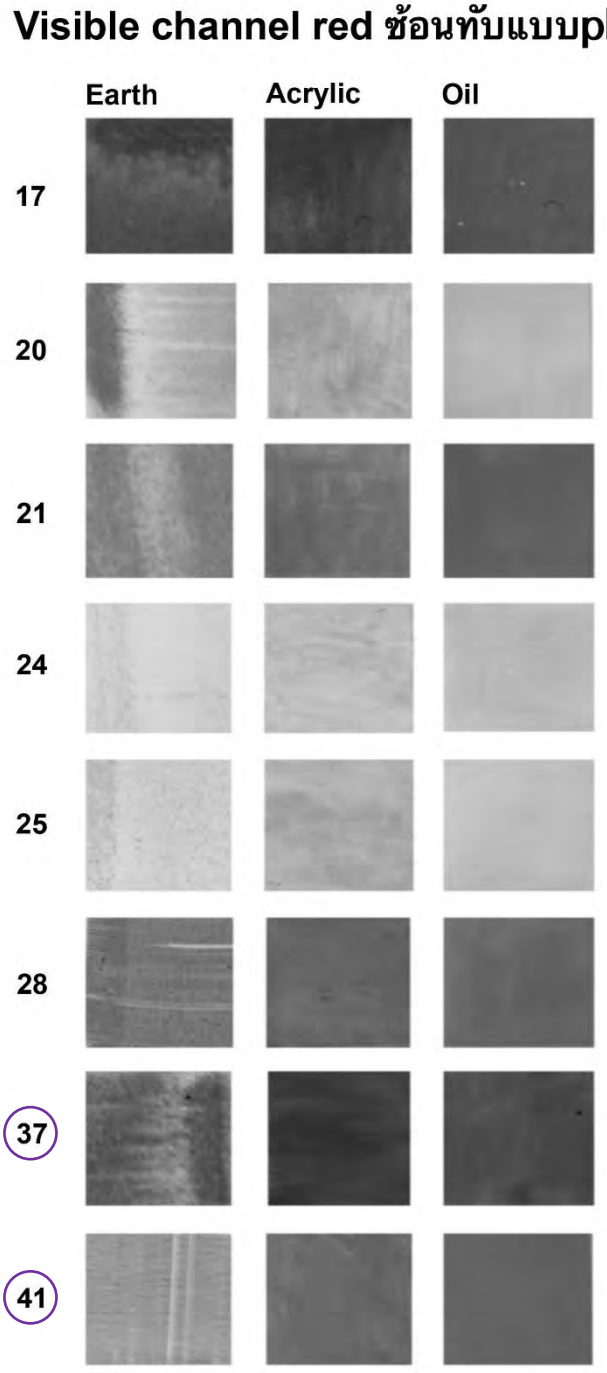


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.219568	0.177631	0.114374
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.516156	0.465088	0.368318
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.461724	0.428028	0.332894
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ภาพที่ 4.6 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR

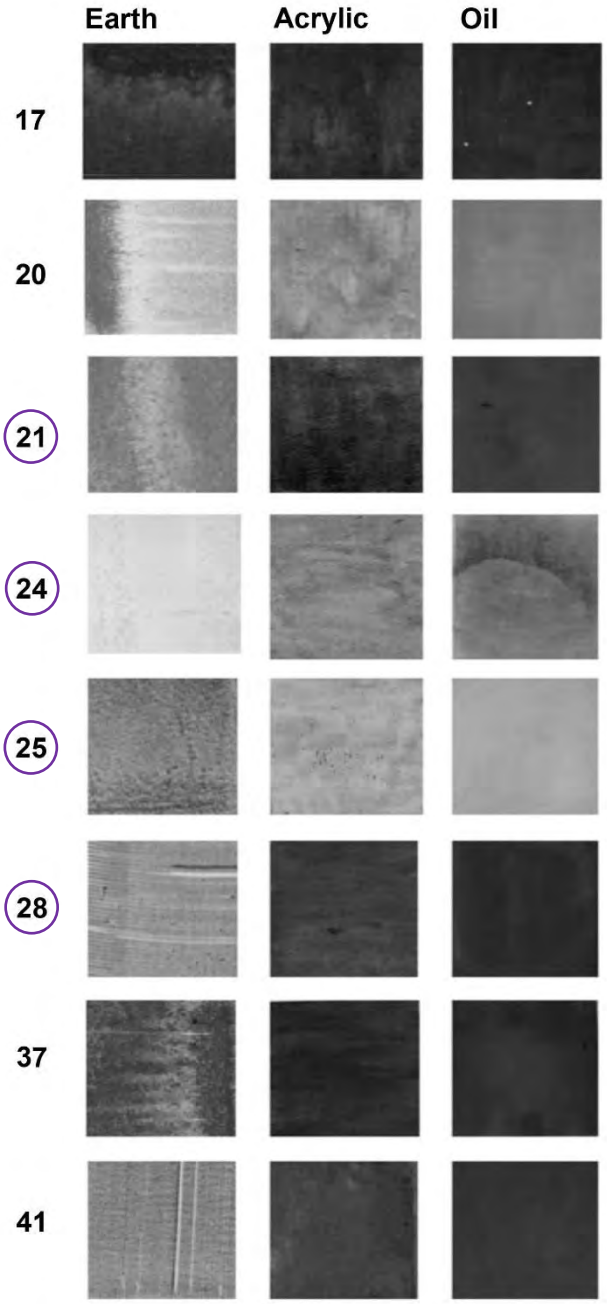


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 37		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.336981	0.321592	0.259923
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.519168	0.513987	0.461828
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ภาพที่ 4.7 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR

Visible channel red ซ้อนทับแบบminus กับ UV



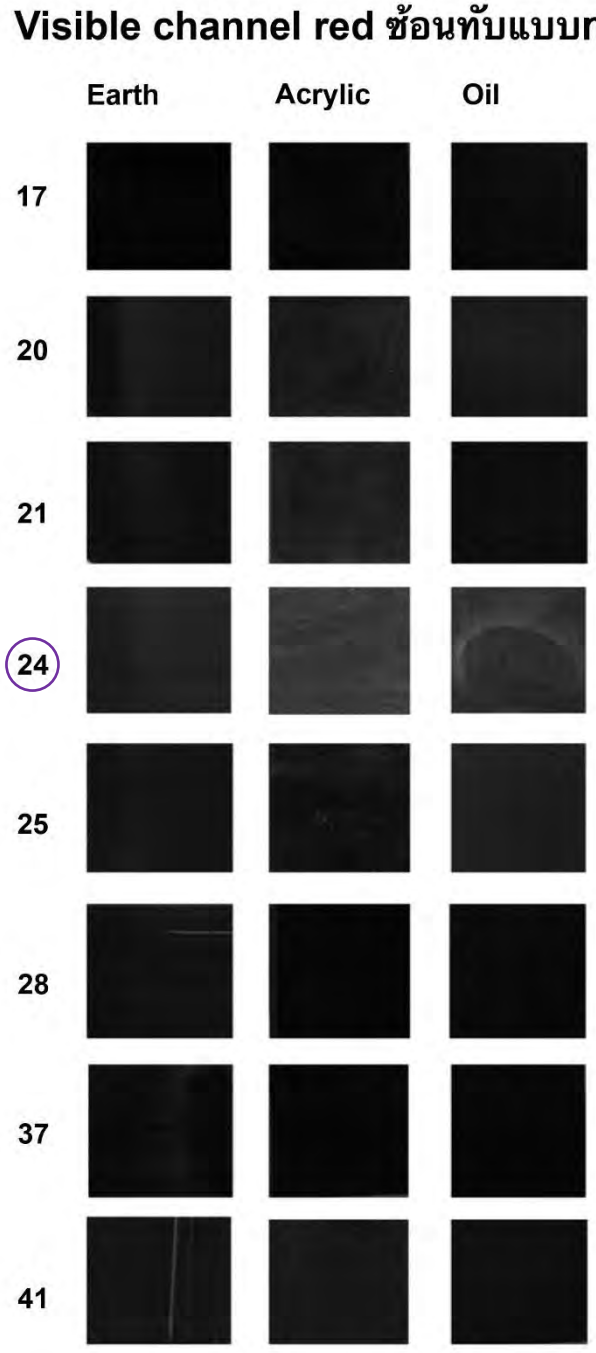
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.375756	0.330683	0.220763
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.682797	0.591765	0.462651
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.758761	0.723731	0.646203
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.422752	0.339229	0.214301
Acrylic และ Oil แยกจาก Earth pigment		

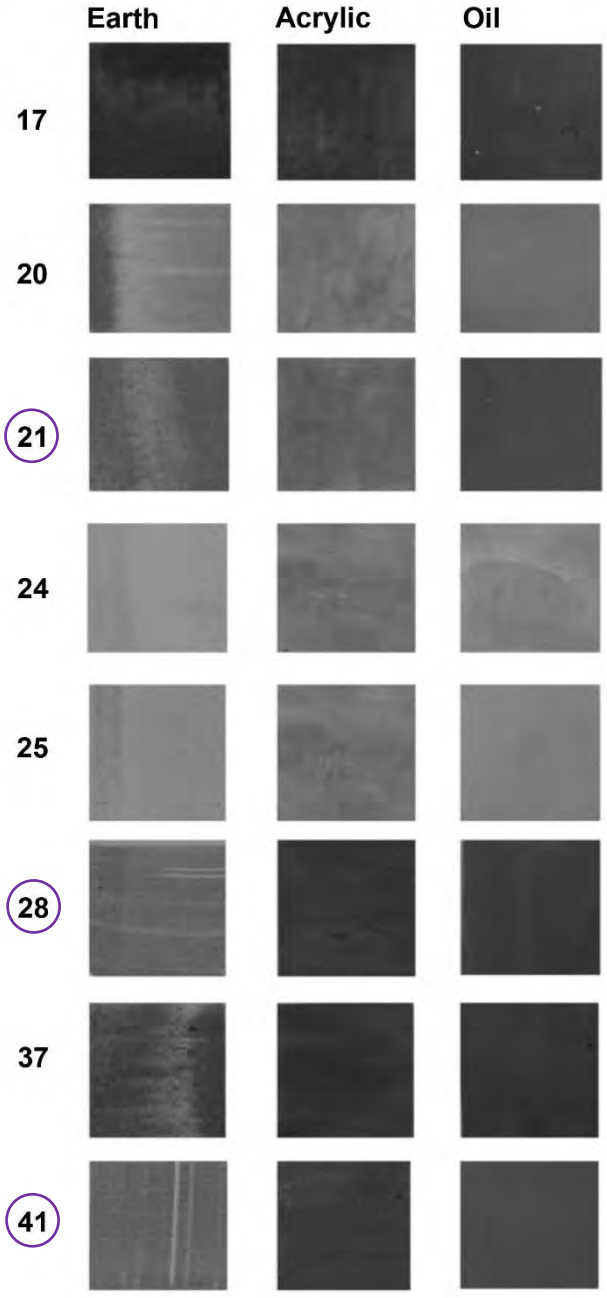
ภาพที่ 4.8 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.181598	0.186247	0.208987
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.9 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ UV

Visible channel red ซ้อนทับแบบplus กับ UV

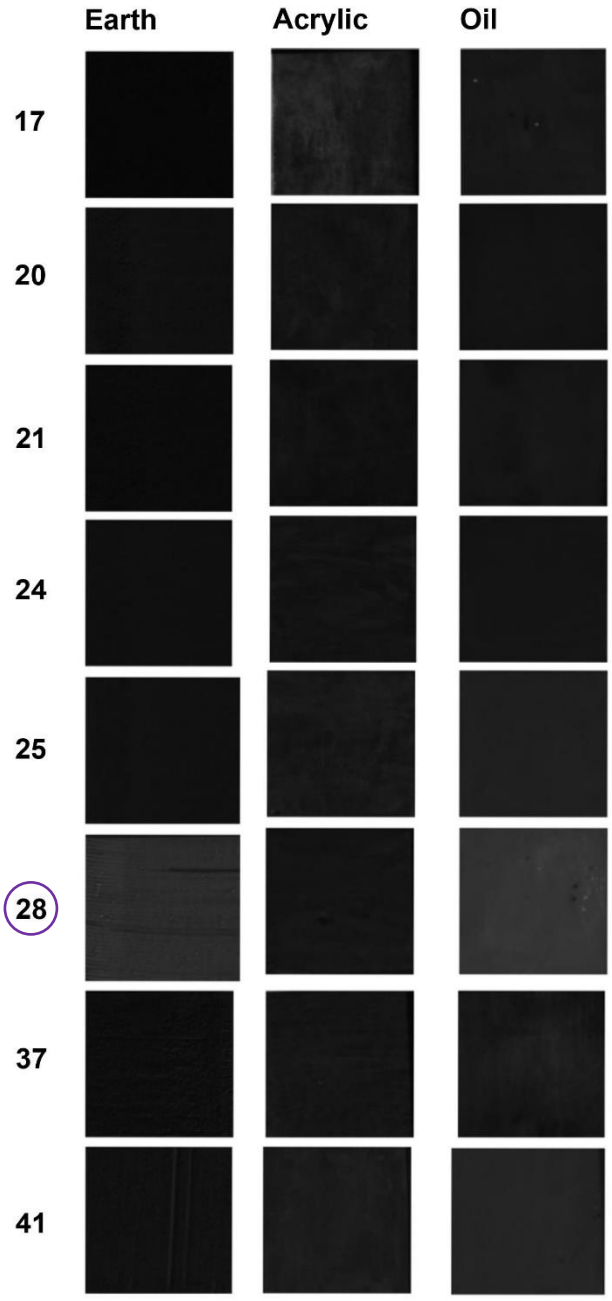


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.388538	0.354533	0.33757
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.312709	0.286112	0.225212
แยก Earth Pigment และ Acrylic		

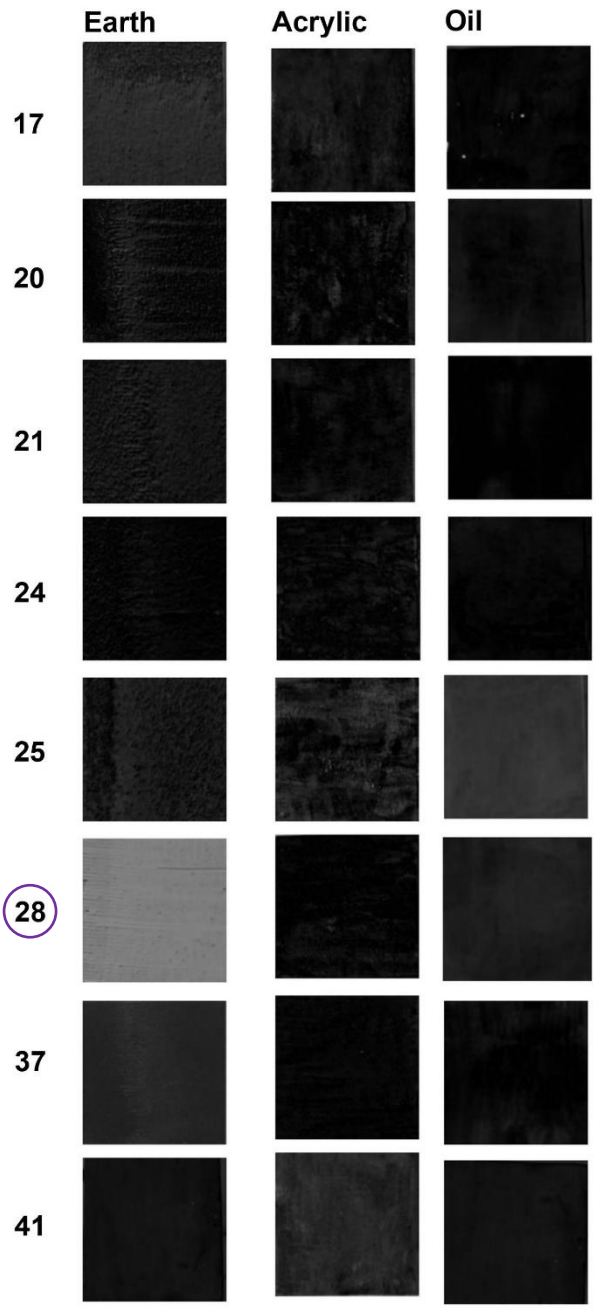
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.381477	0.405485	0.402984
Oil มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ภาพที่ 4.10 VIS (Red) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.114977	0.113906	0.0968
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

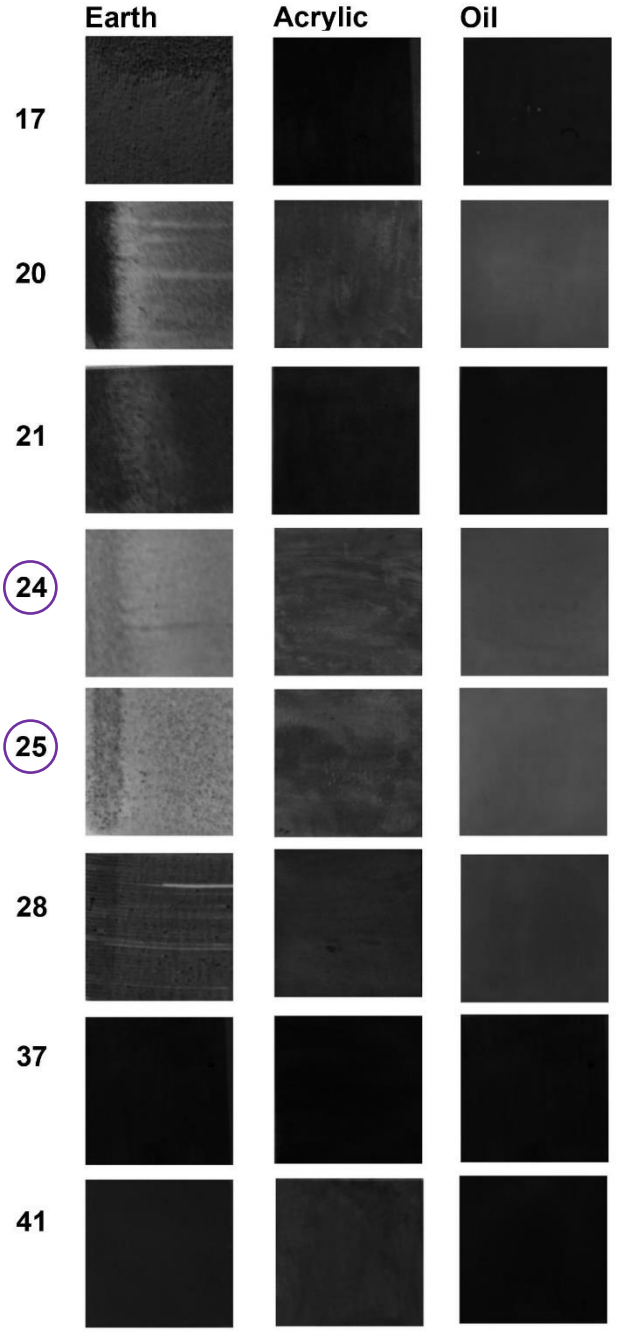
ภาพที่ 4.11 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Divide กับ IR



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.261428	0.21391	0.073331
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.12 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR

Visible channel green ซ้อนทับแบบmultiply กับ IR

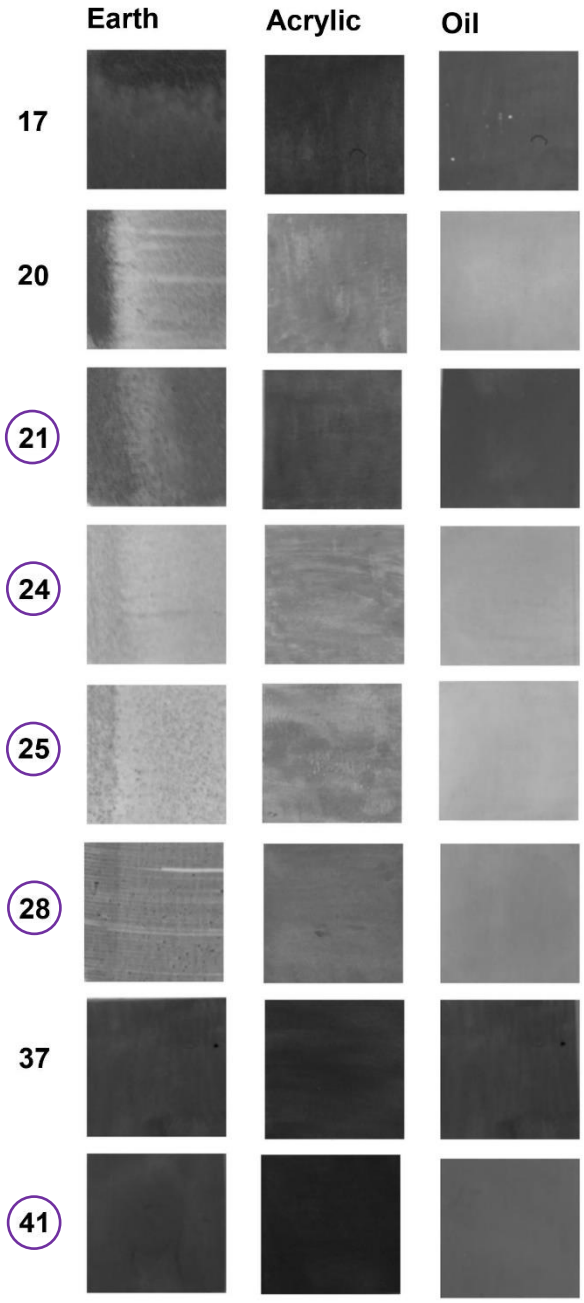


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.338331	0.311928	0.236198
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.340394	0.324486	0.250495
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ภาพที่ 4.13 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Multiply กับ IR

Visible channel green ซ้อนทับแบบplus กับ IR



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.357164	0.336907	0.299912
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.603245	0.611828	0.577218
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

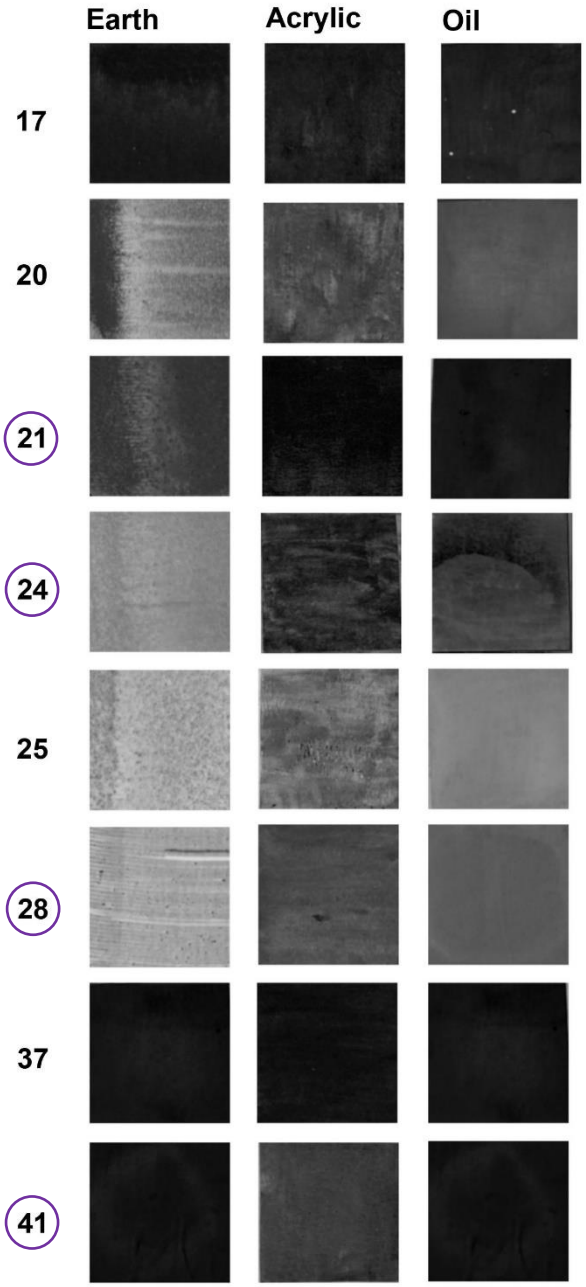
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.605158	0.629919	0.600556
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.466718	0.486276	0.474537
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.495553	0.493904	0.445723
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ภาพที่ 4.14 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR

Visible channel green ซ้อนทับแบบminus กับ UV



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.154344	0.132693	0.071572
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

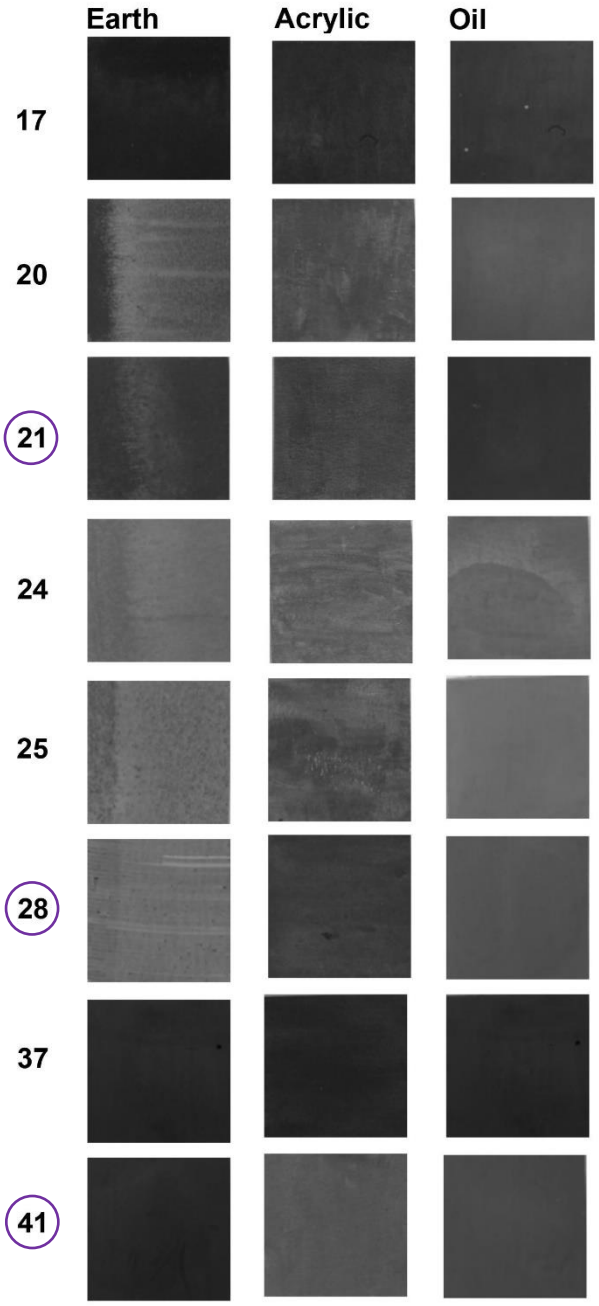
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.36484	0.3137	0.192959
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.474586	0.433082	0.326055
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.358765	0.38731	0.388963
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ภาพที่ 4.15 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV

Visible channel green ซ้อนทับแบบplus กับ UV

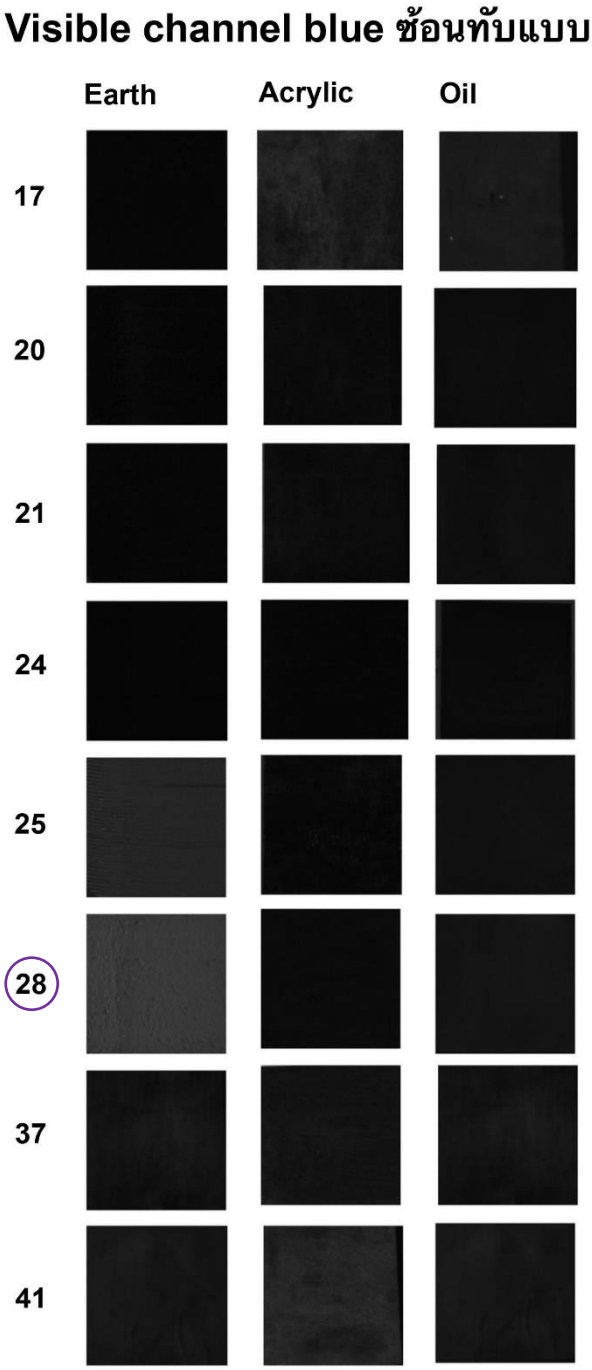


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.252955	0.23631	0.235431
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.335727	0.330678	0.27901
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.369317	0.310731	0.219755
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

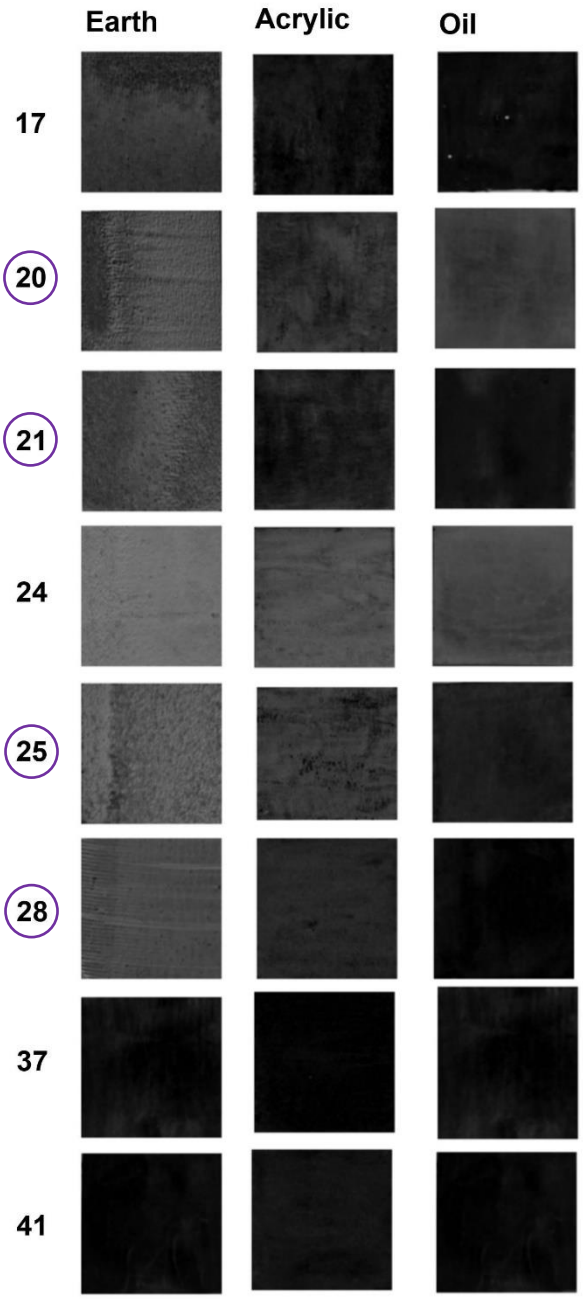
ภาพที่ 4.16 VIS (Green) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.095553	0.090715	0.062916
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.17 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Divide กับ IR

Visible channel blue ซ้อนทับแบบminus กับ IR



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 20		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.243176	0.23335	0.19631
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

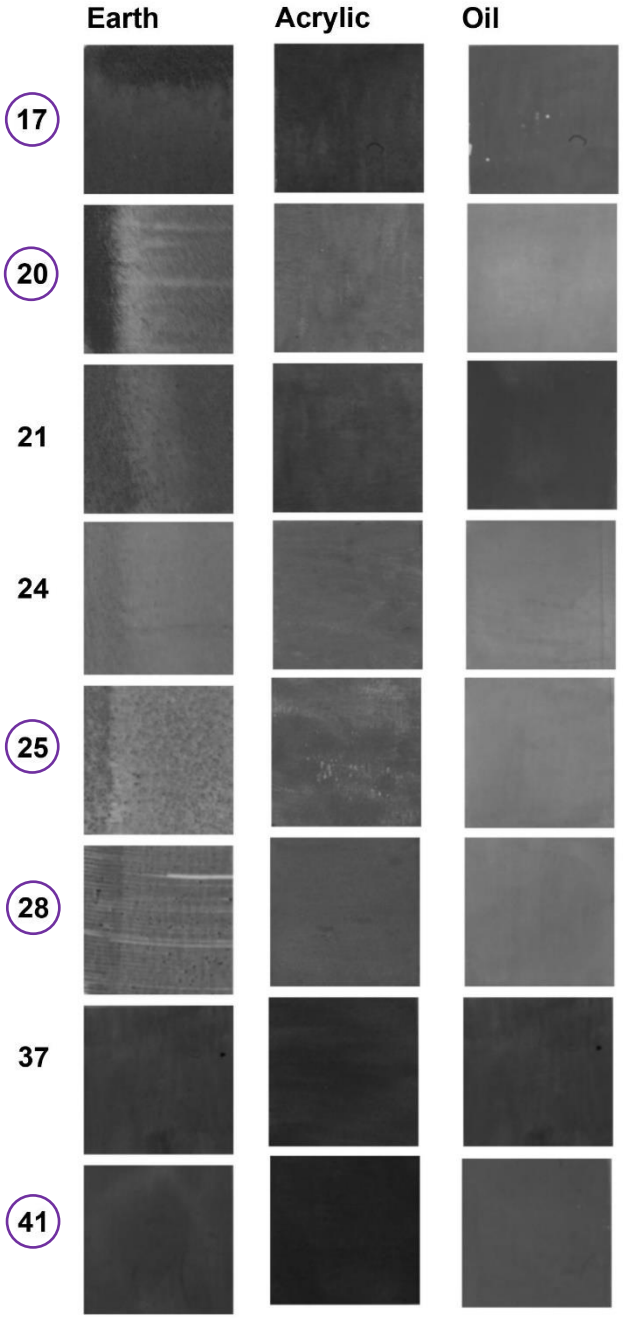
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 21		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.192272	0.151518	0.088558
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.280188	0.222524	0.159644
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.22039	0.153882	0.0864
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.18 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Minus กับ IR

Visible channel blue ซ้อนทับแบบplus กับ IR



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 17		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.232273	0.273586	0.284025
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 20		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.399232	0.448636	0.46639
0il มีความแตกต่างจากสีอื่น		

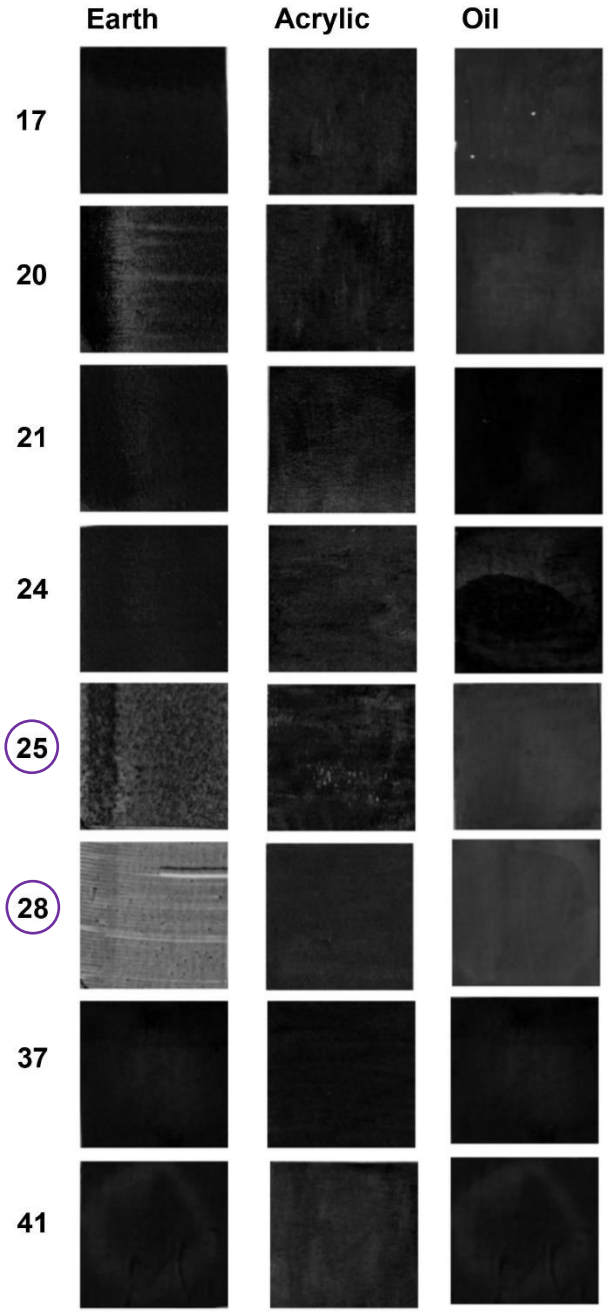
ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.40663	0.433427	0.417846
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.366202	0.390196	0.381972
สีทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกัน		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 41		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.411884	0.423454	0.397577
Earth Pigment มีความแตกต่างจากสีอื่น		

ภาพที่ 4.19 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Plus กับ IR

Visible channel blue ซ้อนทับแบบminus กับ UV

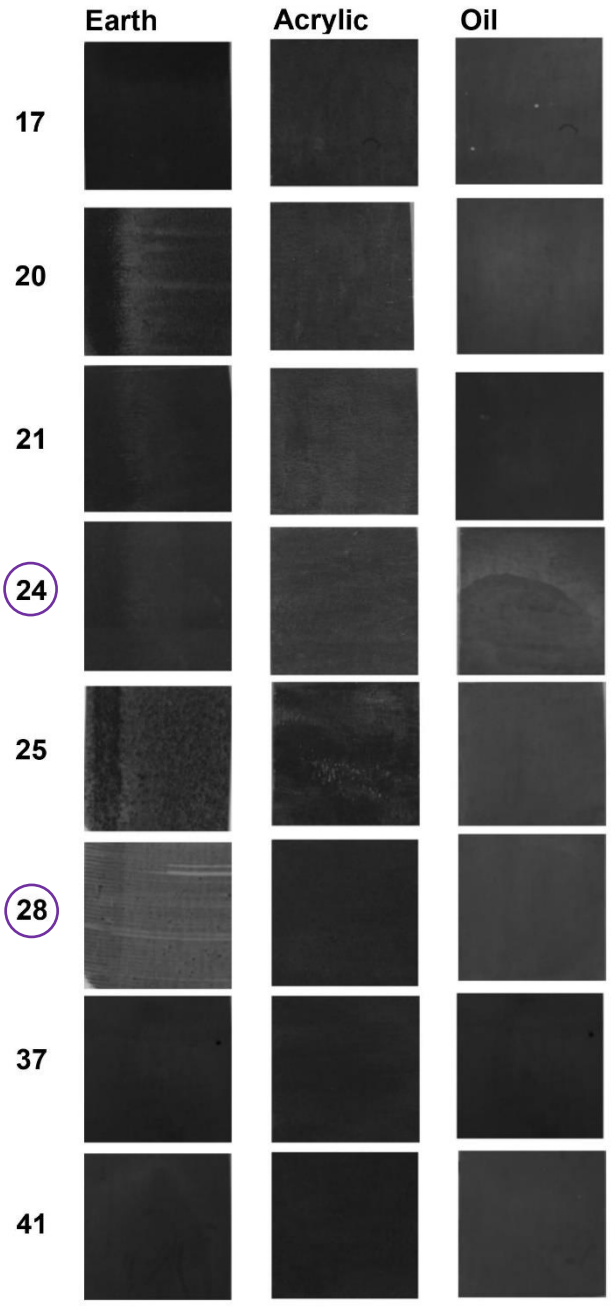


ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 25		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.151797	0.166853	0.149404
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.284851	0.261215	0.171364
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.20 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Minus กับ UV

Visible channel blue ซ้อนทับแบบplus กับ UV



ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 24		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.20593	0.230805	0.252989
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ค่าความแตกต่างของสี หมายเลข 28		
Earth Pigment และ Acrylic	Earth Pigment และ Oil	Acrylic และ Oil
0.240136	0.24363	0.199398
สีมีความใกล้เคียงกันมากใช้วิธีนี้แยกไม่ได้		

ภาพที่ 4.21 VIS (Blue) ซ้อนทับแบบ Plus กับ UV

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าการถ่ายภาพด้วยกล้อง Canon eos 5d mark2 ที่นำเอา IR filter ออก โดยใช้ Technical Photography(3 แบบ VIS, IR, UVR) และนำมาทำการซ้อนทับสีด้วยเขียนโปรแกรม Matlab เพื่อเลือกบาง Channel และดูค่าการสะท้อนของแสงต่างๆ ว่าสะท้อนต่อ UV, IR และ Visible light เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะท้อนแสงของสีแต่ละประเภท โดยทำการซ้อนทับกันที่ละ 2 methods โดยแต่ละภาพจะทำการซ้อนกัน 4 วิธี (plus, minus, multiply และ divide) สามารถแสดงผลเพื่อแยกชนิดสีที่แตกต่างกันได้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสี, เฉดสี และความเข้มของสี

ข้อเสนอแนะ

1. ไม่ควรให้แผ่นสีที่ทาสัมผัสกับสิ่งอื่นๆ เช่น นิ้วมือ
2. ควรใช้แสงไฟที่เหมือนกันในการทดลองทุกครั้ง รวมไปถึงระยะห่างของไฟและกล้องจากภาพ
3. ถ้าต้องการคำอธิบายเพื่อสนับสนุนการทดลองเพิ่มเติม สามารถใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Ocean Optics รุ่น USB4000 และนำข้อมูลมาเขียนกราฟใหม่ได้
4. สามารถหาเฉดสีเพิ่มเติมและนำมาทำการทดลองเพื่อหา Channel ที่แยกชนิดสีต่างๆ ของเฉดสีนั้นๆ
5. ควรทำให้ค่าสีที่จะมาเปรียบเทียบด้วยวิธีนี้มีค่าใกล้เคียงกันเมื่อถ่ายด้วยVIS
6. ควรใส่ Test Chart เสมอในการถ่าย

เอกสารอ้างอิง

[1] น. ณ ปากน้ำ (นามแฝง). 2521. **ศิลปะในกรุงเทพมหานคร ภาคแรก**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

[2] กาญจนา นาคสกุล. 2528. **ภาษาและวรรณคดีไทย.** มปท.

[3] เอกพงศ์ ประสงค์เงิน. 2548. **ภาษากับวัฒนธรรม**. ชลบุรี: ภาควิชาภาษาไทย คณะมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[4] สุรศักดิ์ เจริญวงศ์. ม.ป.ป. **สีโบราณของไทย.** เอกสารประกอบการสอน วิชาพื้นฐานสี คณะจิตรกรรม ประติมากรรมและภาพพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[5] พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. 2544. **เทคนิคการออกแบบงานกราฟิก.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเครชั่น

[6] รัฐพล บัวเทศ. 2559. **การประมาณค่าการสะท้อนแสงเชิงสเปกตรัมของสีในจิตรกรรมฝาผนังไทยจากมัลติสเปกตรัม**

[7] วัชรพงศ์ ทักษเดช. 2557. **การแบ่งส่วนภาพมัลติสเปกตรัมจากกล้องดิจิทัลสะท้อนแสงเดี่ยวดัดแปรโดยวิธีจัดกลุ่มแบบดชเค-มีนส์**

[8] Cosentino Heritage. 2014. **Identification of pigments by multispectral imaging: a flowchart method**

[9] Picture Number 5. https://chsopensource.org/1-technical-photography-tp/ (access 28/03/2020)

[10] Segmentation. http://staff.cs.psu.ac.th/sathit/344-671/Image%20Segmentation.pdf. (access 29/03/2020)

ภาคผนวก

<u>การใช้โปรแกรม Matlab ในการซ้อนทับภาพมีการใช้ชุดคำสั่ง ดังนี้</u>

1.1 ชุดคำสั่งการซ้อนทับภาพ UV และ IR

ขั้นที่ 1 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง UV และ IR มาใส่เข้าไปในโปรแกรม (% Import image)

ขั้นที่ 2 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง UV และ IR มาลบกัน (% ลบรูปminus)

ขั้นที่ 3 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง UV และ IR มาบวกกัน (% บวกรูปplus)

ขั้นที่ 4 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง UV และ IR มาหารกัน (% หารรูปdivide)

ขั้นที่ 5 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง UV และ IR มาคูณกัน (% คูณรูปmultiply)

```
% Import image
ir = im2double(imread('Earth_AllPigment_2 ir.JPG'));
uv = im2double(imread('Earth_AllPigment_2 UVR.JPG'));
ir_gray = rgb2gray(ir);
uv = rgb2gray(uv);

% ลบรูปminus
uv_ir_minus = abs(uv-ir_gray);

%บากรูปplus
uv_ir_plus = (uv+ir_gray);
uv_ir_plus = uv_ir_plus./max(max(uv_ir_plus));

%หารรูปdivide
uv_ir_divide = (uv./ir_gray);
uv_ir_divide = uv_ir_divide./max(max(uv_ir_divide));

%คูณรูปmultiply
uv_ir_multiply = uv-ir_gray;
```

หลังจากนั้นใช้ชุดคำสั่งบันทึกรูปภาพ (%save image) เพื่อบันทึกผลการทดลอง

```
%save image
imwrite(uv_ir_minus,'uv_ir_minus.tiff')

imwrite(uv_ir_plus,'uv_ir_plus.tiff')


imwrite(uv_ir_divide,'uv_ir_divide.tiff')


imwrite(uv_ir_multiply,'uv_ir_multiply.tiff')

clear all
```

1.2 ชุดคำสั่งการซ้อนทับภาพ VIS และ IR

ขั้นที่ 1 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ IR มาใส่เข้าไปในโปรแกรม (% Import image)

ขั้นที่ 2 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ IR มาลบกัน (% ลบรูปminus)

ขั้นที่ 3 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ IR มาบวกกัน (% บวกรูปplus)

```
% Import image
ir = im2double(imread('3IR.JPG'));
vis = im2double(imread('3VIS.JPG'));
ir_gray = rgb2gray(ir);

% ลบรูปminus
vis_ir_minus = abs(vis-ir_gray);
vis1_ir_minus = abs(vis(:,:,1)-ir_gray);
vis2_ir_minus = abs(vis(:,:,2)-ir_gray);
vis3_ir_minus = abs(vis(:,:,3)-ir_gray);

%บวกรูปplus
vis_ir_plus = (vis+ir_gray);
vis_ir_plus = vis_ir_plus./max(max(vis_ir_plus));

vis1_ir_plus = vis(:,:,1)+ir_gray;
vis1_ir_plus = vis1_ir_plus./max(max(vis1_ir_plus));

vis2_ir_plus = vis(:,:,2)+ir_gray;
vis2_ir_plus = vis2_ir_plus./max(max(vis2_ir_plus));

vis3_ir_plus = vis(:,:,3)+ir_gray;
vis3_ir_plus = vis3_ir_plus./max(max(vis3_ir_plus));
```

ขั้นที่ 4 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ IR มาหารกัน (% หารรูปdivide)

ขั้นที่ 5 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ IR มาคูณกัน (% คูณรูปmultiply)

```
%หารรูปdivide
vis_ir_divide = (vis./ir_gray);
vis_ir_divide = vis_ir_divide./max(max(vis_ir_divide));

vis1_ir_divide = vis(:,:,1)./ir_gray;
vis1_ir_divide = vis1_ir_divide./max(max(vis1_ir_divide));

vis2_ir_divide = vis(:,:,2)./ir_gray;
vis2_ir_divide = vis2_ir_divide./max(max(vis2_ir_divide));

vis3_ir_divide = vis(:,:,3)./ir_gray;
vis3_ir_divide = vis3_ir_divide./max(max(vis3_ir_divide));

%คูณรูปmultiply
vis_ir_multiply = vis-ir_gray;
vis1_ir_multiply = vis(:,:,1).*ir_gray;
vis2_ir_multiply = vis(:,:,2).*ir_gray;
vis3_ir_multiply = vis(:,:,3).*ir_gray;
```

หลังจากนั้นใช้ชุดคำสั่งบันทึกรูปภาพ (%save image) เพื่อบันทึกผลการทดลอง

```
%save image
imwrite(vis_ir_minus,'vis_ir_minus.tiff')
imwrite(vis1_ir_minus,'vis1_ir_minus.tiff')
imwrite(vis2_ir_minus,'vis2_ir_minus.tiff')
imwrite(vis3_ir_minus,'vis3_ir_minus.tiff')

imwrite(vis_ir_plus,'vis_ir_plus.tiff')
imwrite(vis1_ir_plus,'vis1_ir_plus.tiff')
imwrite(vis2_ir_plus,'vis2_ir_plus.tiff')
imwrite(vis3_ir_plus,'vis3_ir_plus.tiff')

imwrite(vis_ir_divide,'vis_ir_divide.tiff')
imwrite(vis1_ir_divide,'vis1_ir_divide.tiff')
imwrite(vis2_ir_divide,'vis2_ir_divide.tiff')
imwrite(vis3_ir_divide,'vis3_ir_divide.tiff')

imwrite(vis_ir_multiply,'vis_ir_multiply.tiff')
imwrite(vis1_ir_multiply,'vis1_ir_multiply.tiff')
imwrite(vis2_ir_multiply,'vis2_ir_multiply.tiff')
imwrite(vis3_ir_multiply,'vis3_ir_multiply.tiff')


clear all
```

1.3 ชุดคำสั่งการซ้อนทับภาพ VIS และ UV

ขั้นที่ 1 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ UV มาใส่เข้าไปในโปรแกรม (% Import image)

ขั้นที่ 2 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ UV มาลบกัน (% ลบรูปminus)

ขั้นที่ 3 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ UV มาบวกกัน (% บวกรูปplus)

```
% Import image
uv = im2double(imread('3UVR.JPG'));
vis = im2double(imread('3VIS.JPG'));
uv_gray = rgb2gray(uv);

% ลบรูปminus
vis_uv_minus = abs(vis-uv_gray);
vis1_uv_minus = abs(vis(:,:,1)-uv_gray);
vis2_uv_minus = abs(vis(:,:,2)-uv_gray);
vis3_uv_minus = abs(vis(:,:,3)-uv_gray);

%บวกรูปplus
vis_uv_plus = (vis+uv_gray);
vis_uv_plus = vis_uv_plus./max(max(vis_uv_plus));

vis1_uv_plus = vis(:,:,1)+uv_gray;
vis1_uv_plus = vis1_uv_plus./max(max(vis1_uv_plus));

vis2_uv_plus = vis(:,:,2)+uv_gray;
vis2_uv_plus = vis2_uv_plus./max(max(vis2_uv_plus));

vis3_uv_plus = vis(:,:,3)+uv_gray;
vis3_uv_plus = vis3_uv_plus./max(max(vis3_uv_plus));
```

ขั้นที่ 4 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ UV มาหารกัน (% หารรูปdivide)

ขั้นที่ 5 การนำรูปที่ถ่ายด้วยแหล่งแสง VIS และ UV มาคูณกัน (% คูณรูปmultiply)

```
%หารรูปdivide
vis_uv_divide = (vis./uv_gray);
vis_uv_divide = vis_uv_divide./max(max(vis_uv_divide));

vis1_uv_divide = vis(:,:,1)./uv_gray;
vis1_uv_divide = vis1_uv_divide./max(max(vis1_uv_divide));

vis2_uv_divide = vis(:,:,2)./uv_gray;
vis2_uv_divide = vis2_uv_divide./max(max(vis2_uv_divide));

vis3_uv_divide = vis(:,:,3)./uv_gray;
vis3_uv_divide = vis3_uv_divide./max(max(vis3_uv_divide));

%คูณรูปmultiply
vis_uv_multiply = vis-uv_gray;
vis1_uv_multiply = vis(:,:,1).*uv_gray;
vis2_uv_multiply = vis(:,:,2).*uv_gray;
vis3_uv_multiply = vis(:,:,3).*uv_gray;
```

หลังจากนั้นใช้ชุดคำสั่งบันทึกรูปภาพ (%save image) เพื่อบันทึกผลการทดลอง

```
%save image
imwrite(vis_uv_minus,'vis_uv_minus.tiff')
imwrite(vis1_uv_minus,'vis1_uv_minus.tiff')
imwrite(vis2_uv_minus,'vis2_uv_minus.tiff')
imwrite(vis3_uv_minus,'vis3_uv_minus.tiff')

imwrite(vis_uv_plus,'vis_uv_plus.tiff')
imwrite(vis1_uv_plus,'vis1_uv_plus.tiff')
imwrite(vis2_uv_plus,'vis2_uv_plus.tiff')
imwrite(vis3_uv_plus,'vis3_uv_plus.tiff')

imwrite(vis_uv_divide,'vis_uv_divide.tiff')
imwrite(vis1_uv_divide,'vis1_uv_divide.tiff')
imwrite(vis2_uv_divide,'vis2_uv_divide.tiff')
imwrite(vis3_uv_divide,'vis3_uv_divide.tiff')

imwrite(vis_uv_multiply,'vis_uv_multiply.tiff')
imwrite(vis1_uv_multiply,'vis1_uv_multiply.tiff')
imwrite(vis2_uv_multiply,'vis2_uv_multiply.tiff')
imwrite(vis3_uv_multiply,'vis3_uv_multiply.tiff')

clear all
```

ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัยคนที่ 1

ชื่อ – ชื่อสกุล นางสาวโชษิตา วัชโรทัย

วัน เดือน ปีเกิด 3 ตุลาคม 2540

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพฯ

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 720/11 ซอยเพชรเกษม3 ถนนเพชรเกษม แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพ 10600

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน นิสิต/นักศึกษา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 โรงเรียนซางตาครูสคอนแวนท์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2563 กำลังศึกษาระดับชั้นปีที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยคนที่ 2

ชื่อ – ชื่อสกุล นางสาวณัฏฐ์ปภัสร์ หาญลำยวง

วัน เดือน ปีเกิด 12 มกราคม 2541

สถานที่เกิด จังหวัดอ่างทอง

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 28 หมู่บ้านโพธิ์ทอง ต.โพธาราม อ.โพธาราม จ.ราชบุรี

รหัสไปรษณีย์ 70120

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน นิสิต/นักศึกษา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 โรงเรียนแย้มวิทยการ จังหวัดราชบุรี

พ.ศ. 2558 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดราชบุรี

พ.ศ. 2563 กำลังศึกษาระดับชั้นปีที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย