



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการแยกพื้นหลังธรรมชาติ
โดยใช้ข้อมูลจากภาพหลายมุมมอง

A Comparative Study on the Performance of
the Natural Background Segmentation Using Multiple-View Images

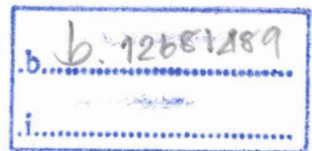
รศ.ดร.นพพร โชติภักดิ์
นาย แมน เตมียกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

BCH
no 176A
2556



เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 137997
วันที่..... 8 09 2559

สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อสงวนไว้สำหรับงานวิจัยที่มีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาเชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการแยกพื้นหลังธรรมชาติโดยใช้ข้อมูลจากภาพหลายมุมมอง

แหล่งเงิน เงินรายได้ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556

ชื่อ - สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัยพร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด และอีเมล

1.รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

2.นาย แมน เตมียกุล คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้นำเสนอผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการแยกพื้นหลังธรรมชาติเพื่อการซ้อนภาพ(Matting) โดยใช้ข้อมูลจากภาพหลายมุมมอง โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแยกพื้นหลังธรรมชาติ จากการใช้เทคโนโลยีการหาระยะความลึก (Depth) ของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพหลายมุมมองมาเป็นส่วนช่วยในการแยกภาพวัตถุเบื้องหน้า เปรียบเทียบกับวิธีการแยกภาพพื้นหลังธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากข้อมูลระยะลึกที่ได้จากกล้องหลายมุมมอง ทำให้สามารถกำหนดส่วนบริเวณภาพฉากหน้า พื้นหลังและบริเวณรอยต่อได้โดยอัตโนมัติ และโดยการใช้ข้อมูลระยะลึกร่วมกับข้อมูลในภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพแบบปกติ พบว่าประสิทธิภาพในการแยกภาพพื้นหลังธรรมชาติสูงขึ้นกว่าวิธีการใช้ข้อมูลสีเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ (Keywords) : Digital matting, Alpha channel, Blue screen matting, Depth sensor, Chroma key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title A Comparative Study on the Performance of the Natural Background Segmentation Using Multiple-View Images

Faculty: Information Technology

Researcher: 1. Assoc. Prof. Dr. Nopporn Chotikakamthorn
2. Mr. Man Tamiyakul

Abstract

This report presents the results of a study on the performance of the technique to separate natural background for matting using images from multiple views. In this study, an efficiency of the proposed technique was conducted and compared with the current technique. From depth information obtained using a multi view camera, the foreground image area can be separated automatically from the background area. By using depth information with the image data from cameras, we found that the efficiency of natural background separation from this method is better than the method which using color data only.

Keywords Digital matting, Alpha channel, Blue screen matting, Depth sensor, Chroma key

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนเงินวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร

นาย แมน เตมียกุล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	iv
สารบัญภาพ	v
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	1
1.4 ระเบียบวิจัย	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 การซ้อนภาพ (Image Matting)	2
2.2 หลักการทั่วไปของการซ้อนภาพพื้นหลัง	3
2.3 เทคนิคการซ้อนภาพฉากหลังแบบดิจิทัล	5
2.4 การปรับปรุงคุณภาพในการซ้อนภาพด้วยวิธีการแบบดิจิทัล	7
2.5 เทคนิคการซ้อนภาพสำหรับพื้นหลังธรรมชาติ	9
บทที่ 3 การแยกพื้นหลังธรรมชาติจากภาพหลายมุมมองด้วยอุปกรณ์ Kinect	12
3.1 การถ่ายภาพหลายมุมมองด้วยอุปกรณ์ Kinect	12
3.2 การปรับค่าอุปกรณ์ Kinect	12
3.3 การนำข้อมูลความลึกจากอุปกรณ์ Kinect มาใช้ประโยชน์ในการ Matting	13
3.3.1 การสร้าง Trimap จากข้อมูลความลึก	13
3.3.2 การใช้ข้อมูล มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำ Bayesian matting	15
บทที่ 4 ผลการทดลอง	20
4.1 ขั้นตอนการทดลอง	20
4.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ในแต่ละรอบการทำงาน (Iteration)	21
4.3 ทดลองเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ใช้ Low-pass กับไม่ใช้ Low-pass	23
4.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการ	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการใช้การซ้อนภาพแบบบลูสกิน	2
2.2 แสดงขั้นตอนการซ้อนภาพพื้นหลังโดยทั่วไป	4
2.3 การใช้ภาพแมทในการตัดส่วนของภาพที่ไม่ต้องการออก	5
2.4 แสดงการจัดเก็บค่าสีในแต่ละพิกเซลของภาพดิจิทัล	5
2.5 ตัวอย่างขั้นตอนโดยทั่วไปในการซ้อนภาพแบบดิจิทัล	6
2.6 ตัวอย่างการเกิดบลูสปีล	8
2.7 ตัวอย่างค่าสีของพิกเซลที่บันทึกได้	8
2.8 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขต	10
2.9 ตัวอย่างภาพ Trimap ที่แสดงขอบเขตทั้งสามส่วนของภาพ	10
3.1 ภาพอุปกรณ์ Kinect	12
3.2 ตัวอย่างภาพ Checkerboard	13
3.3 ตัวอย่างภาพระยะลึกที่มีบริเวณไม่ทราบค่า	13
3.4 ตัวอย่างภาพระยะลึกที่ประมาณค่าความลึกจากบริเวณใกล้เคียง	14
3.5 ภาพที่ได้จากการทำ Threshold	14
3.6 ภาพ Trimap โดยใช้ค่าความลึก	14
3.7 ตัวอย่างการหาขอบที่ผิดพลาดเพราะมีหลายระยะเกินไป	15
3.8 ตัวอย่างการประมาณค่า Alpha	16
3.9 ตัวอย่างการใช้งาน Window ในการหาค่า	16
4.1 การจัดวางสถานที่ถ่ายภาพ	20
4.2 ตัวอย่างภาพข้อมูลที่ทราบค่า alpha	21
4.3 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 1 จำนวน 10 รอบ	21
4.4 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 2 จำนวน 10 รอบ	22
4.5 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 3 จำนวน 10 รอบ	22
4.6 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 4 จำนวน 10 รอบ	23
4.7 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE ระหว่างวิธีการที่ 1 กับ 2	23
4.8 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE ระหว่างวิธีการที่ 3 กับ 4	24
4.9 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE แต่ละวิธีการทดลอง	24
4.10 ภาพตัวผลลัพธ์ของแต่ละวิธี	25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแยกพื้นหลังธรรมชาติจากภาพหรือวิดีโอที่ถ่ายได้ เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการปรับแต่งภาพถ่ายวิดีโอในงานด้านต่าง ๆ เช่น ในการถ่ายทำภาพยนตร์ โทรทัศน์ การตัดต่อวิดีโอเพื่อนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม ตลอดจนการปรับแต่งรูปภาพนิ่ง โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการแยกพื้นหลังธรรมชาติ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลความลึก (Depth information) ของวัตถุในภาพ และข้อมูลภาพถ่ายหลายมุมมอง (Multiview images) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าว ตลอดจนความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการแยกพื้นหลังธรรมชาติจากภาพถ่ายดิจิทัล โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลภาพถ่ายหลายมุมมองและข้อมูลระยะลึกของวัตถุในภาพ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เป็นการศึกษาเกี่ยวกับภาพนิ่งดิจิทัล
2. จำกัดการใช้ข้อมูลภาพถ่ายหลายมุมมองไว้ไม่เกิน 3 มุมมอง

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. จัดทำฐานข้อมูลภาพเพื่อการทดสอบ
3. เน้นการทดสอบด้วยภาพจำลอง
4. ดำเนินการทดสอบจากภาพถ่ายจริง
5. สรุปผลการทดสอบเชิงเปรียบเทียบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

1. ทราบขีดความสามารถของวิธีการที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงเทคนิคที่มีในปัจจุบันให้ดีขึ้น

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี การซ้อนภาพ (Image matting)

เทคนิคการซ้อนภาพ (Image matting) เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการถ่ายทำภาพยนตร์สื่อวิดีโอหรือโทรทัศน์ บางครั้งมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนพื้นหลัง (Background) ที่ปรากฏในภาพที่ถ่ายทำในครั้งแรกด้วยพื้นหรือฉากหลังใหม่โดยไม่ให้กระทบกับภาพของผู้แสดงหรือวัตถุที่อยู่ด้านหน้า (Foreground) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากความจำเป็นในการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต คิว้นัดหมายนักแสดงในการถ่ายทำที่จำกัดหรือเพื่อประกอบการสร้างเทคนิคพิเศษด้านภาพ (Visual/special effects) ที่ไม่สามารถหาสร้างหรือจำลองฉากหลังจริงขึ้นมาได้ เป็นต้น ซึ่งเทคนิคในการซ้อนภาพฉากหลังดังกล่าว เป็นที่รู้จักและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมาหลายสิบปี แต่อาจเป็นที่รู้จักกันในชื่อที่แตกต่างกัน เช่น เทคนิคแบบบลูสกรีน (Blue screen matting) หรือเทคนิคโครมาคีย์ (Chroma key)

ในอดีตการซ้อนภาพลงบนแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์ ต้องอาศัยกระบวนการในการล้างฟิล์มและถ่ายทำซ้ำหลายครั้ง เพื่อให้ได้ผลที่ต้องการ ในขณะที่กระบวนการในระบบการบันทึกภาพด้วยเทปวิดีโอ (Video tape) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตรายการโทรทัศน์ จะอาศัยการประมวลผลภาพด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบอนาล็อก ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ต้องอาศัยการจัดฉากหลังและแสงที่เหมาะสมจึงจะได้คุณภาพของภาพที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญบางประการ กล่าวคือจะให้ผลไม่ดีนักกับบริเวณของภาพที่ปรากฏวัตถุด้านหน้าที่มีขนาดเล็ก เช่น เส้นผม หรือวัตถุที่มีความโปร่งแสงบางส่วน รวมทั้งความจำเป็นที่ต้องจัดฉากหลังในการถ่ายทำให้เป็นพื้นสีเดียว เช่น สีน้ำเงิน หรือ สีเขียว ไม่สามารถใช้กับภาพที่ถ่ายทำโดยติดพื้นหลังใด ๆ ที่ปรากฏตามธรรมชาติได้ [3-4]



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการใช้การซ้อนภาพแบบบลูสกรีนเพื่อการซ้อนภาพฉากหลัง ในรายการโทรทัศน์ และอุตสาหกรรมภาพยนตร์ (ภาพโดย Mark Barker จาก <http://commons.wikimedia.org>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

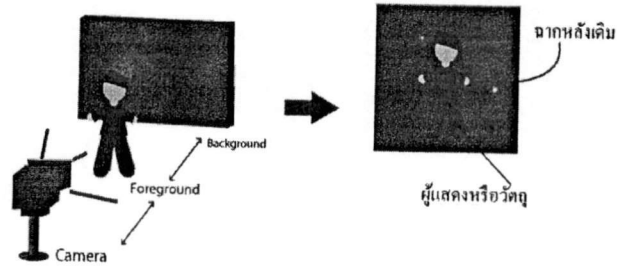
ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลและคอมพิวเตอร์ ทำให้ในปัจจุบัน เทคนิคการซ้อนภาพได้ถูกพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากประสิทธิภาพที่สูงขึ้นของคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งเทคนิคการซ้อนภาพแบบดิจิทัลใหม่ ๆ ที่มีการพัฒนาขึ้นช่วยลดข้อจำกัดหลายประการของเทคนิคการซ้อนภาพในแบบเดิมได้ บทความนี้ได้นำเสนอหลักการโดยทั่วไปของเทคนิคการซ้อนภาพ ทั้งในระบบเดิมและในระบบดิจิทัล จากนั้นจะอธิบายถึงหลักการพื้นฐานของเทคนิคแบบดิจิทัล พร้อมทั้งระบุข้อดีของเทคนิคดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคแบบเดิมในระบบอนาล็อก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถของเทคนิคการซ้อนภาพแบบดิจิทัลใหม่ ๆ ที่สามารถทำงานได้กับภาพที่ถ่ายโดยติดพื้นหลังใด ๆ ซึ่งเรียกรวม ๆ กันว่าเป็นพื้นหลังธรรมชาติได้

2.2 หลักการทั่วไปของการซ้อนภาพพื้นหลัง

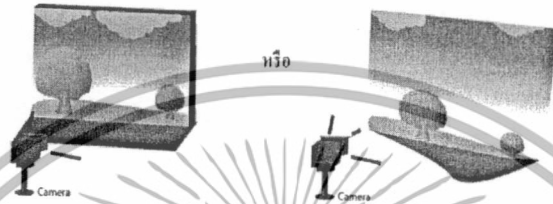
การซ้อนภาพพื้นหลังมีหลักการและขั้นตอนโดยทั่วไป แสดงดังในภาพที่ 2.2 จากภาพ สามารถอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ได้โดยสังเขป ดังนี้

- 1) ทำการถ่ายภาพนักแสดงหรือวัตถุที่จะปรากฏอยู่ด้านหน้ากล้องในภาพ โดยในขั้นตอนนี้ สำหรับเทคนิคการซ้อนภาพโดยทั่วไป จำเป็นต้องจัดฉาก (Screen) ที่เป็นพื้นหลังสีเดียว เช่น สีน้ำเงิน หรือสีเขียว ในขณะที่เทคนิคการซ้อนภาพแบบดิจิทัลสมัยใหม่ อาจเป็นพื้นหลังใด ๆ เช่น พื้นหลังที่ปรากฏตามธรรมชาติ ณ สถานที่ที่ถ่ายทำนั้น ๆ ในภาพตัวอย่าง แสดงเฉพาะกรณีที่พื้นหลังเป็นฉากสีน้ำเงิน เพื่อง่ายต่อการนำเสนอ
- 2) ทำการจัดเตรียมฉากหลังใหม่ ซึ่งอาจจัดทำโดยการวาดหรือสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออาจจะเป็นการถ่ายภาพวัตถุหรือสถานที่จริงก็ได้
- 3) ทำการตัดส่วนที่เป็นฉากหลังออกไปจากภาพที่ถ่ายได้จากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งจะมีผลทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นสีดำสนิท
- 4) จากภาพที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ทำกระบวนการเดียวกับในขั้นตอนที่ 3 หากแต่ในขั้นตอนนี้ ตัดภาพในบริเวณที่ตรงกับตำแหน่งของนักแสดงในภาพที่ถ่ายจากขั้นตอนที่ 1 แทน
- 5) นำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 และ 4 มาผสมเข้าด้วยกัน โดยส่วนที่เป็นสีดำในแต่ละภาพ จะไม่มีผลต่อสีหรือความสว่างของภาพบริเวณนั้นหลังการผสมเข้าด้วยกัน ทำให้ในภาพสุดท้าย บริเวณที่เป็นนักแสดงหรือวัตถุที่อยู่ด้านหน้าจะยังคงเหมือนภาพต้นฉบับที่ถ่ายได้จากในขั้นตอนที่ 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบริเวณฉากหลังเดิมที่ถูกแทนที่ด้วยฉากหลังใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. ถ่ายภาพนักแสดงที่มีพื้นหลังเป็นสีเขียว



2. ถ่ายหรือสร้างภาพฉากหลังใหม่ที่ต้องการ



3. ตัดฉากหลังออกจากภาพต้นฉบับ



4. ตัดบริเวณที่ซ้อนทับตำแหน่งนักแสดงออกจากภาพฉากหลังใหม่



5. นำภาพที่ได้ขั้นตอนที่จาก 3 และ 4 มารวมกัน

ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการซ้อนภาพพื้นหลังโดยทั่วไป

ในทางปฏิบัติ การตัดภาพส่วนที่ไม่ต้องการออกจากภาพต้นฉบับในขั้นตอนที่ 3 (หรือขั้นตอนที่ 4 ที่กระทำกับภาพฉากหลังใหม่) จำเป็นต้องทำการสร้างภาพแมท (Matte) ซึ่งเป็นภาพที่มีขนาดเท่ากับภาพใน

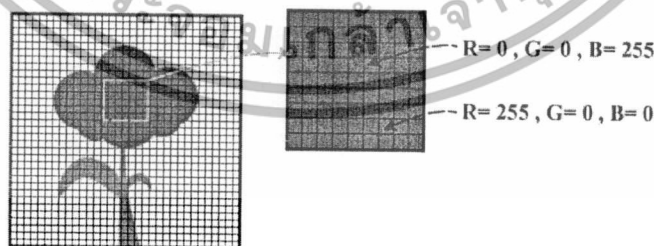
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 โดยภาพแมทส่วนที่ตรงกับบริเวณของภาพที่ไม่ต้องการให้ถูกตัดออกไป จะมีลักษณะโปร่งแสง เหมือนแผ่นใส ในขณะที่บริเวณที่ต้องการตัดออก จะมีลักษณะทึบแสง เมื่อนำภาพแมทมาวางไว้เหนือภาพต้นฉบับที่เตรียมไว้ (จากขั้นตอนที่ 1 หรือ 2) ก็จะได้ภาพสุดท้ายตามต้องการ (ดูภาพที่ 2.3 ประกอบ) กระบวนการในรายละเอียด สำหรับแต่ละขั้นตอน อาจแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ เช่น ในกรณีของการใช้ฟิล์มภาพยนตร์ ภาพแมทจะถูกสร้างโดยกระบวนการถ่ายภาพลงบนแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะเฉพาะ และในการรวมภาพเข้าด้วยกัน จะกระทำโดยการถ่ายภาพ ที่ได้จากการนำฟิล์มของภาพแมทและภาพต้นฉบับมาซ้อนทับกัน



2.3 เทคนิคการซ้อนภาพจากหลังแบบดิจิทัล

ภาพดิจิทัล ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหว มีหลักการพื้นฐานเหมือนกัน กล่าวคือ ข้อมูลภาพจะถูกตัดแบ่งออกเป็นบริเวณหรือจุดย่อยๆเป็นจำนวนมาก แต่ละจุดเรียกว่าพิกเซล (Pixel) โดยการจับเก็บภาพในรูปแบบดิจิทัล จะทำการบันทึกค่าสีหรือความสว่างในแต่ละพิกเซลไว้ (ดูภาพที่ 2.4 ประกอบ)

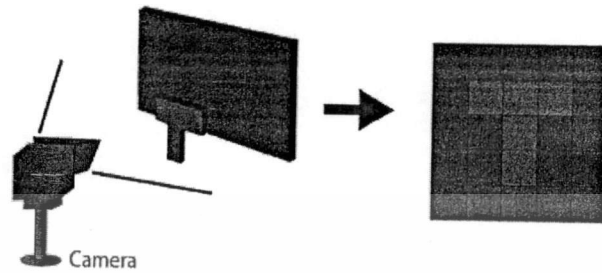


ภาพที่ 2.4. แสดงการจัดเก็บค่าสีในแต่ละพิกเซลของภาพดิจิทัล

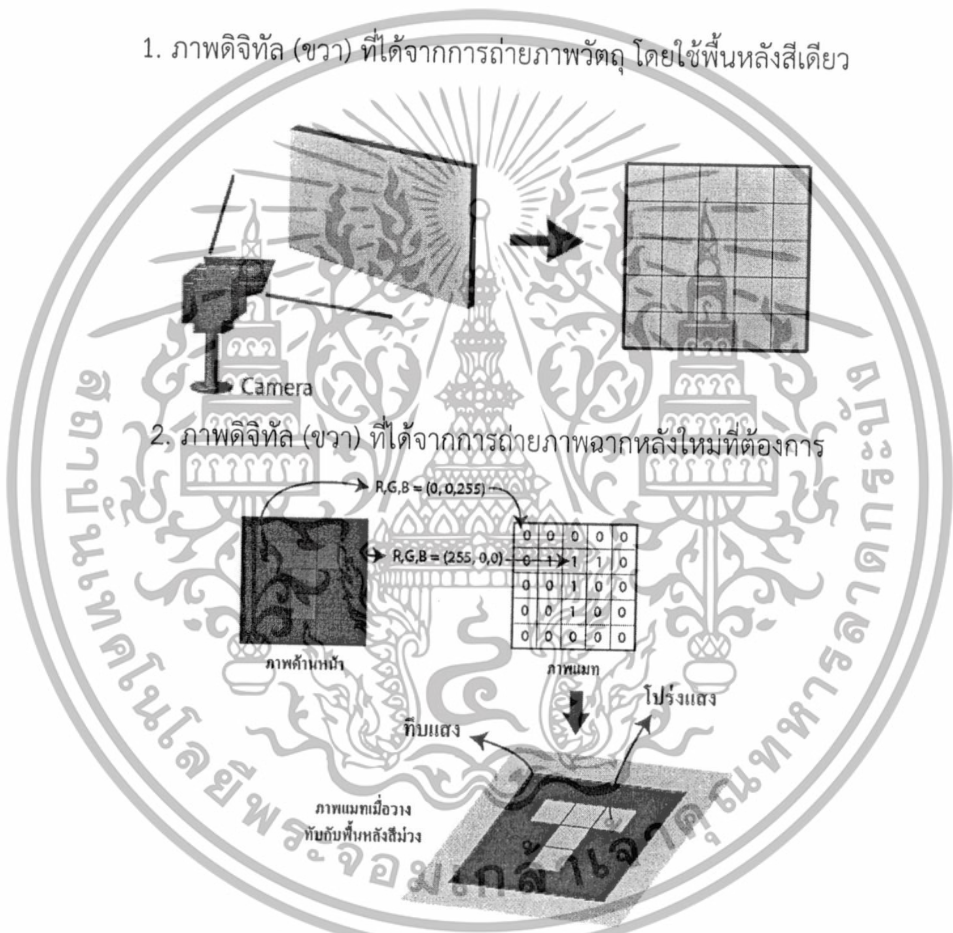
สำหรับภาพสี แต่ละพิกเซลจะประกอบไปด้วยค่าความสว่างของแม่สีทั้ง 3 อันได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (Red Green Blue หรือเรียกย่อๆว่า RGB) โดยแต่ละสีจะมีค่าความสว่างระหว่าง 0 ถึง 255 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

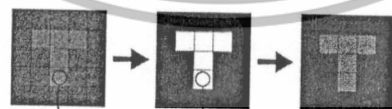
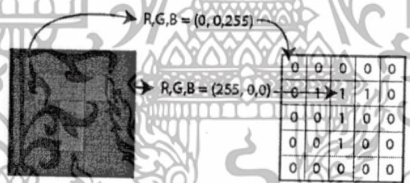
เมื่อพิจารณากระบวนการซ้อนภาพดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.2 และ ภาพที่ 2 ในกรณีของภาพดิจิทัลจะมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 2.5



1. ภาพดิจิทัล (ขาว) ที่ได้จากการถ่ายภาพวัตถุ โดยใช้พื้นหลังสีเดียว



2. ภาพดิจิทัล (ขาว) ที่ได้จากการถ่ายภาพฉากหลังใหม่ที่ต้องการ



$$\begin{array}{l}
 R = 255 * 1 \rightarrow R = 255 \\
 G = 0 * 1 \rightarrow G = 0 \\
 B = 0 * 1 \rightarrow B = 0
 \end{array}$$

3. การสร้างภาพแม่ และกระบวนการในการรวมภาพเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 2.5. ตัวอย่างขั้นตอนโดยทั่วไปในการซ้อนภาพแบบดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป หลังผ่านขั้นตอนที่ 1 และ 2 จะได้ภาพดิจิทัลของนักแสดงหรือวัตถุที่อยู่ด้านหน้า และภาพฉากหลังใหม่ ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 จะเริ่มจากการสร้างภาพแมทโดยภาพแมทเป็นภาพดิจิทัลที่มีขนาดเท่ากับภาพต้นฉบับ แต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่ในแต่ละพิกเซลของภาพแมท จะทำการจัดเก็บค่าระดับความโปร่งแสงเป็นตัวเลขตัวเดียวที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แทนการเก็บค่าสี RGB จำนวน 3 ค่าเหมือนในกรณีของภาพต้นฉบับ โดยการสร้างภาพแมท จะขึ้นอยู่กับลักษณะของฉากหลังเดิม ในหัวข้อนี้ จะขอยกตัวอย่างกรณีที่ฉากหลังเป็นพื้นหลังสีเดียว ที่ทราบค่าสีล่วงหน้า ในกรณีนี้ โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพเพื่อการซ้อนภาพฉากหลัง จะทำการอ่านค่าสีในแต่ละพิกเซลของภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 หาก ณ ตำแหน่งพิกเซลใดมีค่าสีตรงหรือใกล้เคียงกับค่าสีของฉากหลัง (ที่ทราบค่าอยู่ก่อนแล้ว) ก็จะมีการกำหนดค่าสีของภาพแมท ณ ตำแหน่งพิกเซลที่ตรงกันให้เป็นสีดำหรือทึบแสง (ค่าของพิกเซลเท่ากับ 0) หากสีไม่ตรงหรือไม่ใกล้เคียงกับสีฉากหลัง ก็จะกำหนดให้พิกเซลดังกล่าวของภาพแมทเป็นจุดโปร่งแสงแทน (ค่าของพิกเซลเท่ากับ 1) หลังจากได้ภาพแมทแล้ว การตัดภาพในส่วนที่ไม่ต้องการ จะกระทำโดยการคูณค่าความโปร่งแสงที่เก็บไว้ในแต่ละพิกเซลของภาพแมทเข้ากับค่าสีในพิกเซลที่ตำแหน่งตรงกันกับภาพต้น เป็นผลทำให้ภาพที่ได้ที่อยู่ในส่วนที่ทึบแสงของภาพแมท จะปรากฏเป็นสีดำเสมอ ในขณะที่ส่วนที่ตรงกับบริเวณโปร่งแสง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีจากภาพต้นฉบับแต่อย่างใด อนึ่งภาพแมทดังกล่าวซึ่งบ่งบอกระดับความโปร่งแสงของแต่ละพิกเซล บางครั้งจะทำการบันทึกรวมไปกับข้อมูลค่าสี RGB ของรูปภาพ โดยเรียกว่าค่าแอลฟา (Alpha value)

สำหรับกรณีของภาพฉากหลังใหม่ ภาพแมทที่ใช้เพื่อตัดส่วนของภาพที่ซ้อนกับตำแหน่งวัตถุในภาพต้นฉบับ สามารถสร้างได้จากภาพแมทสำหรับรูปภาพต้นฉบับข้างต้น โดยการสลับค่าความโปร่งแสงในแต่ละพิกเซล เช่น ในกรณีที่ค่าเดิมเป็น 0 ให้สลับเป็น 1 ในขณะที่หากเดิมค่าความโปร่งแสงในภาพแมทเป็น 1 ให้สลับเป็น 0 ก็จะได้ภาพแมทที่ต้องใช้สำหรับภาพฉากหลังใหม่ตามขั้นตอนที่ 4 ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อก่อนหน้านี้

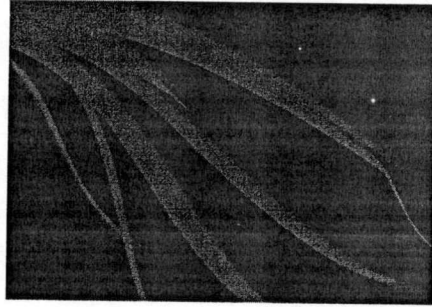
หลังจากได้ภาพที่ผ่านกระบวนการตัดส่วนภาพออกแล้ว การผสมภาพ ทำได้โดยการนำค่าสีของแต่ละพิกเซลที่ตรงกันของภาพต้นฉบับและภาพฉากหลังใหม่ มาบวกเข้าด้วยกัน

2.4 การปรับปรุงคุณภาพในการซ้อนภาพด้วยวิธีการแบบดิจิทัล

วิธีการซ้อนภาพแบบดิจิทัล ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ผ่านมาเป็นวิธีการพื้นฐาน ซึ่งยังคงประสบปัญหาในลักษณะเดียวกับวิธีการเดิมในแบบอนาล็อก อันได้แก่

- ปัญหาความกลมกลืนกันในการผสมผสานระหว่างวัตถุที่อยู่ด้านหน้ากับฉากหลังใหม่ สำหรับบริเวณที่วัตถุด้านหน้ามีขนาดเล็ก เช่น เส้นผม หรือวัตถุที่มีความใสหรือโปร่งแสงบางส่วน เช่น แก้ว หรือกระจก
- ปัญหาแสงสะท้อนจากฉากที่ใช้ในการถ่ายทำภาพผู้แสดง ซึ่งไปปรากฏอยู่ตามขอบของร่างกายหรือเสื้อผ้าของผู้แสดง หรือที่เรียกกันว่าปรากฏการณ์บลูสปิล (Blue spill) จะส่งผลทำให้เห็นขอบรอยต่อระหว่างผู้แสดงกับฉากหลังใหม่ที่ไม่เรียบร้อย อีกทั้งยังอาจทำให้ปรากฏแสงสะท้อนสีเดียวกับฉากหลังเดิม ปรากฏอยู่ตามขอบของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าในภาพที่ซ้อนทับฉากหลังแล้ว (ดูภาพที่ 2.6 ประกอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 :ตัวอย่างการเกิดบลูสปีด

ปัญหาดังกล่าวข้างต้นส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการที่ภาพแม่ซึ่งได้จากวิธีการที่อธิบายไปในหัวข้อที่ผ่านมา ใช้ระดับความโปร่งแสงได้เพียง 2 ระดับ คือโปร่งแสง (ค่า a หรือค่าแอลฟาเท่ากับ 1) หรือทึบแสง (ค่า a หรือค่าแอลฟาเท่ากับ 0) เท่านั้น ซึ่งใช้งานได้ดี หากว่าค่าสีของพิกเซล ณ บริเวณของภาพที่เป็นส่วนของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าที่กลองบังทึบไว้ จะเกิดจากสีของวัตถุนั้น ๆ เท่านั้น แต่ปรากฏการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ข้างต้น ล้วนแล้วแต่ส่งผลทำให้สมมติฐานดังกล่าวไม่เป็นจริง เช่น จากภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7. ตัวอย่างค่าสีของพิกเซลที่บันทึกได้ ซึ่งเกิดการผสมระหว่างภาพเบื้องหน้าและภาพพื้นหลัง

ในกรณีของปลายเส้นขนที่มีขนาดเล็ก สีของพิกเซล ณ ตำแหน่งที่ตรงกับเส้นขน เกิดจากการผสมกันระหว่างสีฉากหลัง ณ ตำแหน่งดังกล่าว กับสีของเส้นขน (ทั้งนี้ เนื่องจากการบันทึกภาพในระบบดิจิทัล ในแต่ละพิกเซล สามารถจัดเก็บค่าสีหรือความสว่างได้เพียง 1 ค่าเท่านั้น ซึ่งในกรณีที่พื้นที่ของพิกเซลดังกล่าวประกอบไปด้วยวัตถุที่มีสีต่างกัน ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยของสีทั้งหมดที่ตกลงบนพื้นที่ดังกล่าว) ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ได้โดยกำหนดให้แต่ละพิกเซลของภาพแม่มีค่าเป็นจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง 1 (แทนที่จะเป็นจำนวนเต็ม 0 หรือ 1 เท่านั้น) ทำให้เมื่อนำภาพต้นฉบับมาผสมกับฉากหลังใหม่แล้ว จะได้ค่าสีบริเวณขอบของวัตถุที่กลมกลืนกับฉากหลังใหม่มากขึ้น ปัญหาในทางปฏิบัติ คือจะคำนวณค่าความโปร่งแสงดังกล่าวได้อย่างไร วิธีการที่มีการพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว มักจะมีพื้นฐานมาจากการจำลองค่าสี ณ พิกเซล ที่มีการเชื่อมซ้อนกันระหว่างวัตถุที่อยู่ด้านหน้าและวัตถุที่อยู่ในฉากหลัง ด้วยสมการต่อไปนี้

$$I_k = a_k F_k + (1 - a_k) B_k \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ จากสมการข้างต้น F_k คือค่าสี ณ พิกเซลที่ k อันเกิดจากวัตถุที่อยู่ด้านหน้า (สำหรับภาพสี F_k จะมี 3 ค่าคือค่า สีแดง เขียว และน้ำเงิน แต่ในที่นี้จะไว้เพื่อให้การนำเสนอมีความกระชับ) ส่วน B_k คือค่าสี ณ พิกเซลที่ k อันเกิดจากวัตถุในฉากหลัง ค่า a_k คือค่าความโปร่งแสงของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าในส่วนที่ตรงกับตำแหน่งพิกเซลที่ k ส่วน I_k คือค่าสี ณ พิกเซลที่ k ของภาพต้นฉบับที่ถ่ายได้

จากสมการข้างต้น หากวัตถุที่อยู่ด้านหน้ามีลักษณะทึบแสง และไม่เกิดกรณีดังเช่นในภาพที่ 2.6 ค่าของ a_k จะเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น ซึ่งจะตรงกับสมมติฐานที่ใช้กับเทคนิคการซ้อนภาพพื้นฐานที่อธิบายไปในหัวข้อที่ผ่านมา

จากสมการที่ 1 หากสามารถคำนวณหรือหาค่า a_k และ F_k จากภาพที่ถ่าย (I_k) ได้ ก็จะสามารถสร้างภาพที่ซ้อนฉากหลังใหม่ได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$J_k = a_k F_k + (1 - a_k) B_k \quad (2.2)$$

โดยที่จากสมการข้างต้น B_k คือค่าสี ณ พิกเซลที่ k ของภาพฉากหลังใหม่ และ J_k คือ ค่าสี ณ พิกเซลที่ k ของภาพใหม่ที่ได้ ปัญหาคือการคำนวณหาค่า a_k และ F_k จาก I_k ด้วยสมการที่ (1) โดยทั่วไป ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าถึง 3 ตัว อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ จะอาศัยการเลือกค่าสีของวัตถุที่อยู่ด้านหน้า และค่าสีของวัตถุในฉากหลัง ตรงบริเวณที่ใกล้เคียงกับขอบวัตถุที่ทราบค่าอยู่ก่อนแล้ว ในการประมาณค่า F_k และ I_k เพื่อให้สามารถแก้สมการหาค่าของ a_k ได้ ด้วยวิธีการดังกล่าว สิ่งสำคัญที่จะต้องกำหนด (โดยผู้ใช้) จากภาพต้นฉบับ คือบริเวณในภาพที่เป็นวัตถุที่อยู่ด้านหน้า และบริเวณในภาพที่เป็นวัตถุถัดไปที่อยู่ในฉากหลัง ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเทคนิคการซ้อนภาพที่ใช้ได้กับพื้นหลังธรรมชาติ รวมถึงวิธีการหาค่าของ a_k ตามแนวทางดังกล่าว ที่สามารถใช้ได้ทั้งในกรณีของพื้นหลังธรรมชาติ และพื้นหลังแบบทราบค่าสีเดียวดังเช่นที่ใช้ในเทคนิคแบบดั้งเดิม

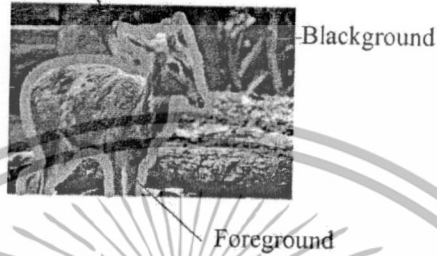
2.5 เทคนิคการซ้อนภาพสำหรับพื้นหลังธรรมชาติ

การซ้อนภาพพื้นหลังธรรมชาติ มีรายละเอียดของวิธีการที่สำคัญ ที่แตกต่างจากวิธีการพื้นฐานที่ได้ อธิบายไปในหัวข้อ 3 คือ ขั้นตอนของการคำนวณภาพแมท เนื่องจากในกรณีจากซ้อนภาพสำหรับพื้นหลังธรรมชาติ จะไม่ทราบข้อมูลค่าสีพื้นหลัง ต่างจากวิธีก่อนหน้านี้ที่ทราบค่าสีพื้นหลัง ตลอดจนค่าความโปร่งแสงของภาพแมท สามารถเป็นค่าใด ๆ ระหว่าง 0 ถึง 1 ได้ ทำให้วิธีในการหาภาพแมทจะมีความแตกต่างไปจากวิธีที่ได้อธิบายไปในหัวข้อที่ 2.3 โดยสรุปขั้นตอนที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1) ด้วยเหตุผลที่ว่า การคำนวณหาค่าสีและความโปร่งแสง ไม่สามารถหาได้โดยตรงจากสมการที่ 1 เนื่องจากมีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าถึง 3 ตัว ในขณะที่มีสมการเพียง 1 สมการ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องประมาณการค่าของสีวัตถุที่อยู่ด้านหน้า และสีของวัตถุที่อยู่ด้านหลังก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งกระทำได้โดยทำการตัด

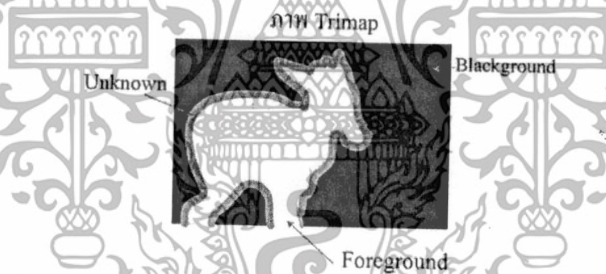
แบ่งภาพต้นฉบับที่ถ่ายไว้ ออกเป็น 3 ส่วนอย่างคร่าว ๆ (เช่น กำหนดให้ผู้ใช้ระบุบริเวณทั้ง 3 ให้กับโปรแกรม หรืออาจใช้เทคนิคการประมวลผลภาพอื่น ๆ ช่วย หากแต่รายละเอียดจะไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้) อันได้แก่ ส่วนของภาพที่มีแต่วัตถุที่เป็นพื้นหลัง ส่วนของภาพที่มีแต่วัตถุที่อยู่ด้านหน้า และส่วนของภาพที่อาจเกิดจากการผสมผสานระหว่างสีของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าและด้านหลัง (Foreground region, Background region, Unknown region) ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ผู้ใช้งานระบุขอบเขตเพื่อแบ่งขอบเขต



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขต

ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาสร้างภาพแสดงขอบเขตทั้งสามส่วนที่เรียกว่า Trimap ดังแสดงในภาพที่ 2.9 จากภาพ บริเวณสีดำ คือ Background region บริเวณสีขาวคือ Foreground region บริเวณสีเทาคือ Unknown region



ภาพที่ 2.9. ตัวอย่างภาพ Trimap ที่แสดงขอบเขตทั้งสามส่วนของภาพ

- 2) สำหรับแต่ละจุดพิกเซล k ใด ๆ k ที่อยู่ใน Unknown region ทำการเลือกจุดพิกเซลที่ใกล้เคียงจาก Background region และใช้ค่าสีของพิกเซลดังกล่าวแทนค่า B_k ที่แท้จริง และในทำนองเดียวกัน ทำการเลือกจุดพิกเซลที่ใกล้เคียงจาก Foreground region และใช้ค่าสีของพิกเซลดังกล่าวแทนค่า F_k ที่แท้จริง เช่น อาจเลือกใช้จุดใน Foreground/background region ที่อยู่ใกล้กับจุดที่ต้องการคำนวณมากที่สุด เป็นต้น
- 3) ทำการคำนวณหาค่าความโปร่งแสง (a_k) จากสมการที่ (1)
- 4) สำหรับตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ใน Background region กำหนดค่า a_k เป็น 0 และตำแหน่งที่อยู่ใน Foreground region กำหนดค่า a_k เป็น 1

- 5) ทำการซ้อนภาพฉากหลังใหม่ โดยใช้สมการที่ (1) โดยอาศัยค่า a_k ที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่แล้ว และค่าประมาณการของ F_k จากในขั้นตอนที่ 2
- 6) คุณภาพของการซ้อนภาพอาจปรับปรุงให้ดีขึ้น ด้วยการคำนวณค่าของ B_k และ F_k ให้ใกล้เคียงกับค่าสีที่แท้จริงมากขึ้น ส่งผลให้รายละเอียดภาพมีความถูกต้องมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การแยกพื้นหลังธรรมชาติจากภาพหลายมุมมองด้วยอุปกรณ์ Kinect

3.1 การถ่ายภาพหลายมุมมองด้วยอุปกรณ์ Kinect

Kinect คืออุปกรณ์ที่มีความสามารถในการถ่ายภาพหลายมุมมองซึ่งภายในจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ กล้องอินฟราเรด (Infra-red, IR) , ส่วนโปรเจคเตอร์ (Projector) และกล้องสี (RGB Camera) ดังภาพที่ 3.1 สำหรับการงานจะเริ่มจากการฉายแสงอินฟราเรดออกจากตัว Kinect ซึ่งเป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แสงที่ฉายจะมีลักษณะเป็นจุดๆตามแนวตั้ง 480 จุด และแนวนอน 640 จุด ซึ่งกล้อง IR จะวัดระดับความลึกโดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างจุดต่างๆในภาพที่ถ่ายด้วยกล้องอินฟราเรดกับภาพที่ถ่ายด้วย Projector ทำให้สามารถบอกระยะของวัตถุได้โดย และกล้องสีจะเป็นตัวถ่ายภาพแบบปกติ



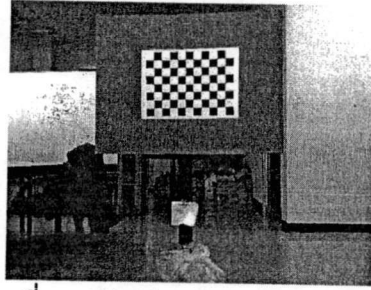
ภาพที่ 3.1 ภาพอุปกรณ์ Kinect

(a) ภาพอุปกรณ์ Kinect, (b) องค์ประกอบภายในอุปกรณ์ Kinect

3.2 การปรับค่าอุปกรณ์ Kinect

อุปกรณ์ Kinect โดยทั่วไปจะมีค่า Focal length และขนาด sensor ที่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากสายการผลิตหรือความคลาดเคลื่อนในจัดทำ ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน จึงจำเป็นต้องทำการปรับค่าตัวอุปกรณ์ Kinect (Calibration)

การ Calibration วัดเปรียบเทียบเพื่อหาค่าของอุปกรณ์ที่แท้จริง กระทำได้โดยการถ่ายภาพจากตัวอุปกรณ์ Kinect กับภาพ Checkerboard จากมุมมองต่างๆ ดังภาพที่ 3.2 นำภาพที่จากการถ่ายมาทำหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆโดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ toolbox ของ Daniel Herrera C [13] .ในการปรับค่า



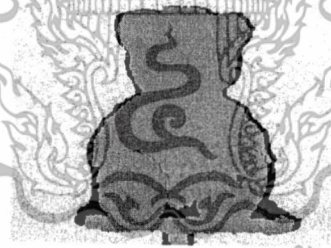
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างภาพ Checkerboard

3.3 การนำข้อมูลความลึกจากอุปกรณ์ Kinect มาใช้ประโยชน์ในการ Matting

3.3.1 การสร้าง Trimap จากข้อมูลความลึก

การสร้างภาพ Trimap โดยปกติต้องมีผู้ใช้งานต้องทำการกำหนดขอบเขตของภาพเอง เพื่อบอกอาณาเขตบริเวณของวัตถุที่อยู่เบื้องหน้า ภาพระยะลึกที่ได้จากอุปกรณ์ Kinect สามารถนำมาใช้ในการกำหนดขอบเขต Trimap ตามกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ปกติภาพระยะความลึกที่จากอุปกรณ์ Kinect นั้นจะมีส่วนที่ไม่สามารถวัดค่าได้เช่น . วัตถุนั้นไม่สะท้อนแสงอินฟราเรด หรือวัตถุนั้นบังแสงอินฟราเรดดังภาพที่ 3.3 ที่บริเวณขอบของวัตถุ จะข้อมูลที่อ่านจากตัวอุปกรณ์จะมีค่าระยะลึกจะเป็น 0 หรือที่ทราบ(NaN) ทำให้ต้องมีการทดแทนประมาณค่าระยะลึกที่หายไปยังบริเวณดังกล่าว



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างภาพระยะลึกที่มีบริเวณไม่ทราบค่า

สำหรับการประมาณค่าระยะลึกจะทำการประมาณค่าจากบริเวณรอบๆ จากการให้ค่าน้ำหนักกับบริเวณที่อยู่ใกล้มีค่าน้ำหนักมากกว่าบริเวณที่อยู่ไกล เนื่องจากค่าระยะลึกที่อยู่ใกล้มีความเป็นไปได้สูงที่มีระยะลึกจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชัน Gaussian ในการให้น้ำหนักกับจุดต่างๆที่อยู่รอบจุดที่ไม่ทราบค่า



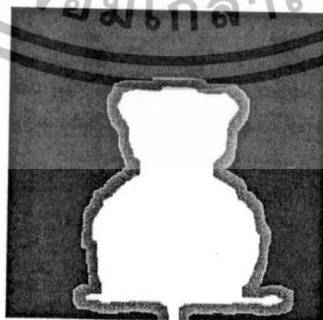
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างภาพระยะลึกที่ผ่านการประมาณค่าจากบริเวณใกล้เคียง

2. ทำการหาขอบของวัตถุโดยใช้ค่าเทรชโฮลด์(Threshold) ของระยะลึกที่แตกต่างกันระหว่างฉากหน้ากับพื้นหลังซึ่งในที่นี้ค่าเทรชโฮลด์ดังกล่าววัดได้จากการใช้อัลกอริทึม Kmean มาช่วยในการหากลุ่มค่าระยะลึกที่มากที่สุดมาบวกกับกลุ่มที่มีค่าระยะลึกน้อยที่สุดแล้วหาร 2 ภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างของภาพที่ได้จากวิธีการดังกล่าว



ภาพที่ 3.5 ภาพที่ได้จากการทำ Threshold

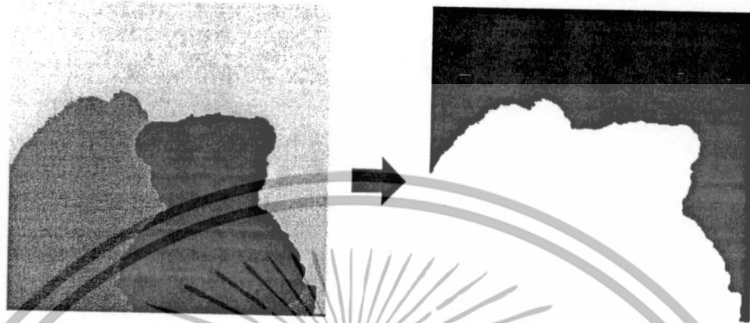
3. ทำการปรับเพิ่มความหนาของขอบภาพที่ได้จากการทำ Dilation เพื่อระบุส่วนของภาพที่เป็น Unknown region และสร้างเป็นแผนภาพ Trimap ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ภาพ Trimap โดยใช้ระยะลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพ Trimap โดยใช้ระยะความลึกมาช่วยนั้น อาจยังไม่ดีเท่าที่ควรหากพื้นหลังนั้นมีหลายระยะจนเกินไปจะทำให้การหาขอบภาพเกิดความผิดพลาดและส่งผลต่อการสร้างภาพ Trimap ดังภาพที่ 3.7 ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้ใช้ช่วยปรับแต่งขอบเขตบริเวณของวัตถุอีกที



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการหาขอบที่ผิดพลาดเพราะมีหลายระยะเกินไป

3.3.2 การใช้ข้อมูลระยะลึกมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำ Bayesian matting

Bayesian matting [9] คือ การนำกฎความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของ Baye มาช่วยในการประมาณค่าความเป็นได้สูงที่สุดของค่าสีวัตถุเบื้องหน้า (Foreground), วัตถุเบื้องหลัง (Background) และแอลฟา (Alpha) ที่ควรจะเป็นของบริเวณ Unknown ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \arg \max_{F, B, \alpha} P(F, B, \alpha | c) \\ &= \arg \max_{F, B, \alpha} P(C|F, B, \alpha) P(F) P(B) P(\alpha) P(C) \\ &\approx \arg \max_{F, B, \alpha} L(C|F, B, \alpha) + L(F) + L(B) + L(\alpha) \end{aligned} \quad (3.1)$$

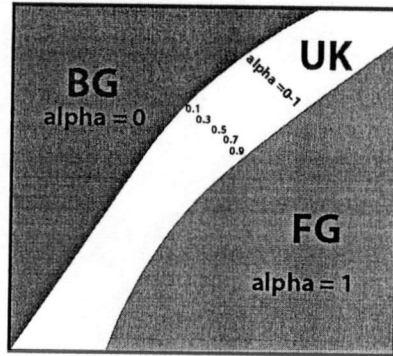
$\arg \max_{F, B, \alpha}$ คือหาค่าของ F , B และ α ที่ให้ค่าผลลัพธ์ความเป็นไปได้สูงที่สุด โดยที่ F คือ Foreground, B คือ Background และค่า α สำหรับ $P()$ คือค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่ม ซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบ log likelihood ได้ดังนี้ $L(_) = \log P(_)$, สำหรับในส่วนของสมการที่ (1) ในเทอมแรกจะมาจากความแตกต่างระหว่างค่าสีที่ได้จากการประมาณ F , B และ α ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$L(C|F, B, \alpha) = -\|C - \alpha F - (1 - \alpha)B\|^2 / \sigma_c^2 \quad (3.2)$$

สำหรับขั้นตอนการทำ Bayesian matting จะมีหลักการเบื้องต้นดังนี้คือ

1. ทำการประมาณค่า Alpha ให้กับ Unknown จากบริเวณที่ทราบค่าโดยรอบ สำหรับในครั้งแรกจะประมาณจากระยะห่างระหว่าง Foreground และ Background ดังภาพที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

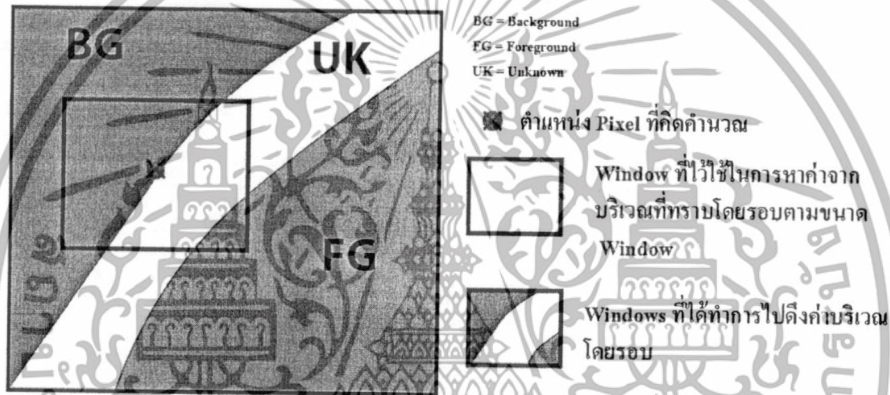


BG = Background
 FG = Foreground
 UK = Unknown

ทำการประมาณค่า Alpha ให้ UK โดยดูจากระยะห่างระหว่าง FG กับ BG ซึ่ง Alpha ในส่วน UK จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการประมาณค่า Alpha

2. ในการคิดคำนวณแต่ละจุดใน Unknown จะใช้การหาค่าที่ทราบอยู่ก่อนจากบริเวณโดยรอบ โดยการสร้าง Window ครอบคลุมไปยังบริเวณโดยรอบเพื่อนำค่ามาคิดคำนวณดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการใช้งาน Window ในการหาค่า

3. ทำการถ่วงน้ำหนักตามความสัมพันธ์ของแต่ละ Pixel ใน Window ให้ค่าถ่วงน้ำหนักของ Alpha ในแต่ละ pixel มีค่าเป็น α_i^2 โดยใช้ Gaussian ที่ค่า $\sigma = 8$ สำหรับในส่วนของค่าสี RGB สมการที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนักค่าสีจะเป็น

$$w_i = \alpha_i^2 g_i \quad (3.3)$$

- 4 ทำการแบ่งกลุ่ม (Cluster) สีในส่วนของ Window แล้วหาค่าเฉลี่ย, ความแปรปรวนและค่า log likelihoods ของแต่ละกลุ่มจากสมการที่ (3.4), (3.5) และ (3.6)

$$\bar{F} = \frac{1}{T} \sum_{i \in N} w_i F_i \quad (3.4)$$

$$\Sigma_F = \sum_{i \in N} w_i (F_i - \bar{F})(F_i - \bar{F})^T \quad (3.5)$$

$$L(F) = -(F - \bar{F})^T \Sigma_F^{-1} (F - \bar{F}) / 2 \quad (3.6)$$

โดยที่ F_i จะประกอบค่าสี RGB คือ $F_i = \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix}$ (3.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$T = \sum_{i \in N} w_i \quad (3.8)$$

5. ในส่วนของ Background จะคำนวณเหมือนกันแตกต่างกันเพียงส่วนการคำนวณค่า Alpha โดยจะให้ Alpha มีค่าเท่ากับ $(1 - \alpha_i)^2$
6. ทำการหาค่าสีของ Foreground และ Background ตามสมการที่ (3.9) จากค่า Alpha ที่ได้จากการประมาณก่อนหน้า

$$\begin{bmatrix} \Sigma_F^{-1} + I\alpha/\sigma_C^2 & I\alpha(1-\alpha)/\sigma_C^2 \\ I\alpha(1-\alpha)/\sigma_C^2 & \Sigma_B^{-1} + I(1-\alpha^2)/\sigma_C^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ B \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

$$= \begin{bmatrix} \Sigma_F^{-1}\bar{F} + C\alpha/\sigma_C^2 \\ \Sigma_B^{-1}\bar{B} + C(1-\alpha)/\sigma_C^2 \end{bmatrix}$$

7. นำค่า F และ B มาทำการหา Alpha ใหม่ ตามสมการที่ (3.10)

$$\alpha = \frac{(C-B) \cdot (F-B)}{\|F - B\|^2} \quad (3.10)$$

8. นำค่าที่ได้ของแต่ละกลุ่มทำการหาค่าความเป็นไปได้สูงสุดในสมการที่ (3.1)
9. วนรอบทำซ้ำเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

สำหรับการใช้ข้อมูลระยะลึกมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำ Bayesian matting ซึ่งอาศัยหลักการเดียวกับ [14] สามารถทำได้ดังนี้

1. เพิ่มค่าระยะลึกเข้าไปในส่วน Channel สี ที่เดิมมีค่าคือ RGB เป็น RGBD เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F_{d,i} = \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \\ D_i \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

2. จากสมการที่ (3.3) ที่มีการถ่วงน้ำหนักของค่าสี w_i เมื่อมีการนำค่าระยะลึกมาคิดจะสามารถคิดค่าน้ำหนักของค่าระยะลึก ได้จากสมการที่ (3.12)

$$w_{d,i} = |2\alpha_i - 1| \quad (3.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากสมการที่ (3.4) เมื่อทำการเพิ่มค่าในส่วนของระยะลิกจะเขียนสมการได้ดังนี้

$$\bar{F}_d = W_T \sum_{i \in N} W_i F_{d,i} \quad (3.13)$$

โดยที่ W_T และ W_i จะมีค่าดังต่อไปนี้

$$W_i = \begin{bmatrix} w_i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{d,i} \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

$$W_T = \begin{bmatrix} \frac{1}{T} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{T} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{T} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{T_d} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

โดยที่ T_d มีค่าเท่ากับ

$$T_d = \sum_{i \in N} w_{d,i} \quad (3.16)$$

4. จากสมการที่ (3.5) เมื่อทำการเพิ่มค่าระยะลิกจะเขียนสมการได้ดังนี้

$$\Sigma_{F_d} = \left(\sum_{i \in N} W_i^{\frac{1}{2}} (F_{d,i} - \bar{F}_d) (F_{d,i} - \bar{F}_d)^T W_i^{\frac{1}{2}} \right) \otimes U \quad (3.17)$$

โดยที่

$$W_i^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} \sqrt{w_i} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{w_i} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{w_i} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{w_{d,i}} \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

$$U = \begin{bmatrix} u1 & u1 & u1 & u2 \\ u1 & u1 & u1 & u2 \\ u1 & u1 & u1 & u2 \\ u2 & u2 & u2 & u3 \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

$$u1 = \frac{1}{\sum_{i \in N} w_i} \quad (3.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$u_2 = \sqrt{w_i} \sqrt{w_{d,i}} \quad (3.21)$$

และ

$$u_3 = \frac{1}{\sum_{i \in N} w_{d,i}} \quad (3.22)$$

จากสมการ (3.17) เครื่องหมาย \otimes แทน Element-wise Matrix Product

5. ในส่วนสมการที่ (3.6), (3.7) และ (3.8) เมื่อนำค่าระยะสีกมาใช้ในการคำนวณจะสามารถเขียนได้ดังนี้

$$L(F_d) = -(F_d - \bar{F}_d)^T \Sigma_{\bar{F}_d}^{-1} (F_d - \bar{F}_d) / 2 \quad (3.23)$$

$$\begin{bmatrix} \Sigma_{\bar{F}_d}^{-1} + I\alpha^2/\sigma_c^2 & I\alpha(1-\alpha)/\sigma_c^2 \\ I\alpha(1-\alpha)/\sigma_c^2 & \Sigma_{\bar{B}_d}^{-1} + I(1-\alpha^2)/\sigma_c^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_d \\ B_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma_{\bar{F}_d}^{-1} \bar{F}_d + C_d \alpha / \sigma_c^2 \\ \Sigma_{\bar{B}_d}^{-1} \bar{B}_d + C_d (1-\alpha) / \sigma_c^2 \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

$$\alpha = \frac{(C_d - B_d) \cdot (F_d - B_d)}{\|F_d - B_d\|^2} \quad (3.25)$$

โดยที่ค่าของ σ_c กับ σ_d ไม่ได้เป็นค่าตัวเดียวกัน

6. นำค่าที่ได้ของแต่ละกลุ่มทำการหาค่าความเป็นไปได้สูงสุดในสมการที่ (3.1) ซึ่งเมื่อนำค่าระยะสีกมาใช้จะสามารถเขียนสมการได้ว่า

$$\begin{aligned} \arg \max_{F, B, \alpha} P(F_d, B_d, \alpha | C_d) \\ = \arg \max_{F, B, \alpha} P(C_d | F_d, B_d, \alpha) P(F_d) P(B_d) P(\alpha) P(C) \\ = \arg \max_{F, B, \alpha} L(C_d | F_d, B_d, \alpha) + L(F_d) + L(B_d) + L(\alpha) \end{aligned} \quad (3.26)$$

7. วนรอบทำซ้ำเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

นำอุปกรณ์ Kinect มาทำการปรับค่าให้ตรงกับค่าความเป็นจริงของอุปกรณ์ตามวิธีการของ Daniel Herrera C. [13] และจัดเตรียมสถานที่ในการถ่ายภาพเพื่อใช้ในการทดลองดังภาพที่ (4.1)



ภาพที่ 4.1 การจัดวางสถานที่ถ่ายภาพ

ทำการทดลองทั้งหมด 4 วิธีคือ

1. Bayesian Matting ที่นำค่าระยะลึกมาช่วยในการคิดคำนวณ
2. Bayesian Matting ที่นำค่าระยะลึกมาช่วยในการคิดคำนวณและในแต่ละรอบของการคำนวณจะใช้ Low-pass filter ช่วยในการเฉลี่ยค่า Alpha
3. Bayesian Matting แบบปกติ
4. Bayesian Matting และในแต่ละรอบของการคำนวณจะใช้ Low-pass filter ช่วยในการเฉลี่ยค่า Alpha

การใช้ low pass filter ช่วยในการเฉลี่ยค่า Alpha ในวิธีการที่ 2 และ 4 คือการนำค่า alpha ที่ได้ในแต่ละรอบมาทำการกรองค่า alpha โดยใช้ Low-pass filter แบบ Gaussian ที่มีขนาด 3×3 และมีค่า σ เท่ากับ 0.5 สำหรับการทดสอบผลจะใช้ภาพจริงที่ทราบค่า alpha ที่ได้จากการเทรตซ์

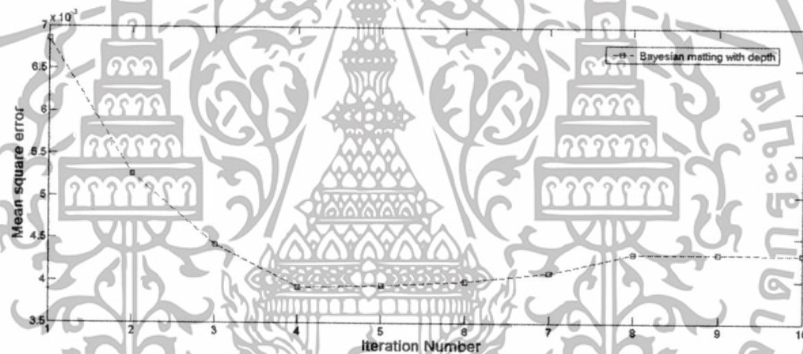


ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างภาพข้อมูลที่ทราบค่า alpha

4.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ในแต่ละรอบการทำงาน (Iteration)

ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละเพื่อหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภาพที่เกิดขึ้นหรือประสิทธิภาพในการคำนวณ

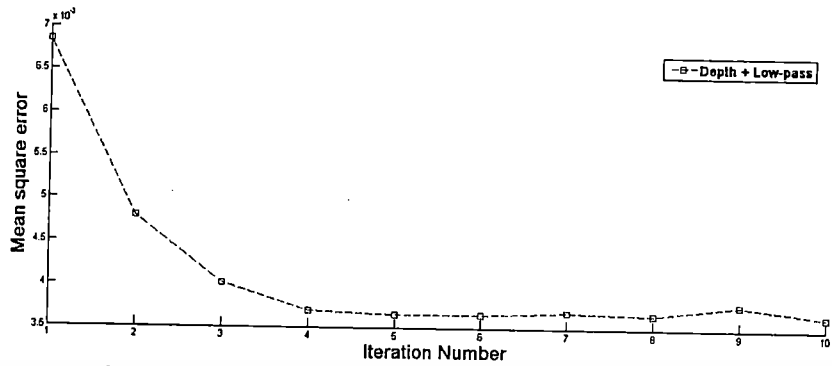
1. การทดลองแยกภาพวิธีที่ 1 โดยใช้ Bayesian-Matting ที่นำค่าระยะลึกมาช่วยในการคิดคำนวณ



ภาพที่ 4.3 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 1 จำนวน 10 รอบ

จากผลการทดลองการแยกภาพด้วยวิธีที่ 1 จะเห็นว่าค่า MSE (Mean square error) มีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในรอบการทำงานที่ 1 ถึง 4 ซึ่งอาจบอกได้ว่าในการหาค่าผลลัพธ์การหาค่าในช่วงแรกยังไม่ดีเท่าที่ควร สำหรับในช่วงที่ 4 ถึง 7 มีค่า MSE ต่ำการและเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สำหรับในรอบที่ 8 ถึง 10 ค่า MSE เริ่มมีการปรับสูงขึ้น

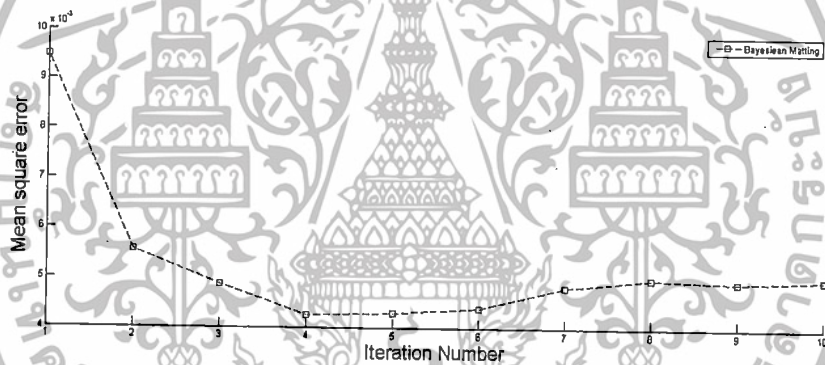
2. การทดลองแยกภาพวิธีที่ 2 โดยใช้ Bayesian Matting ที่นำค่าระยะลึกมาช่วยในการคิดคำนวณ โดยในแต่ละรอบของการคำนวณจะทำ Low-pass filter .ในส่วนของ alpha



ภาพที่ 4.4 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 2 จำนวน 10 รอบ

จากผลการทดลองการแยกภาพด้วยวิธีที่ 2 จะเห็นว่าค่า MSE มีแนวโน้มคล้ายคลึงกับวิธีที่ 1 คือในช่วงรอบ 1 ถึง 4 มีแนวโน้มที่ลดลงแต่วิธีการที่ 2 จะเริ่มคงที่ในช่วง 4 ถึง 8 และเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วงที่ 9

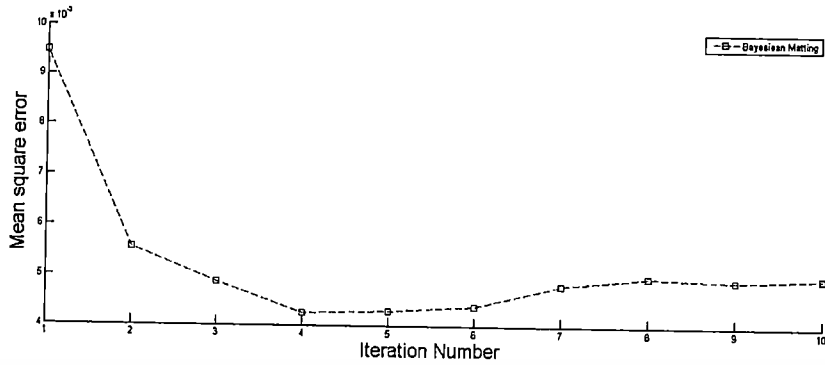
3. การทดลองแยกภาพวิธีที่ 3 โดยใช้ Bayesian Matting



ภาพที่ 4.5 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 3 จำนวน 10 รอบ

จากผลการทดลองการแยกภาพด้วยวิธีที่ 3 จะได้แนวโน้มที่มีลักษณะกราฟใกล้เคียงกับวิธีที่ 1 และ 2 คือลดลงในช่วงแรก และเริ่มคงที่ในช่วง 4 ถึง 6 แล้วค่า MSE จะเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อทำซ้ำหลายๆ รอบ

4. การทดลองแยกภาพวิธีที่ 4 โดยใช้ Bayesian Matting และใช้ Low-pass filter ในแต่ละรอบการทำงาน

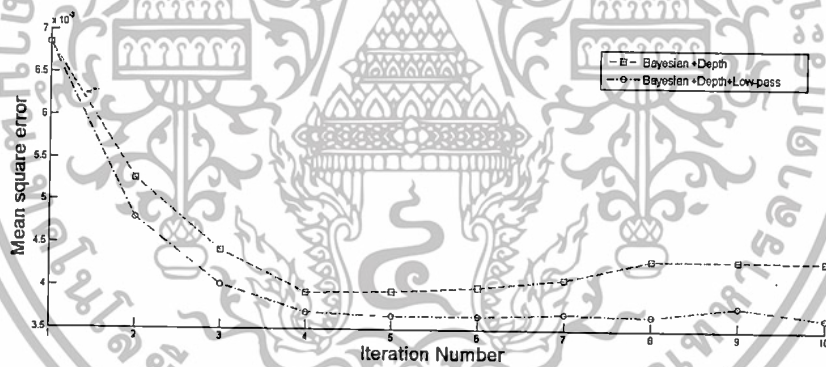


ภาพที่ 4.6 กราฟค่า MSE ในแต่ละรอบของวิธีการที่ 4 จำนวน 10 รอบ

จากผลการทดลองการแยกภาพด้วยวิธีที่ 4 จะเห็นว่าค่า MSE มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงรอบการทำงานที่ 1 ถึง 4 และในช่วงที่ 4 ถึง 6 มีการเปลี่ยนแปลงที่ละน้อยและเพิ่มขึ้นเมื่อทำหลายรอบซึ่งเหมือนกันกับวิธีการอื่น

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ใช้ Low-pass filter กับไม่ใช้ Low-pass filter

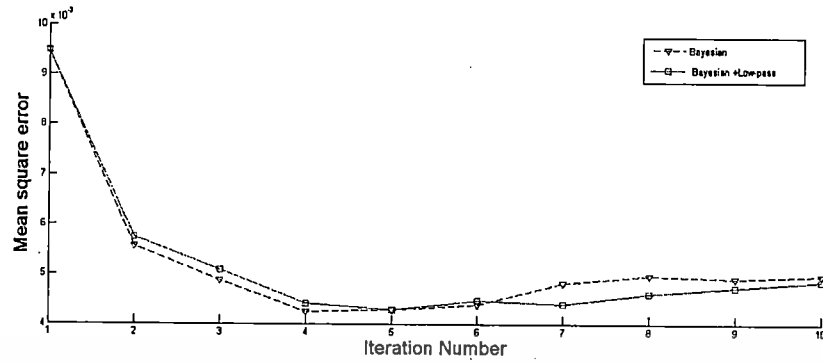
1. เปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 2 ที่มีการใช้ระยะลึกมาช่วยในการ Matting โดยที่วิธีการที่ 2 มีการทำ low-pass filter ในแต่ละรอบการทำงาน



ภาพที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE ระหว่างวิธีการที่ 1 กับ 2

จากผลการทดลองเบื้องต้นสำหรับวิธีการที่ 1 กับวิธีการที่ 2 ที่มีการนำระยะลึกมาใช้ในการ Matting ภาพซึ่งวิธีการทดลองที่ 2 จะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า

2. เปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ 3 กับ 4 ที่ทำการใช้ Bayesian โดยวิธีการที่ 4 มีการนำ Low-pass Filter มาใช้ในแต่ละรอบการทำงาน

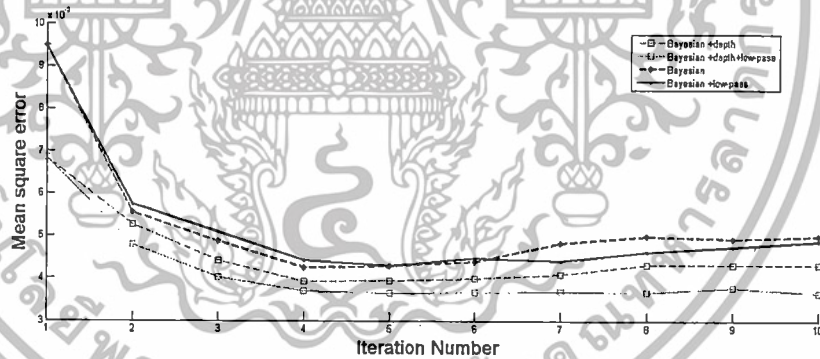


ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE ระหว่างวิธีการที่ 3 กับ 4

จากผลการทดลองเบื้องต้นสำหรับวิธีการที่ 3 กับวิธีการที่ 4 ที่ใช้ Bayesian ในการ Matting ภาพซึ่งวิธีการทดลองที่ 4 ที่มีการนำ Low-pass filter ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละรอบมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

สรุปในทดลองเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ใช้ Low-pass filter กับไม่ใช้ Low-pass filter จะสามารถสรุปเบื้องต้นได้ว่าการทำ Bayesian Matting ภาพโดยมีการนำค่าระยะลึก มาช่วยในการคำนวณ ถ้ามีการทำ Low-pass filter จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพกว่าการไม่ทำ Low-pass filter แต่ส่วนในการดำเนินการ Bayesian matting ภาพที่ไม่มีค่าระยะลึก มาช่วยในการคำนวณจะได้ผลที่ไม่แตกต่างกันเท่าไร

4.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการ



ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่า MSE แต่ละวิธีการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการ Matting ของทั้ง 4 วิธีจะสรุปได้ว่าวิธีการแยกภาพที่มีการนำข้อมูลระยะลึกช่วยการคำนวณจะได้ผลที่มีประสิทธิภาพกว่าการ Matting ภาพที่ไม่ได้ใช้ค่าระยะลึก และถ้าใช้ Low-pass filter ควบคู่กับการใช้ข้อมูลระยะลึกจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม



(a)

(b)

(c)

(d)

ภาพที่ 4.10 ภาพตัวผลลัพธ์ของแต่ละวิธี (a) ผลการทดลองวิธีการที่ 1 (b) ผลการทดลองวิธีการที่ 2 (c) ผลการทดลองวิธีการที่ 3 (d) ผลการทดลองวิธีการที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงานได้ว่าการใช้ข้อมูลระยะลึกมาช่วยในการแยกภาพควบคู่กับการทำ Low-pass filter ในแต่ละรอบจะเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องในการประมาณค่า Alpha และเมื่อมีการทำซ้ำหลายรอบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่า MSE เริ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ทั้งนี้ในการทดลองนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่คือ .จำนวนภาพที่การทดสอบยังทำเพียงหนึ่งภาพจึงอาจไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด อีกทั้งความไม่สมบูรณ์ของภาพระยะลึกโดยเฉพาะบริเวณขอบของวัตถุที่เกิดจาก sensor ระยะลึกตรวจจับไม่ได้และ. ความละเอียดของภาพที่ได้จากอุปกรณ์ Kinect มีสัญญาณรบกวน (noise) ซึ่งส่งผลต่อการประมวลผลสำหรับแนวทางในการดำเนินงานในอนาคตจะทำการทดสอบกับภาพในลักษณะต่าง ๆ พร้อมกับการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาความไม่สมบูรณ์ของภาพระยะลึกและใช้กล้อง DSLR ในการถ่ายภาพร่วมกับอุปกรณ์ Kinect เพื่อแก้ไขปัญหาสัญญาณรบกวนของภาพ



บรรณานุกรม

- [1] Wikimedia Foundation. (2013, March 23). *Chroma key* [Online]. Available: [http:// en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key](http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key)
- [2] W. Forsche. (2012, March 23). *The history of special effects* [Online]. Available: [http://www.youtube.com/watch?v= dgfsz8d-z6i](http://www.youtube.com/watch?v=dgfsz8d-z6i)
- [3] D. R. Shoot. (2012, March 23). *How Digital Matte Painters Work* [Online]. Available: [http:// entertainment.howstuffworks.com/digitalmatte- painter.htm](http://entertainment.howstuffworks.com/digitalmatte-painter.htm)
- [4] Chuang *et al.*, "Blue screens matting," in *Proc. of Siggraph*, pp. 259-268, 2001.
- [5] Rotthaler, "Virtual Studio Technology: An overview of the possible applications in television programme production," *EBU Technical Review Summer*, pp. 2-6, 1996.
- [6] Wang, F. and Cohen M.F., "Image and video matting," *Found. and Trends in Comput. Graph. and Vision*, pp. 97-175, 2008.
- [7] A. R. Smith, "Alpha and the History of Digital Compositing," Microsoft Technical Memo 7, 1995.
- [8] M. A. Ruzon and C. Tomasi, "Alpha Estimation in Natural Image," in *Proc. CVPR* pp. 18-25, 2000.
- [9] Chuang *et al.*, "Bayesian approach to digital matting," in *Proc. CVPR*, pp. 264-271, 2001.
- [10] Y. Zheng, C. Kambhamettu, "Learning Based Digital Matting," *IEEE 12th ICCV*, pp. 889-896, 2009.
- [11] Gokturk *et al.*, "A-Time-Of-Flight Depth Sensor -System," in *Proc. of the 2004 Conf. Comput. Vision and Pattern Recognition Workshop (CEPRW)*. 3:, pp. 35-44, 2004.
- [12] Gvili *et al.*, "Depth Keying," in *Proc. SPIE Electron. Imaging*, pp. 564-574, 2003.
- [13] Daniel *et al.*, "Joint depth and color camera calibration with distortion correction" *IEEE 12th* , pp. 2058-2064, 2012.
- [14] Oliver *et al.*, "Automatic Natural Video Matting with Depth" *IEEE 15th Computer Graphics and Applications*, pp. 469-472, 2007