สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์สามมิติจำลองในสถานที่จริง

Augmented Reality Application for Room Decoration with 3D Furniture

T117239

นางสาวขนิษฐา มาลัยนวล

นายณฐพล ศรีวิชาพร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117239
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ค. 2554

b.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Augmented Reality Application for Room Decoration with 3D Furniture

MS.KANITTHA MALAINUAL

MR.NATTAPON SRIVICHAPORN

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์สามมิติจำลองในสถานที่จริง

Augmented Reality Application for Room Decoration with 3D Furniture

ชื่อนักศึกษา นางสาวขนิษฐา มาลัยนวล 50050105

นายณฐพล ศรีวิชาพร 50050123

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กรกช ประชุมรักษ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ ประกอบผล ประธานกรรมการ	
ดร. วรางคณา กิ้มปาน กรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช ประชุมรักษ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์สามมิติจำลองในสถานที่จริง)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวขนิษฐา มาลัยนวล 50050105
	นายณฐพล ศรีวิชาพร 50050123
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช ประชุมรักษ์

บทคัดย่อ

โปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์สามมิติจำลองในสถานที่จริง (ARDecorate) เป็นโปรแกรมสำหรับช่วยออกแบบและตกแต่งห้อง โดยนำเทคโนโลยี Augmented Reality มาประยุกต์ใช้ในการจำลองการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบโมเดลสามมิติ มีการทำงานโดยใช้การตรวจจับตำแหน่งของภาพสัญลักษณ์(Marker) ในสถานที่จริงแล้วแทนที่โมเดลสามมิติลงในตำแหน่งที่ตรวจจับได้ ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช่ในการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ในการตกแต่งห้องและสถานที่ได้ รวมทั้งผู้ใช้สามารถกำหนด Pattern ในการแสดงผล และเพิ่มโมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติที่ต้องการใช้งานได้ด้วยตัวเอง นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถทำการจับภาพการแสดงผลในขณะนั้น เพื่อจัดเก็บเป็นไฟล์รูปภาพ และนำไปใช้งานต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Augmented Reality Application for Room Decoration with 3D Furniture
Students	Ms.Kanittha Malainual 50050105
	Mr.Natapon Srivichaporn 50050123
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Computer Science
Academic Year	2010
Advisor	Asst.Prof.Dr.Korakot Prachumrak

ABSTRACT

Augmented Reality Application for Room Decoration with 3D Furniture (ARDecorate) helps to design and decorate rooms. Augmented Reality Technology is used to simulate positioning and orienting 3D furniture models by detecting the position of the marker in real world, then place 3D model on them. The application provides the convenient for users to apply the furniture to decorate rooms. The users can define pattern of the markers and the 3D models. The users also can take any screenshot pictures to use in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จได้ เพราะความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลดังต่อไปนี้

1. บิดา- มารดา ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวทุกคน ผู้ซึ่งมีพระคุณอย่างมากที่ได้ให้กำเนิด เลี้ยงดู อบรม ส่งเสริมให้กระทำในสิ่งที่ดี และเป็นฐานยึดเหนี่ยวจิตใจ รวมถึงเป็นกำลังใจ และมอบความรักอบอุ่นเสมอมา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช ประชุมรักษ์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในโครงงานพิเศษนี้ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการศึกษาปัญหา การออกแบบ แนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขการเขียนรายงายโครงงานพิเศษเล่มนี้มาโดยตลอด

3.อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้คำปรึกษาทั้งในทางทฤษฎีและทางการปฏิบัติตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมาจนกระทั่งโครงงานพิเศษเล่มนี้สัมฤทธิ์ผลด้วยดี

4.เพื่อนๆสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกคน ผู้ซึ่งมีความจริงใจและเป็นกำลังใจ ตลอดจนคำปรึกษาเสมอมาที่ดี

5.เพื่อนๆคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทุกคนที่ได้มอบความรู้ และคำปรึกษาในการสร้างสรรค์วัตถุ 3 มิติ ตลอดจนกำลังใจและความจริงใจที่มีให้ตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	ix
สารบัญรูปภาพ	x
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา	2
1.5 ขอบเขตของปัญหา	2
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการ	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Augmented Reality	4
2.2 Monitor-based Augmented Reality System	8
2.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ Marker base Augmented Reality	10
2.4 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ Web Camera	17
2.5 หลักการประมวลผลภาพ	18
2.5.1 การหาขอบภาพ	18
2.5.1.1 เทมเพลตสำหรับหาขอบภาพ	18
2.5.1.2 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.1.3 การหาขอบภาพเทมเพลตดีกรีสอง 20

2.5.1.4 การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้น 21

2.5.1.5 การตามขอบภาพ 21

2.5.2 การแยกข้อมูลภาพออกเป็นส่วนๆ 22

2.5.2.1 Amplitude segmentation methods 22

2.5.2.2 Region segmentation methods 24

2.5.2.3 Boundary detection 27

2.5.3 การรู้จำภาพ 30

2.5.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ 30

2.5.3.2 การคำนวณหาฟังก์ชันตัดสินใจ 31

2.5.3.3 K-means Clustering 31

2.5.3.4 การรู้จำภาพตัวอักษร 31

2.5.3.5 การคำนวณค่าลักษณะเด่นของภาพ 33

2.6 หลักการเขียนภาษา ActionScripts 3.0 34

2.6.1 โครงสร้างของ Action Script 34

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 46

2.7.1 ARToolKit 46

2.7.2 FLARToolKit 46

2.7.3 PaperVision3D 47

2.7.3.1 โปรแกรมAutodesk Maya 47

2.7.3.2 การออกแบบโมเดล 3 มิติสำหรับนำมาใช้ใน Papervision3D 49

2.7.3.3 การนำไฟล์โมเดลสามมิติเข้าสู่ Papervision3D 51

2.7.4 เครื่องมือสำหรับสร้างภาพสัญลักษณ์ เพื่อทำเป็นภาพต้นแบบ (pattern) 52

2.7.4.1โปรแกรมPhotoshop 52

2.7.4.2 ส่วนประกอบของหน้าจอโปรแกรม Adobe Photoshop CS4 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.7.5 Maker Generator	54
2.7.6 ตัวอย่าง Action Script ที่มีการเรียกใช้ Library ต่างๆ	55
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาซอฟท์แวร์	63
3.1 หลักการและแนวคิด	63
3.2 การออกแบบซอฟท์แวร์	63
3.3 การทำงานของระบบ	64
3.3.1การทำงานโดยรวมของระบบ	64
3.4 การพัฒนาระบบ	65
3.4.1 Library ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	65
3.4.1.1 วิธีติดตั้ง Library เพื่อพัฒนาโปรแกรม	65
3.4.1.2 วิธีการเรียกใช้ Library เพื่อพัฒนาโปรแกรม	66
3.4.2 การสร้างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ	69
3.4.2.1 หมวดหมู่ของเฟอร์นิเจอร์ในโปรแกรม	69
3.4.2.2 การสร้างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ	69
3.4.2.3 การสร้างพื้นผิวของโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ	71
3.4.2.4 การExport ไฟล์เพื่อนำโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติไปใช้	75
3.4.3 การสร้างภาพสัญลักษณ์ (Marker) สำหรับกำหนดตำแหน่งในการแทนที่วัตถุ	76
3.4.3.1 การออกแบบและสร้างภาพสัญลักษณ์	76
3.4.3.2 การสร้างไฟล์ต้นแบบ (Pattern)	77
3.4.4 ส่วนเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ และภาพสัญลักษณ์	79
3.4.4.1 ส่วนเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ	79
3.4.4.2 ส่วนเพิ่ม/ลบ ภาพสัญลักษณ์	80
3.4.5ส่วนตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์ สำหรับแสดงผล	82
3.4.5.1 ส่วนการตั้งค่าวัตถุ 3 มิติ	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4.5.2 ส่วนการตั้งค่าไฟล์ต้นแบบ (Pattern)	84
3.4.6 ส่วนการตั้งค่ากล้อง และแสดงผลวีดีโอที่บันทึกวัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง	86
3.4.6.1 ส่วนการตั้งค่ากล้อง	86
3.4.6.2 ส่วนแสดงผลการแทนที่วัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งรูปที่ถูกต้อง.	87
3.4.7 ส่วนแสดงรูปที่เกิดจับภาพการแสดงผล และบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ เพื่อนำไปใช้	92
3.4.7.1 ส่วนการ Capture รูปที่โปรแกรมแสดงผล	92
3.4.7.2 ส่วน export ไฟล์รูปภาพ capture	93
3.4.8 การสร้างตัวติดตั้งโปรแกรม (Installer)	95
3.4.8.1 ส่วนการ สร้างลายเซ็นดิจิตอล	96
3.4.8.2 ส่วนการ สร้างตัวติดตั้ง	97
บทที่ 4 การใช้งานและผลการวิจัย	98
4.1 การติดตั้งโปรแกรม (Application)	98
4.2 การทำงานของโปรแกรม	99
4.2.1 ADD/REMOVE	99
4.2.1.1 การเพิ่มวัตถุสามมิติ	99
4.2.1.2 การลบวัตถุสามมิติ	101
4.2.1.3 การเพิ่มภาพต้นแบบ	102
4.2.1.4 การลบภาพต้นแบบ	104
4.2.2 Display Setting	105
4.2.3 Start Camera	108
4.2.4 Capture Image	110
4.2.5 Help	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการวิจัย	111
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	113
5.1 บทสรุป	113
5.2 ข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยี Augmented Reality	114
5.3 ข้อเสนอแนะ	114
เอกสารอ้างอิง	116
ภาคผนวก ก	117
ภาคผนวก ข	122
ภาคผนวก ค	128
ภาคผนวก ง	133

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขนาดรูปภาพตรงกลางของภาพสัญลักษณ์ ที่มีผลต่อข้อระยะการใช้งาน	11
2.2 ตัวอย่างการหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมจริง Augmented Reality และ Virtual Reality	4
2.2 อุปกรณ์ Head-Mouthed Displays	5
2.3 การจำลองภาพมะเร็งเต้านมเทียม ซ้อนทับลงบนอุปกรณ์การฝึกฝนผ่าตัด	5
2. 4 การใส่อุปกรณ์ Head-Mounted Displays เพื่อช่วยในการซ่อม laser printer	6
2. 5 มุมมองผ่านผู้ที่สวมอุปกรณ์ Head-Mounted Displaysเพื่อการซ่อมแซม laser printer	6
2. 6 คำอธิบายเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรผ่านการมองของผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ชี้ไปที่ชิ้นส่วนที่ต้องการ	7
2.7 คำอธิบายถึงวัตถุต่างๆในภาพโดยซ้อนลงไปในภาพที่ปรากฏผ่าน Augmented Reality	7
2.8 การจำลองการเคลื่อนไหวชิ้นส่วนแขน ของหุ่นยนต์	8
2.9 องค์ประกอบของระบบ monitor-based Augmented Reality system	9
2.10 ส่วนประกอบของระบบ Augmented Reality และ coordinates ของวัตถุในโลกจริงและในโลกเสมือนที่ซ้อนทับกัน	10
2.11 รูปแบบที่เหมาะสมของภาพสัญลักษณ์	12
2.12 การทำงานของระบบ Marker Base Augmented Reality	13
2.13 ขั้นตอนของกระบวนการ Image Analysis	14
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame	16
2.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates	17

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.16 กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses	17
2.17 Bimodal image histogram	24
2.18 (a) Original Image (b) Quad tree representation	28
2.19 ลักษณะของอัลกอลิธึม Boundary Segmentation	30
2.20 โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ	31
2.21 การหาผลรวมในแนวนอนเพื่อหาจุดแบ่งบรรทัด	33
2.22 การหาผลรวมในตั้งเพื่อหาจุดแบ่งระหว่างตัวอักษร	34
2.23 การหาลักษณะเด่น โดยวิธีการหาความหนาแน่นของจุดขาว	35
2.24 แถบเครื่องมือในโปรแกรม Autodesk Maya	49
2.25 แถบเครื่องมือในโปรแกรมphotoshop	54
2.26 ตัวอย่างโปรแกรม Marker Generator	55
3.1 แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบ	64
3.2 การตั้งค่า Library ที่ใช้สำหรับโปรแกรม	65
3.3 การปั้นโมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติ ตามแบบที่เลือกไว้ ด้วยโปรแกรม Autodesk Maya	70
3.4 ตัวอย่างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในโปรแกรมARDecorate	70
3.5 การวิธีการแผ่ด้านของวัตถุ	71
3.6 การตั้งค่าวิธีแผ่ด้านวัตถุ	72

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 เริ่มทำการแผ่ด้านวัตถุ	72
3.8 ชิ้นส่วนของวัตถุที่แผ่ออกมาจัดเรียงอย่างกระจัดกระจายบนพิกัด UV	73
3.9 การแผ่ด้านของวัตถุแล้วจัดเรียงลงบนระบบพิกัด UV	73
3.10 การบันทึกภาพ UV สำหรับนำไปลงสีและแสงเงา	74
3.11 การนำภาพลงสีและแสงเงาแล้วมา Mapping ด้วย Hypershade	74
3.12 การกำหนดค่าของไฟล์ Collada ที่ Export	75
3.13 ข้อมูลภายในไฟล์ที่ Export มีโครงสร้างเป็น XML	75
3.14 การสร้างภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม ARDecorate ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop	76
3.15 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานต้นแบบภาพสัญลักษณ์	77
3.16 ภาพการใช้งานโปรแกรม Marker Generator สร้างไฟล์ต้นแบบ (Pattern)	78
3.17 ข้อมูลค่าความเข้มแสงของไฟล์ Pattern	78
3.18 การเชื่อมต่อส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการเพิ่มโมเดลเฟอร์นิเจอร์ลงในโปรแกรมARDecorate	80
3.19 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการเพิ่มต้นแบบเข้าไปในโปรแกรม ARDecorate	82
3.20 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานโมเดลเฟอร์นิเจอร์	84
3.21ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานต้นแบบภาพสัญลักษณ์	85
3.22 การเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานกล้อง	88
3.23 ส่วนฉากแสดงผล	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.24 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในการ Capture ภาพ ในขณะที่กำลังแสดงผล	93
3.25 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการแสดงรายชื่อรูปที่ทำการ Capture ไว้	95
3.36 การสร้างใบรับรองลายเซ็นดิจิตอล	96
3.27 การเลือกใบรับรองลายเซ็นดิจิตอลสำหรับการ Sign	96
3.28 การสร้างตัวติดตั้งโปรแกรม	97
4.1 การเตรียมพร้อมการใช้งานโปรแกรม	98
4.2 การติดตั้งโปรแกรม ARDecorate	98
4.3 หน้าแรกของโปรแกรม	99
4.4 หน้าเพิ่มลบวัตถุ 3 มิติ	100
4.5 การเพิ่มวัตถุ 3 มิติ	100
4.6 ตัวอย่างของวัตถุ 3 มิติ	101
4.7 การลบวัตถุ 3 มิติ	101
4.8 หน้าเพิ่ม/ลบ ไฟล์ต้นแบบ	102
4.9 การเพิ่มไฟล์ต้นแบบ	103
4.10 การเลือกไฟล์ภาพสัญลักษณ์	103
4.11 ภาพสัญลักษณ์ของไฟล์ต้นแบบ	104
4.12 การลบไฟล์ต้นแบบ	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 หน้าการตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์	105
4.14 การเลือกวัตถุ 3 มิติ	105
4.15 การเลือกวัตถุ 3 มิติเข้า item	106
4.16 การเลือกไฟล์ต้นแบบเข้า item	107
4.17 การ reset วัตถุ 3 มิติและไฟล์ต้นแบบใน item	107
4.18 หน้าการแสดงผลวีดีโอ	108
4.19 การเลือกกล้องที่ต้องการ	108
4.20 การแทนที่วัตถุ 3 มิติลงในตำแหน่งที่ถูกต้อง 1 ชิ้น	109
4.21 การแทนที่วัตถุ 3 มิติลงในตำแหน่งที่ถูกต้อง 2 ชิ้น	109
4.22 ภาพที่เกิดจากการ capture	110
4.23 หน้ารายการ ภาพ capture	110
4.24 หน้าช่วยเหลือผู้ใช้	111
ก.1 ตัวติดตั้ง Adobe Flash CS4	118
ก.2 การโหลดตัวติดตั้ง Adobe Flash CS4	119
ก.3 การใส่ Product Key ของ Adobe Flash CS4	119
ก.4 ข้อตกลงการใช้งาน Adobe Flash CS4	120
ก.5 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง	120
ก.6 การติดตั้ง Adobe Flash CS4	121

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.7 การติดตั้งที่เสร็จเรียบร้อย	121
ข.1 ข้อตลกลงการใช้ Maya 2009	123
ข.2 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง	124
ข.3 การติดตั้งโปรแกรม Maya 2009	124
ข.4 หน้าต่างแสดงการติดตั้งโปรแกรม Autodesk Maya เรียบร้อย	125
ข.5 การเลือกวิธีติดตั้ง License	126
ข.6 การเลือก Serial Number	126
ข.7 การใส่ Serial Number	127
ค.1 ตัวติดตั้ง Adobe Photoshop CS4	129
ค.2 การโหลดตัวติดตั้ง Adobe Photoshop CS4	130
ค.3 การใส่ Product Key ของ Adobe Photoshop CS 4	130
ค.4 ข้อตกลงการใช้งาน Adobe Photoshop CS4	131
ค.5 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง	131
ค.6 การติดตั้ง Adobe Photoshop CS4	132
ค.7 การติดตั้ง Adobe Photoshop CS4 สำเร็จ	132
ง.1 หน้าเว็บสำหรับสร้างไฟล์ต้นแบบ	133
ง.2 การยินยอมใช้กล้อง	133
ง.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรมสร้างไฟล์ต้นแบบ	135

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.4 การจับภาพสัญลักษณ์	136
ง.5 ภาพสัญลักษณ์ที่จับได้	136
ง.6 ภาพสัญลักษณ์ที่ทำการแบ่ง segment แล้ว	137
ง.7 การบันทึกไฟล์ต้นแบบ	137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงานพิเศษ

เนื่องด้วยในการออกแบบและตกแต่งห้องโดยทั่วไปของผู้คนที่ไม่มีความชำนาญในการออกแบบและตกแต่งนั้น มีความยากลำบากในการจินตนาการเพื่อเลือกตำแหน่งการวางสิ่งของให้เหมาะสมกับพื้นที่จริง หรือหากจะใช้การจัดวางและเคลื่อนย้ายสิ่งของจริงเพื่อตกแต่งนั้น ก็เป็นการสิ้นเปลืองทั้งแรงและเวลา แม้ว่าในปัจจุบันจะสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติ ช่วยในการตกแต่งได้แล้วก็ตาม แต่โปรแกรมเหล่านั้นยังขาดความสามรถในการจำลองวัตถุในสภาพแวดล้อมของสถานที่จริง

Augmented Reality เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำเสนอข้อมูล ที่อาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่ผสานเอาสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริงที่ถูกสร้างไว้ในคอมพิวเตอร์ (Virtual) เข้าไว้ด้วยกัน และแสดงผลแบบ real time เพื่อเพิ่มมิติในการรับรู้ของผู้ใช้ต่อข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันได้มีการตื่นตัวและศึกษางานวิจัยด้านนี้มากขึ้นรวมทั้งมีการนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมหลากหลายรูปแบบ เช่นโปรแกรมจำลองการผ่าตัดสมองที่ใช้ในวงการแพทย์ เกมส์ สื่อโฆษณา เป็นต้น

ดังนั้นในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ ผู้จัดทำจึงเน้นการศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Augmented Reality โดยมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยในการออกแบบและตกแต่งห้องที่สามารถจำลองเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบโมเดลสามมิติ โดยการตรวจจับตำแหน่งของภาพสัญลักษณ์ (Marker) เพื่อแสดงผลในสถานที่จริง ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการจัดวางเฟอร์นิเจอร์และตกแต่งห้องได้ รวมทั้งให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มโมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติที่ต้องการใช้งานได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจจับภาพสัญลักษณ์
2) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแปลงภาพสัญลักษณ์ที่ตรวจจับได้เป็นโมเดลสามมิติเสมือนจริง เพื่อจำลองการออกแบบและตกแต่งห้อง
3) เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการออกแบบ ตกแต่งห้องด้วยวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ในสภาพแวดล้อมของสถานที่จริง

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

โปรแกรมนี้สามารถติดต่อกับกล้อง เพื่อทำการตรวจจับภาพสัญลักษณ์ เพื่อนำมาคำนวณหาตำแหน่งในการแทนที่โมเดลวัตถุเฟอร์นิเจอร์สามมิติ แล้วแสดงผลการจำลองวัตถุสามมิติลงในสภาพแวดล้อมจริง ออกทางหน้าจอของโปรแกรม

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

คณะผู้จัดทำได้นำไลบรารี (Library) ที่สนับสนุนกระบวนการทำงานของ Augmented Reality เช่น การตรวจจับภาพสัญลักษณ์ จากข้อมูลภาพ การคำนวณหาตำแหน่งของกล้องในระบบพิกัดแบบสามมิติ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่รองรับการตอบสนองในเวลาจริง (real-time) ซึ่งไลบรารีถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อรองรับการทำงานเกี่ยวกับ Augmented Reality ในรูปแบบภาษา actionscript 3.0 บน Adobe Flash Platform

1.5 ขอบเขตของปัญหา

1) สร้างส่วนของโปรแกรมในการเชื่อมต่อกล้อง (Web cam) เข้ากับโปรแกรม
2) สร้างโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพจากกล้อง เพื่อตรวจจับภาพ แล้วแสดงผลออกมาเป็นภาพโมเดล 3มิติ
3) พัฒนาโปรแกรมเพื่อจำลองการจัดวาง เฟอร์นิเจอร์ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนชนิดของเฟอร์นิเจอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการ

1) กำหนดขอบเขต วัตถุประสงค์ ความต้องการของโครงงาน
2) วางแผนการปฏิบัติงาน
3) ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Augmented Reality
4) ศึกษาเครื่องมือในการพัฒนา Augmented Reality Application
5) วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมในส่วนการทำงานหลัก
6) พัฒนาโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้
7) ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้
8) ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
9) จัดทำเอกสาร

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถพัฒนาเทคโนโลยี Augmented Reality เพื่อนำมาใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน
2) ช่วยเพิ่มทักษะในการออกแบบและเขียนโปรแกรมทางด้านมัลติมีเดีย โดยเฉพาะเทคโนโลยี Augmented Reality
3) นำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบตกแต่งห้องโดยวัตถุ สามมิติเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น
4) เป็นแนวทางในการศึกษาเทคโนโลยี Augmented Reality แก่ผู้สนใจในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Augmented Reality

Augmented Reality เป็นวิทยาการแขนงหนึ่งที่มีผู้ศึกษาควบคู่มากับ Virtual Reality คือการพยายามที่จะผสมวัตถุจริง (real object) ลงไปในสภาพแวดล้อมที่สังเคราะห์ (synthetic environment) โดยคอมพิวเตอร์ เช่น โครงการมหาวิทยาลัยเสมือน (Virtual University) เป็นต้น แต่ Augmented Reality กลับพยายามทำในสิ่งที่ตรงกันข้าม คือพยายามผสมวัตถุสังเคราะห์ (synthetic object) ลงไปในสภาพแวดล้อมจริง คือทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นสภาพแวดล้อมจริง (real world) ในขณะที่มีวัตถุสังเคราะห์ซ้อนทับ หรือแทรกตัวอยู่ อาทิเช่น ในงานภาพยนตร์เรื่อง "Who Framed Roger Rabbit" ที่พยายามสร้างตัวการ์ตูนที่ปรากฏอยู่ในฟิล์มภาพยนตร์เสมือนหนึ่งตัวการ์ตูนนั้นมีอยู่จริง

รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมจริง Augmented Reality และ Virtual Reality

นักวิจัยหลายท่านที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ Augmented Reality มักจะจำกัดการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์ Head-Mounted Displays แต่ขอบเขตการใช้งานของ Augmented Reality ไม่ได้มีเพียงแค่นั้น ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการให้คำจำกัดความถึงลักษณะเฉพาะของ Augmented Reality ดังนี้

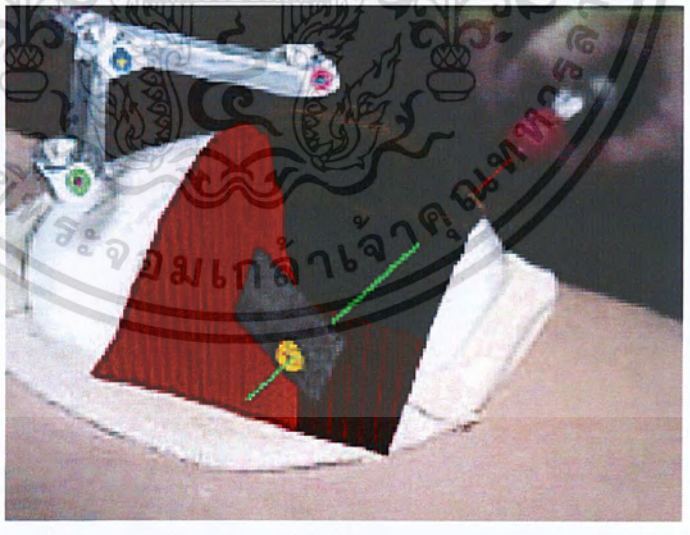
1. เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการผสมระหว่างสภาพแวดล้อมจริงและภาพวัตถุเสมือน
2. มีการตอบสนองต่อผู้ใช้งานในทันทีทันใด (real time)
3. วัตถุสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในรูปแบบสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แสดงอุปกรณ์ Head-Mouthed Displays

ด้วยคำจำกัดความทั้งสามข้อทำให้ภาพของงาน Augmented Reality มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น การสร้าง Applications และการใช้งานด้าน Augmented Reality มีมากมาย และหลากหลายชนิด ดังอาจแบ่งได้ดังนี้

1. ด้านการแพทย์ เช่น การทำภาพจำลองเพื่อช่วยในการฝึกฝนในห้องผ่าตัด การทำภาพจำลองซ้อนทับลงบนรูปที่ได้จากการทำ CT Scan เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในแง่ที่ว่าวัตถุสังเคราะห์ที่ปรากฏเป็นลักษณะสามมิติ ดังนั้น ทำให้แพทย์สามารถมีอิสระในการมองมุมมองต่างๆ ได้โดยไม่จำกัด

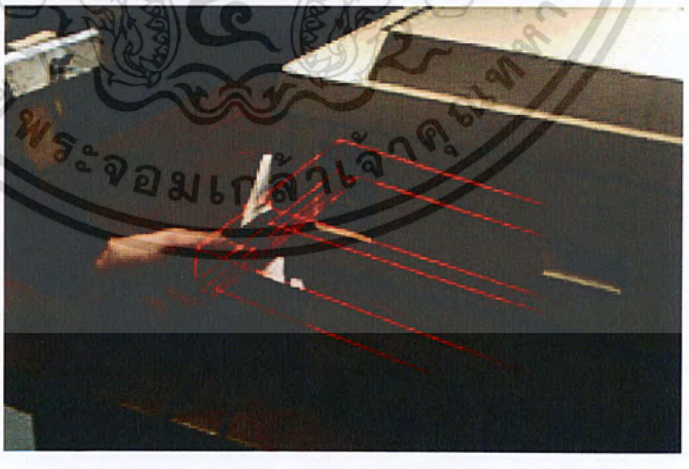


รูปที่ 2.3 การจำลองภาพมะเร็งเต้านมเทียม
ซ้อนทับลงบนอุปกรณ์การฝึกฝนผ่าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านการผลิต และการดูแลซ่อมแซมเครื่องจักร ประโยชน์ที่จะได้ในงานนี้คือ ในการซ่อมแซมเครื่องจักรที่มีความซับซ้อน การใช้คู่มือที่เป็นสองมิติอยู่ในกระดาษอาจทำให้ช่างที่ดูแลเสียเวลาในการทำความเข้าใจมาก เพราะฉะนั้นถ้าสามารถแสดงข้อมูล (ข้อความ หรือ รูป) ลงไปบนอุปกรณ์จริง ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

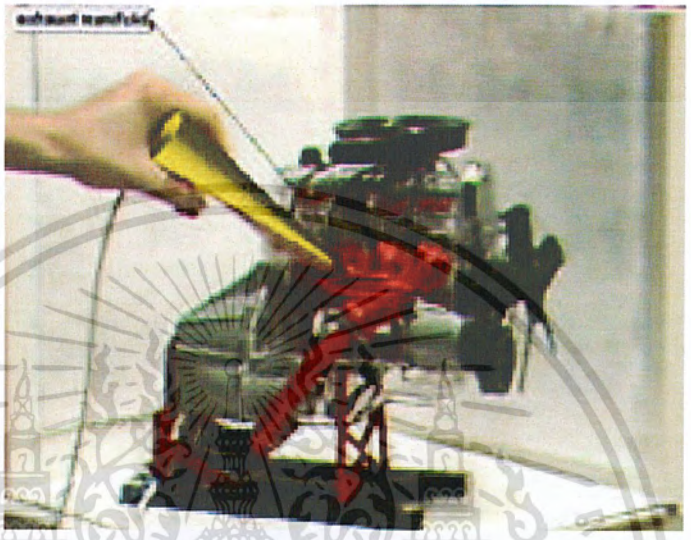
รูปที่2. 4 การใส่อุปกรณ์ Head-Mounted Displays
เพื่อช่วยในการซ่อม laser printer



รูปที่2. 5 มุมมองผ่านผู้ที่สวมอุปกรณ์ Head-Mounted Displays
เพื่อการซ่อมแซม Laser printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Annotation และ Visualization ปัจจุบันมีการใช้งานอุปกรณ์มือถือ (hand-held display) อยู่มากมาย เช่น พนักงานใช้อุปกรณ์ช่วยบันทึกการใช้ไฟฟ้าตามบ้าน เป็นต้น การนำเอา Augmented Reality มาผสมทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

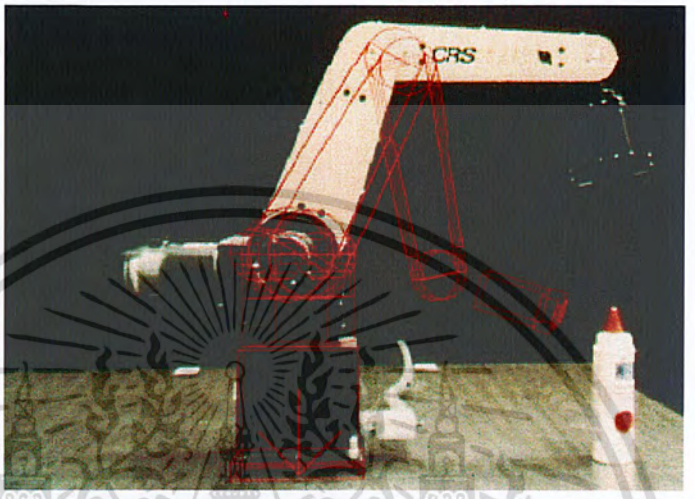


รูปที่ 2. 6 คำอธิบายเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรผ่านการมองของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ชี้ไปที่ชิ้นส่วนที่ต้องการ

รูปที่ 2.7 คำอธิบายถึงวัตถุต่างๆในภาพโดยซ้อนลงไปในภาพที่ปรากฏผ่าน Augmented Reality

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การออกแบบหุ่นยนต์ Augmented Reality ถูกนำมาใช้ในการแสดงผลการทำงานล่วงหน้าของหุ่นยนต์ เนื่องจากการสั่งการหุ่นยนต์นั้นจะเกิดความล่าช้าก่อนการทำงานจริง ซึ่งในจุดนี้ Augmented Reality จะถูกใช้แสดงภาพการทำงานของหุ่นยนต์ควรจะทำเมื่อถูกสั่งการ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนต่อไป



รูปที่ 2.8 การจำลองการเคลื่อนไหวชิ้นส่วนแขน ของหุ่นยนต์

5. ด้านบันเทิง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น งานด้าน visual effect ที่ปรากฏในภาพยนตร์ ทั้งในและต่างประเทศ มีการนำวัตถุสังเคราะห์ที่สร้างจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเป็นวัตถุที่ไม่มีอยู่ หรือ ไม่สามารถนำมารวมในภาพหลักได้ในเวลาเดียวกัน การรายงานอากาศที่มีการซ้อนภาพกราฟิกลงไปด้วย ในขณะที่มีการรายงานสด
6. ด้านการทหาร มีการใช้จำลองแบบฝึกในการทางทหาร เช่น การจำลองการบิน การจำลองตำแหน่งการยิงขีปนาวุธ

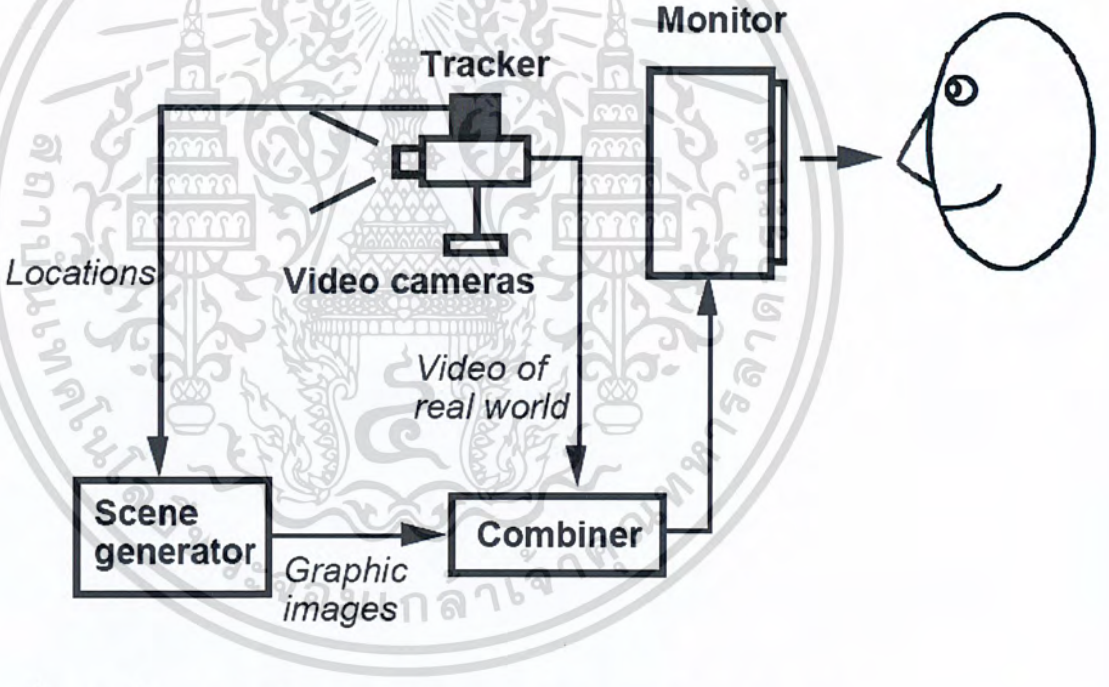
Augmented Reality อาจแบ่งด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอได้เป็นสองประเภท ได้แก่ การนำเสนอภาพผ่านอุปกรณ์ Head-Mounted Displays (HMD based Augmented Reality system) และ การนำเสนอภาพผ่านจอมอนิเตอร์ (monitor-based Augmented Reality system) ซึ่งจะมีการกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Monitor-based Augmented Reality System

ระบบ Augmented Reality ที่แสดงภาพผ่านทางจอมอนิเตอร์มีส่วนประกอบ ดังนี้

- กล้องวีดีโอเป็นส่วนที่นำสัญญาณภาพจากสิ่งแวดล้อมจริง
- ระบบตรวจหาตำแหน่งของกล้องวีดีโอ (Camera Position) เพื่อบอกตำแหน่งของกล้องให้ระบบสังเคราะห์ภาพกราฟิก(หรือ วัตถุเสมือน)
- ระบบทำการสังเคราะห์ภาพกราฟิก เพื่อนำไปผสมรวมกับภาพจริง (Graphics System) และทำการหาขนาดระยะโฟกัสของกล้องวีดีโอ ในแบบทันทีทันใด (real time)
- ระบบผสานรูปที่ได้จากวีดีโอกับรูปที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น(Video Merging) ผลที่ได้คือภาพวิดีโอที่นำเสนอทางจอมอนิเตอร์ (Augmented Video)
- มอนิเตอร์ที่แสดงรูปที่ผ่านขบวนการทั้งหมดแล้ว



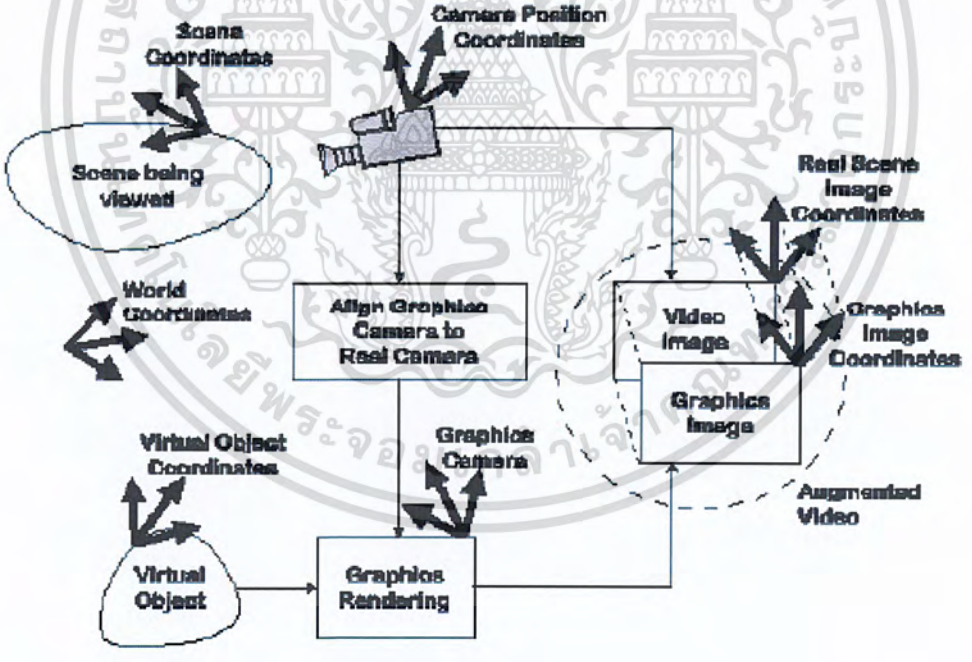
รูปที่ 2.9 องค์ประกอบของระบบ monitor-based Augmented Reality system

Augmented Reality สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ Marker based AR และ Marker-less based AR โดยที่ Marker based AR นั้น เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน ส่วน Marker-less based AR เป็นการวิเคราะห์รูปที่ใช้คุณลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดมุ่งหมายสำคัญของ Augmented Reality คือ จะทำอย่างไรให้ผู้ชมไม่สามารถแยกระหว่างภาพจริงกับวัตถุสังเคราะห์ที่แสดงในภาพได้ และวัตถุสังเคราะห์ต้องมีการตอบสนองในแบบทันทีทันใด (real time) เสมือนเป็นวัตถุจริงที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น สามารถเปลี่ยนตามระยะห่าง หรือตามระยะโฟกัสของกล้องที่เปลี่ยนไป สามารถตอบสนองต่อการถูกบังจากวัตถุจริง เป็นต้น

การบันทึกภาพโดยอุปกรณ์บันทึกภาพ อาทิเช่น กล้องถ่ายวีดีโอ กล้องดิจิตอล เป็นการแปลงโลกสามมิติ(3D world) มาเป็นภาพสองมิติที่แสดงผลทางจอภาพ (2D image plane) อาจเรียกได้ว่าอุปกรณ์บันทึกภาพทำหน้าที่ perspective projection โดยปัจจัย (parameter) ของตัวอุปกรณ์บันทึกภาพแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ ปัจจัยภายใน (intrinsic parameter) ได้แก่ ความยาวโฟกัส (focal length) ความเพี้ยนของเลนส์(lens distortion) และปัจจัยภายนอก (extrinsic parameter) ได้แก่ ตำแหน่งของกล้อง(position) มุมกล้อง(orientation) ปัจจัยทั้งหมดจะถูกนำมาใช้เป็นตัวกำหนดลักษณะของรูปที่แสดงใน image plane ซึ่งเป็นข้อมูลที่ระบบสังเคราะห์วัตถุใช้ในการสร้างและผสมวัตถุลงในภาพด้วย



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของระบบ Augmented Reality
และ coordinates ของวัตถุในโลกจริง และในโลกเสมือนที่ซ้อนทับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ Marker base Augmented Reality

ในการสร้าง Marker base Augmented Reality ภาพสัญลักษณ์ จะมีลักษณะเป็น 4 เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งถูกใช้ในการตรวจจับเพื่อนำไปหาตำแหน่งและทิศทางในการวางวัตถุ 3 มิติ โดย ภาพสัญลักษณ์ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. กรอบรอบนอก สำหรับตรวจจับหาพื้นที่ 4 เหลี่ยมของ ภาพสัญลักษณ์ เพื่อแยก ภาพสัญลักษณ์ ออกจาก พื้นหลัง
2. ภาพด้านในใช้ในการจำแนกชิ้น ภาพสัญลักษณ์ ว่าเป็นชิ้นใด

ภาพสัญลักษณ์ มีข้อบังคับอยู่ คือ

a) จะต้องเป็น 4 เหลี่ยมจัตุรัส
b) จะต้องมีเส้นกรอบที่ต่อเนื่องกัน โดยมีสีตัดกันกับพื้นหลังอย่างชัดเจน (โดยทั่วไปใช้สีขาว – ดำ) โดยปกติความหนาของกรอบจะเป็น 25% ของความยาวแต่ละด้านของ ภาพสัญลักษณ์
c) พื้นที่ภายในขอบจะเป็นรูปที่ใช้ระบุชิ้น ภาพสัญลักษณ์ โดยจะแทนด้วยภาพต่างๆ ซึ่งจะต้องไม่สมมาตรในการหมุน (ไม่สามารถมองเห็นรูปที่เหมือนมุมเดียวกันเมื่อภาพถูกหมุนให้มุมเปลี่ยนไป) และภาพอาจจะเป็นสีขาวดำ หรือ สีใดๆก็ได้ซึ่งสีใดๆจะช่วยให้ตรวจจับได้แม่นยำขึ้น

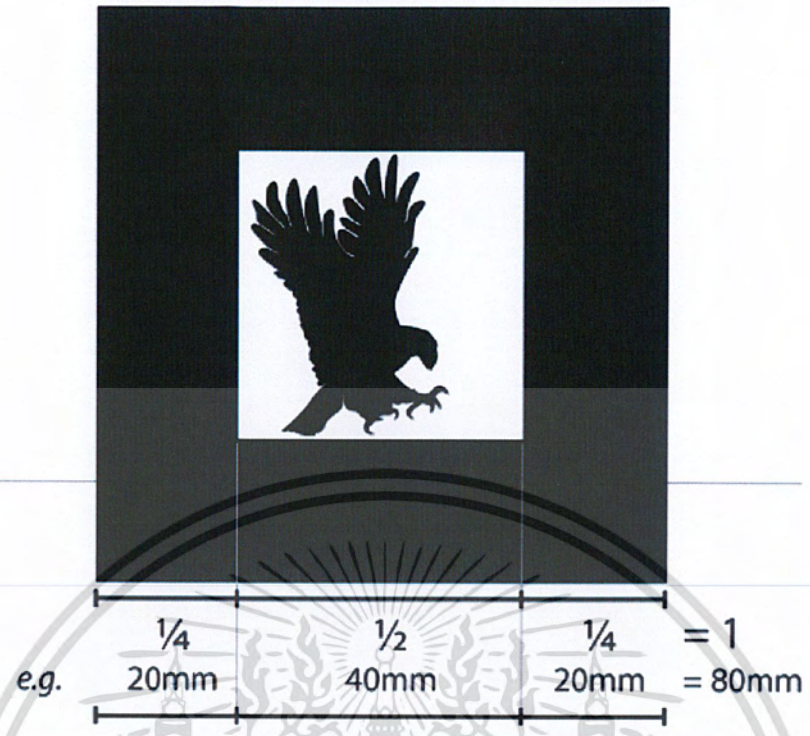
ตารางที่2.1 ขนาดรูปภาพตรงกลางของภาพสัญลักษณ์ ที่มีผลต่อข้อระยะการใช้งาน

Pattern Size (inches)	**Usable Range** (inches)
2.75	16
3.50	25
4.25	34
7.37	50

และหากรูปที่ใช้มีความซับซ้อนมากก็จะส่งผลให้ระยะใช้งานลดลงด้วย เช่น ขนาด ภาพ 4.25 นิ้ว อาจใช้งานได้ไกลเพียง 15 นิ้วถ้าภาพมีความซับซ้อนมาก

Marker Pattern file เป็น file ที่บรรจุข้อมูลของภาพตรงกลาง ภาพสัญลักษณ์ สำหรับนำไปตรวจหา ภาพสัญลักษณ์ จากภาพบน Video frame เพื่อแยกแยะ ภาพสัญลักษณ์แต่ละชิ้นออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

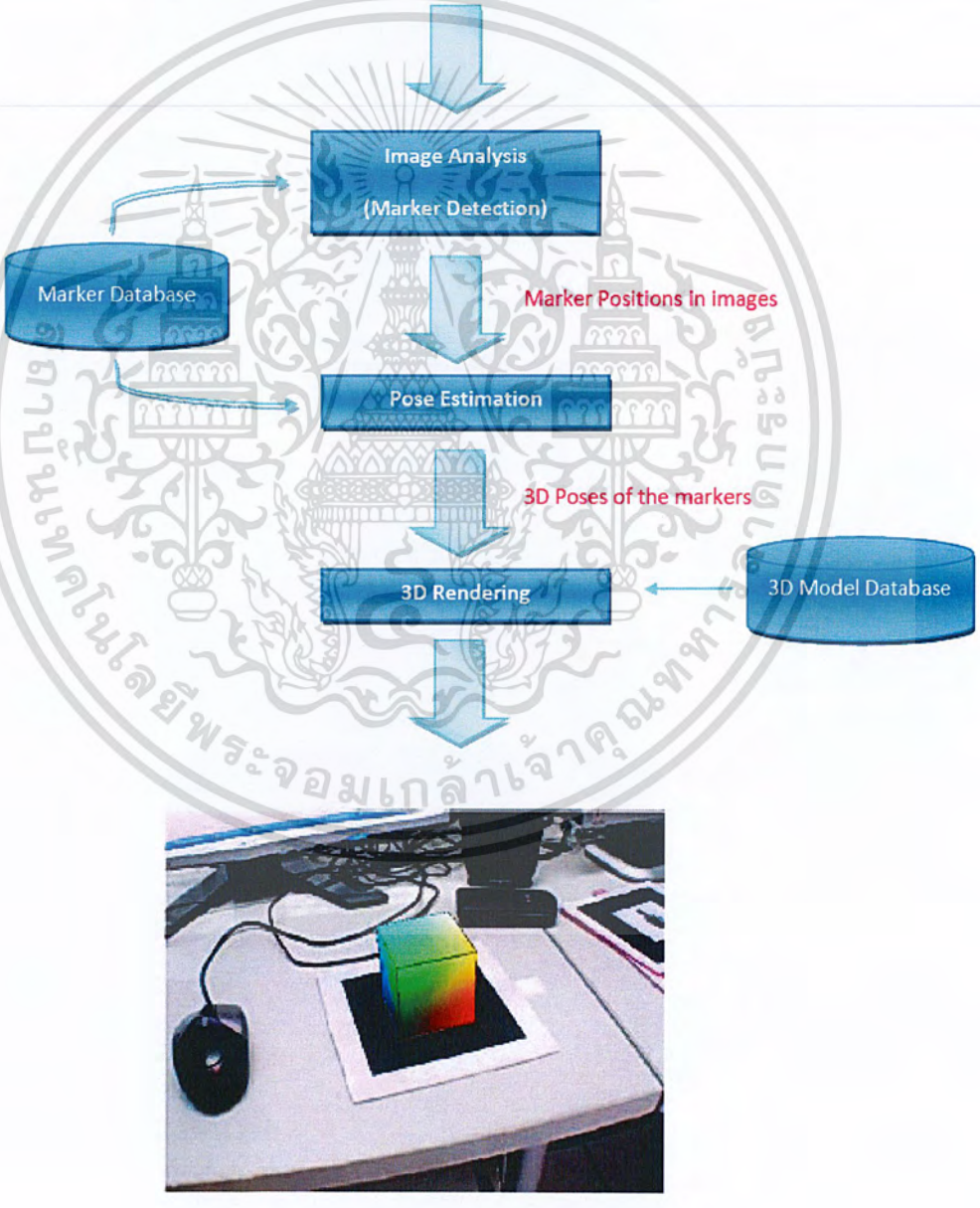


รูปที่ 2.11 รูปแบบที่เหมาะสมของภาพสัญลักษณ์

ขั้นตอนของ Marker based AR สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. Image Analysis
2. Pose Estimation
3. 3D Graphic Rendering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



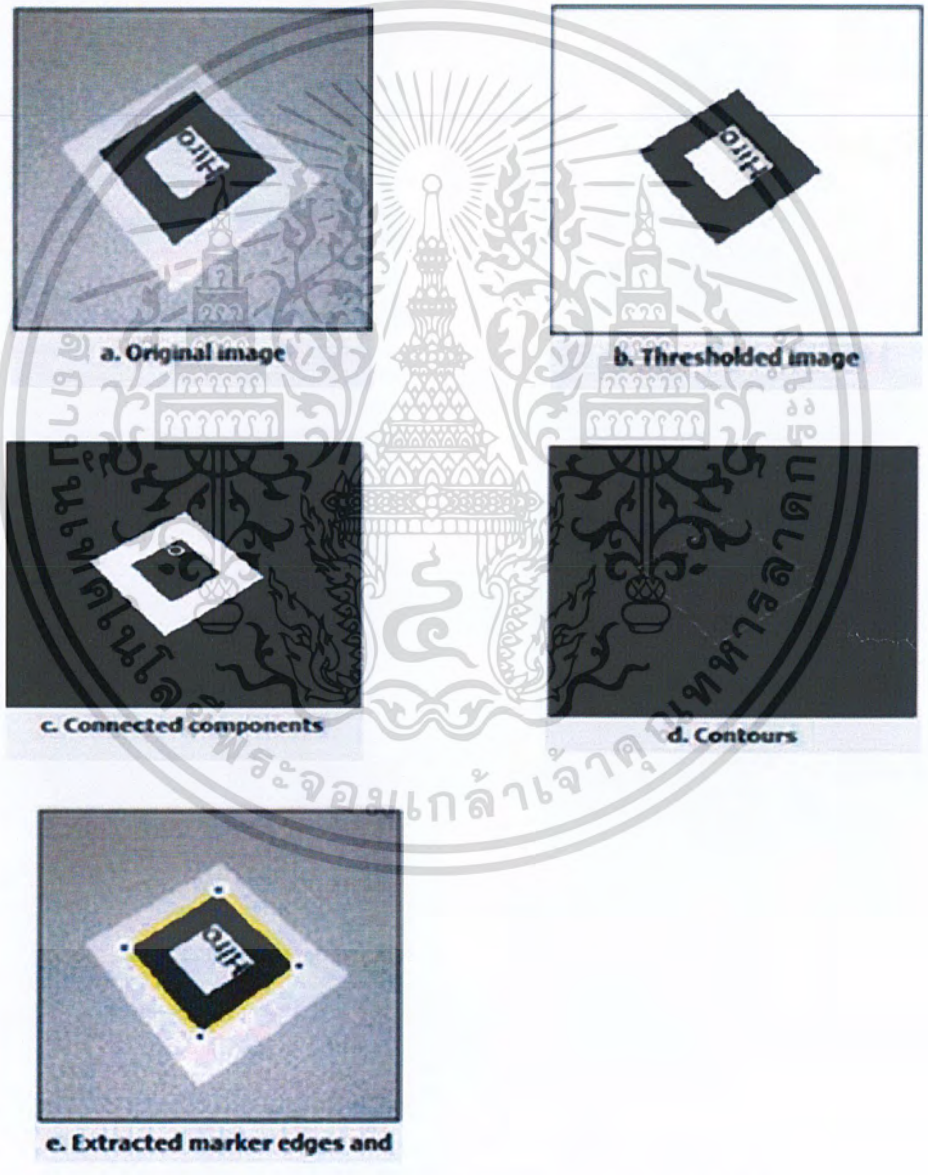
รูปที่ 2.12 การทำงานของระบบ Marker Base Augmented Reality

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Image Analysis / Marker Detection**

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการค้นหา ภาพสัญลักษณ์ จากรูปที่ได้จากกล้องวีดีโอ โดยก่อนอื่นเราจะต้องทำการดึงข้อมูลที่จำเป็นของ ภาพสัญลักษณ์ หนึ่งๆที่จะใช้ มาสร้างเป็นฐานข้อมูลเก็บไว้ก่อน ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเหล่านี้ เช่น ขนาดของ ภาพสัญลักษณ์ (ในหน่วย Cm.) และรูปแบบของภาพสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วรูปแบบของ ภาพสัญลักษณ์ จะต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขอบสีดำ พื้นหลังด้านในสีขาว และรูปแบบของ ภาพสัญลักษณ์ เป็นสีดำ

สำหรับขั้นตอนภายในของกระบวนการ Image Analysis เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งข้อมูลของภาพสัญลักษณ์ ที่เราต้องการ โดยที่เมื่อระบบทำการค้นหา ภาพสัญลักษณ์ หนึ่งๆ ในเฟรมภาพใดๆ จากกล้องวีดีโอ สามารถอธิบายตามรูปที่2.13 ได้ดังนี้



รูปที่ 2.13 ขั้นตอนของกระบวนการ Image Analysis

a) จับภาพด้วยกล้องวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b) ทำการแปลงรูปที่ได้มาจากกล้องวีดีโอ ที่เป็นภาพสีนั้นให้กลายเป็นภาพ 2 ระดับ หรือ Binary Image โดยการกำหนดให้แต่ละพิกเซลในภาพ 2 ระดับมีค่าเป็น 0 หรือ 1 โดยที่จะมีค่าเป็น 0 เมื่อค่าระดับความสว่าง (Intensity) ของพิกเซลนั้นมีต่ำกว่าค่า Threshold มิฉะนั้นแล้วจะมีค่าเป็น 1

c) ทำการหาพื้นที่ติดต่อกัน (Connected components) โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์รูปที่เรียกว่า Connected component labeling

d) หลังจากนั้นระบบจะทำการหาเส้นรอบรูป (Contours) ของพื้นที่ที่ได้มาผลลัพธ์ในขั้นตอนที่แล้ว

e) จากผลลัพธ์ของขั้นตอนที่แล้วระบบจะทำการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของสมการเส้นตรงที่แทนเส้นรอบรูปซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 4 เส้น หลังจากนั้นระบบจะหาจุดมุม (Corners) ทั้งสี่จุดของMarker จากจุดตัดของเส้นตรงทั้งสี่ที่หาได้ ซึ่งจุดมุม 4 จุดนี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการ Pose Estimation

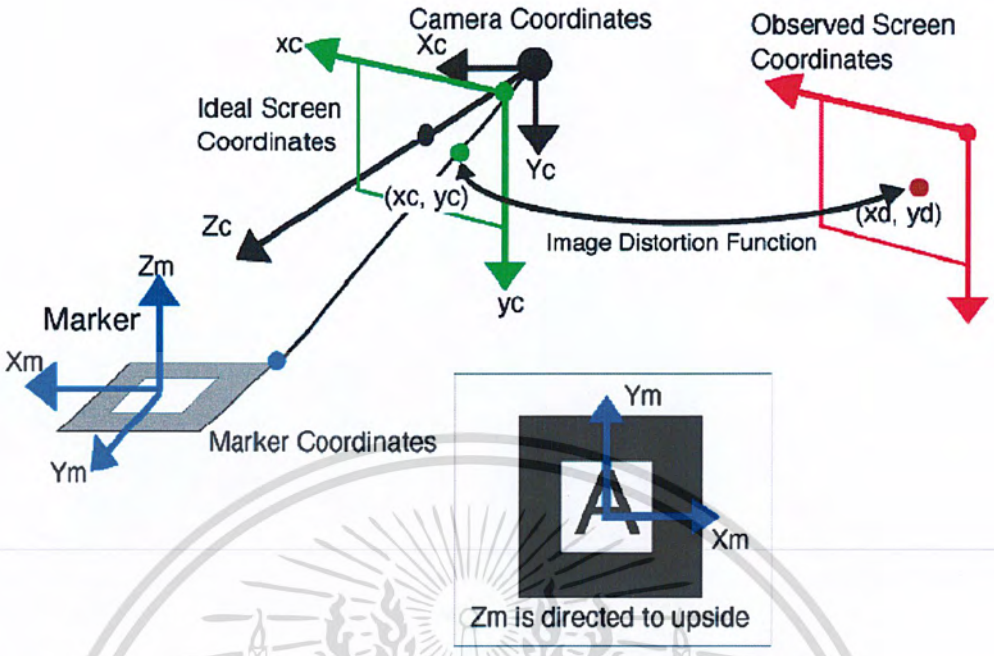
- **Pose Estimation**

เป็นขั้นตอนของการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) ของภาพสัญลักษณ์ เมื่อเทียบกับกล้องวีดีโอ ค่านี้จะถูกแสดงในรูปเมตริกซ์ขนาด 4x4 (T_{CM}) ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame ดังสมการที่ 1

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{T}_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

ซึ่ง Camera Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใดๆของกล้องวีดีโอ และ Marker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใดๆของภาพสัญลักษณ์ ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame

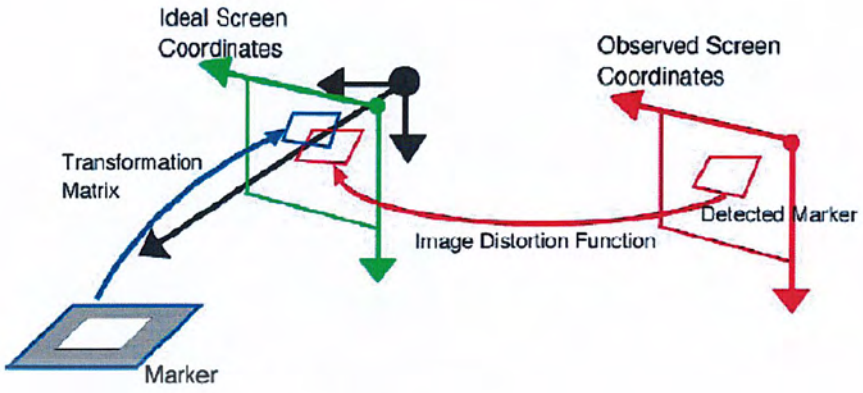
จากรูปที่ 2.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ (X_c ,Y_c ,Z_c)บน Camera Coordinated Frame กับจุดที่ตรงกัน (x_I ,y_I) ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นไปตาม Perspective Projection ดังสมการที่ 2

$$\begin{bmatrix} hx_I \\ hy_I \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

โดยที่ C ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 3x4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่า s, f_x, f_y, x_c, y_c โดยทั่วไปค่าเหล่านี้รวมกันเรียกว่า Camera Parameters ซึ่งจะคำนวณได้มาจากขั้นตอน Camera Calibration ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ บน Ideal Screen Coordinated Frame (x_I y_I) กับ Observe Screen Coordinated Frame (x_O y_O) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริงๆในภาพ สามารถแสดงดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

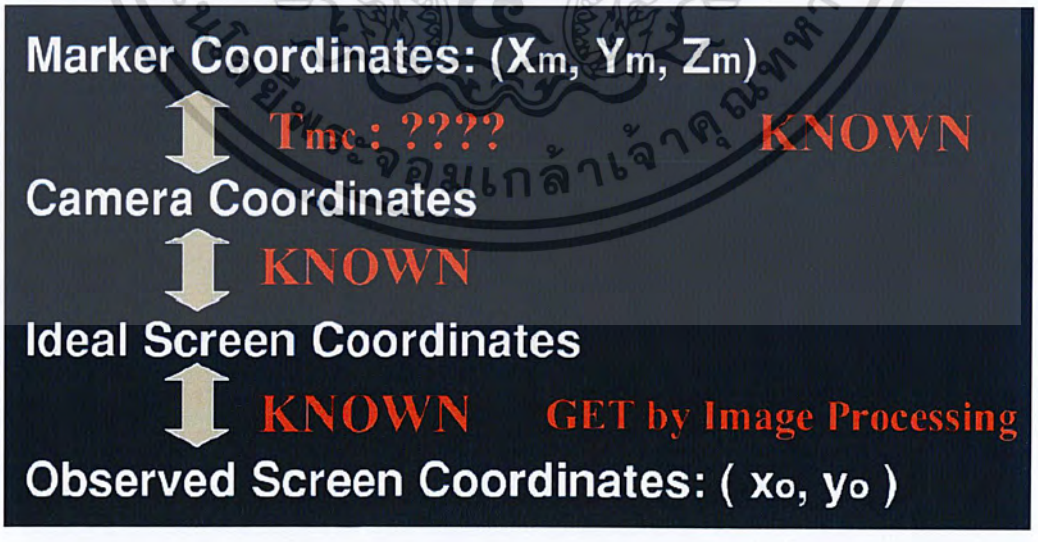


รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates

และสามารถอธิบายได้ดังสมการที่ 2.3

$$\begin{aligned} d^2 &= (x_1 - x_0)^2 - (y_1 - y_0)^2 \\ p &= 1 - fd^2 \\ x_0 &= p(x_1 - x_0) + x_0 \\ y_0 &= p(y_1 - y_0) + y_0 \end{aligned} \tag{2.3}$$

โดยที่ x_0, y_0 คือจุดศูนย์กลางของการ Distortion (Center Coordinates of Distortion) และ f คือ Distortion Factor ซึ่งค่าทั้ง 2 จะได้มาจากกระบวนการ Camera Calibration



รูปที่ 2.16 แสดงกระบวนการคำนวณค่า 3D Poses

จากรูปที่ 16 จะแสดงกระบวนการที่จะได้มาของค่า $\mathbf{T}_{CM}$ เมื่อเรารู้ค่าตำแหน่งของภาพสัญลักษณ์ ทั้ง 4 จุดบน Observed Screen Coordinates ในรูปที่ถ่ายจากกล้องวีดีโอ ซึ่งกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

117239

โดยเฉพาะค่านี้สามารถหาได้จากการคำนวณหาคำตอบของฟังก์ชั่นค่าผิดพลาด (Error Function) ดังสมการที่ 4 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเราจะใช้เทคนิคทางด้านการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ซึ่งเป็นกระบวนแบบ Iterative

$$err = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4}\{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2\} \quad (2.4)$$

โดยที่ แสดงได้โดย

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = C \cdot T_{CM} \begin{bmatrix} X_{mi} \\ Y_{mi} \\ Z_{mi} \\ 1 \end{bmatrix}, i = 1,2,3,4 \quad (2.5)$$

- **3D rendering**

ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการ Augmented Reality ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งก็คือการเพิ่ม (Augment) ข้อมูลที่เราต้องการซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นโมเดล 3 มิติ (3D Model) ลงไปในรูปที่ได้จากกล้องวีดีโอ ณ ตำแหน่งของภาพสัญลักษณ์ ที่ตรวจพบจากขั้นตอน Image Analysis โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3มิติที่คำนวณได้จากขั้นตอน Pose Estimation

2.4 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ Web Camera

เว็บแคม (Webcam) เป็นคำที่ย่อมาจาก Web Camera หรือบางครั้งอาจเรียกว่า Video Camera เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเรา ให้ไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่าย เพื่อให้คนอีกฝากหนึ่ง สามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อยๆ

สำหรับเซนเซอร์ที่กล้องเว็บแคมใช้นั้นจะมีหลักๆ อยู่สองชนิด คือ CCD และ CMOS แต่ที่นิยมใช้กันมากในตอนนี้ คือ CMOS เนื่องจากเหตุผลหลายๆ ประการและตัวเซนเซอร์ แบบCMOS เองสามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิด ด้วยกันคือ CLF Color CMOS Censor ที่มีความละเอียดของพิกเซลเพียง 110,000 พิกเซล (367 x 291) ในขณะที่ VGA Color CMOS Censor ให้ความละเอียดที่สูงกว่าที่ 350,000 พิกเซล (655 x 493) สำหรับเซ็นเซอร์แบบ CCD จะเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในกล้องดิจิตอล เพราะให้ความละเอียดสูงกว่าและมีสัญญาณรบกวนไม่มากเหมือนกับเซ็นเซอร์แบบ CMOS

สำหรับการเชื่อมต่อของกล้องเว็บแคมในปัจจุบันส่วนใหญ่ จะเป็นอินเทอร์เฟสแบบ USB แทบทั้งสิ้น ส่วนกล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะใช้การเชื่อมต่อในแบบ Wi-Fi หรือ Wireless LAN ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสายให้วุ่นวาย แต่ปัจจุบันนี้เว็บแคมที่เชื่อมต่อในแบบ Wireless ค่อนข้างหายากพอสมควรและยังมีราคาแพงอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการประมวลผลภาพ

2.5.1 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ เราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรู้จำ ชนิดของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตาม การหาขอบรูปที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของรูปที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากต่างนี้มีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

2.5.1.1 เทมเพลตสำหรับหาขอบภาพ

ถ้าต้องการหาขอบภาพในแนวนอนอย่างง่าย วิธีการก็คือหาผลต่างระหว่างจุดหนึ่งกับจุดที่อยู่ข้างล่าง(หรือข้างบน) ของจุดนั้นดังนี้

$$Y_{diff}(x,y) = I(x,y) - I(x,y+1) \qquad (2.6)$$

โดยที่ Y_{diff} คือค่าความแตกต่างในแนวแกนตั้ง และ $I(x,y)$ คือค่าความเข้มแสงของจุดรูปที่ตำแหน่ง (x,y)

ผลของการใช้สมการที่ (5) มีค่าเทียบเท่ากับการคอโวลูชันภาพด้วยเทมเพลต

1

-1

การหาขอบภาพในแนวตั้งก็สามารถหาได้เช่นเดียวกันคือ

$$X_{diff}(x,y) = I(x,y) - I(x-1,y) \qquad (2.7)$$

โดยที่ X_{diff} คือค่าความแตกต่างในแนวนอน และสมการที่ (2.7) มีให้ผลเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันด้วยเทมเพลต

-1 1

บางครั้งเราต้องการรวมผลต่างของค่าความแตกต่างในแนวแกนนอน และแกนตั้งเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะได้มีตัววัดความแรงของขอบภาพ (Gradient Magnitude) เพียงตัวเดียว เนื่องจากค่าความแตกต่างอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ ดังนั้น การบวกค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนอาจทำ ให้ขอบภาพเกิดการหักล้างกันเอง ในทางปฏิบัติ เราจะต้องนำ ค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) หรือค่ากำลังสอง (Squared Value) ของค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนมาบวกกันแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากหาความแรงของขอบภาพแล้ว การหาทิศทางของขอบภาพ (Gradient Direction) ก็มีประโยชน์เช่นกัน การหาทิศทางของขอบภาพสามสามารถทำ ได้โดยการใช้สมการต่อไปนี้

$$GD(x,y) = tan^{-1}\left\{\frac{Y_{diff}(x,y)}{X_{diff}(x,y)}\right\} \quad (2.8)$$

GD(x,y) ทิศทางของขอบรูปที่ตำ แหน่ง (x,y)

วิธีการหาขอบรูปที่กล่าวมามีข้อเสียคือ การหาขอบภาพไม่ได้นำ ค่าความเข้มแสงของจุดรอบข้างมาใช้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว รูปที่ได้มาส่วนใหญ่จะไม่มีขอบภาพชัดเจน ขอบเขตของพื้นที่มักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ วิธีที่กล่าวมาจะไม่สามารถหาขอบภาพได้อย่างแม่นยำกับภาพลักษณะนี้ การใช้เทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

2.5.1.2 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)

การหาขอบภาพ โดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection) เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X_{diff}) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y_{diff}) ดังแสดง

$$X_{diff} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \qquad Y_{diff} = \begin{matrix} -1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 1 \end{matrix}$$

<u>ตารางที่ 2.2</u> ตัวอย่างการหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล

ภาพ	$\lvert X_{diff}\rvert + \lvert Y_{diff}\rvert$	เทรสโฮลด์ด้วยค่า *12*
0 0 0 0 0 0 2 0 3 3		
0 0 0 1 0 0 0 2 4 2	4 6 4 10 14 12 14 4	0 0 0 0 1 1 1 0
0 0 2 0 2 4 3 3 2 3	6 8 10 20 16 12 6 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 0 1 3 3 4 3 3 3 3	4 10 14 10 2 4 2 4	0 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 4 3 3 2 4 3 2	2 12 12 2 2 4 6 8	0 0 1 1 0 0 0 0
0 0 1 2 3 3 4 4 4 3		

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล ภาพสุดท้ายได้จากการทำ เทรสโฮลด์ด้วยค่า 12 แล้วปรับความเข้มแสงให้อยู่ในช่วง 0-1 เราสามารถสร้างเทมเพลตโซเบลที่มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 เพื่อที่จะให้มีการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.3 การหาขอบภาพเทมเพลตดีกรีสอง

หากรูปที่ต้องการหาขอบมีการไล่ระดับความเข้มแสงแบบเป็นเชิงเส้น การใช้เทมเพลตโซเบลในการหาขอบภาพจะไม่สามารถทำ ได้ ตัวอย่างเช่น ภาพต่อไปนี้

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9

เมื่อหาขอบภาพตามแกนตั้งด้วย เทมเพลต $\begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix}$ จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

8 8 8 8 8 8 8 8

8 8 8 8 8 8 8 8

8 8 8 8 8 8 8 8

และถ้าคอนโวลูชันด้วยเทมเพลตเดิมอีกครั้งจะได้

0 0 0 0 0

การกระทำ ดังกล่าวจะคล้ายกับการดิฟเฟอเรนทิเอทสมการเส้นตรงแล้วได้ค่าคงที่ และเมื่อดิฟเฟอเรนทิเอทค่าคงที่ก็จะได้ศูนย์การใช้เทมเพลตดีกรีสองเช่น เทมเพลตลาปลาเชียนในการหาขอบของรูปที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะสามารถแก้ปัญหาได้ ต่อไปนี้คือตัวอย่างของ เทมเพลต
ลาปลาเชียน

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

เทมเพลตลาปลาเชียนเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถกำ จัดการไล่โทนสีหรือโทนความเข้มแสงได้ มันสามารถเน้นความเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าวิธีโซเบล แต่มันไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางของขอบ

2.5.1.4 การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาในการหาขอบภาพโดยทั่วไปส่วนหนึ่งมักเกิดจากเน้นขอบรูปที่ไม่ชัดเจน และขอบภาพสั้นๆ ที่ไม่ปะติดปะต่อกัน ขอบภาพเหล่านี้คือสิ่งที่ไม่ต้องการ แต่การใช้

วิธีการหาขอบภาพธรรมดาจะไม่สามารถกำจัดขอบภาพลักษณะนั้นได้ วิธีแก้ไขคือใช้การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้นซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1. สร้างภาพใหม่จากภาพเดิม และมีขนาด 1/4 ของภาพเดิม โดยค่าความเข้มของแต่ละจุดในภาพเล็ก คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของจุดทั้งสี่ที่ตรงกันในภาพใหญ่
2. สร้างรูปที่เล็กลงไปอีกด้วยวิธีเดียวกัน จนกระทั่งรูปที่ได้แสดงเฉพาะขอบรูปที่ต้องการเท่านั้น
3. ทำ การหาขอบภาพ อาจใช้วิธีโซเบลหรือวิธีอื่นๆ แล้วทำ เทรสโฮลด์
4. ณ ตำแหน่งที่เกิดขอบภาพขึ้น ให้ทำ การหาขอบภาพบริเวณจุดทั้งสี่ของจุดที่ตรงกันในรูปที่ใหญ่กว่าในอันดับถัดไป
5. ทำซ้ำจนถึงภาพสุดท้ายซึ่งเป็นภาพเริ่มต้นก็จะได้ขอบรูปที่ต้องการ

2.5.1.5 การตามขอบภาพ (Edge Following)

หากเราทราบจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพเราสามารถหาจุดข้างเคียงที่เป็นขอบภาพและสามารถวนไปตามขอบภาพจนกลับมายังจุดเริ่มต้นได้ วิธีการตามขอบภาพอย่างง่ายแสดงดังต่อไปนี้

1. สมมุติให้จุด (x,y) เป็นจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพ
2. ตั้งค่าแฟลกให้จุด (x,y) ว่าเคยผ่านมาแล้ว
3. คำนวณหาค่าความแรงของขอบของจุดทั้งแปดที่อยู่รอบจุด (x,y)
4. เลือกจุด 3 จุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วใส่ไว้ในอะเรย์แบบ 3 คอลัมน์ โดยเรียงตามลำดับความแรงของขอบ
5. เลือกจุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วพิจารณาว่าตำ แหน่งของจุดอยู่อยู่ในทิศทางใด เมื่อเทียบกับจุด (x,y)

```
0 1 2
7 * 3
6 5 4
```

โดยกำหนดให้ทิศต่างๆ มีค่าดังนี้โดยที่ * แทนตำแหน่งของจุด (x,y) หากจุดที่มีค่าความแรงของขอบอยู่ด้านบนเมื่อเทียบกับจุด (x,y) ดังนั้นทิศทางที่กำหนดให้คือ 1

6. กำหนดให้ค่าทิศทางคือ d
7. ทำ ซ้ำในข้อ 3 แต่พิจารณาเฉพาะจุดที่อยู่ใน 3 ทิศทาง คือ ทิศทาง d ทิศทาง $(d+1) \bmod 8$ และทิศทาง $(d-1) \bmod 8$
8. หากไม่พบจุดใดเลยที่มีค่าความแรงของขอบสูงพอในทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ให้ลบจุดนั้นออกจากอะเรย์ และเลือกจุดที่มีความแรงของขอบน้อยกว่าในอันดับถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทำ ซ้ำในข้อที่ 3 หากทั้ง 3 จุดในแถวถูกลบออกหมด ให้ถอยกลับไปใช้จุดที่เหลือในแถวถัดไป

9. หยุดเมื่อวนกลับมายังจุดเดิม หรือเมื่อมีการใช้เวลาตามขอบภาพนานเกินไป

วิธีที่กล่าวมาเป็นวิธีอย่างง่ายซึ่งอาจมีปัญหาบ้างในการใช้งานจริง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมให้สามารถทำ งานได้ตามต้องการ

2.5.2 การแยกข้อมูลภาพออกเป็นส่วน ๆ (Image Segmentation)

การทำการแยกส่วน จะทำให้สามารถแยกข้อมูลภาพของส่วนที่ต้องการออกมาได้ (ข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลตัวอย่าง) วิธีการพื้นฐานสำ หรับการ Segmentation คือการพิจารณา Image amplitude (ได้แก่การพิจารณาความสว่างของภาพสำ หรับภาพแบบ Gray scale และความแตกต่างของสีสำ หรับภาพสี) นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของ Texture ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำ ให้สามารถทำ การ Segmentation ได้สะดวกยิ่งขึ้น สำหรับในหัวข้อนี้จะอธิบายวิธีการ Segmentation ในหลาย ๆ วิธีดังนี้

- Amplitude segmentation methods
- Region segmentation methods
- Boundary detection

2.5.2.1 Amplitude segmentation methods

สำ หรับการ Segmentation ในหัวข้อนี้จะเป็นการพิจารณาความเข้มของจุดต่าง ๆ ภายในภาพ (pixel) ซึ่งผลของการ segment จะขึ้นอยู่กับวิธีการ Threshold ของส่วนประกอบที่เป็นความเข้มหรือสีของภาพ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกันดังนี้คือ

a) Bi-level Luminance Thresholding

สำหรับภาพบางชนิดจะมีลักษณะวัตถุที่เราสนใจซึ่งมีความเข้มที่คงที่เมื่อเทียบกับพื้นหลัง ตัวอย่างได้แก่ ภาพของตัวอักษร (Text) เป็นต้น ซึ่งภาพเหล่านี้จะมีความเข้มของวัตถุที่เราสามารถแยกออกพื้นหลังได้อย่างชัดเจน (มีความเข้มข้นสองระดับได้แก่ความเข้มของวัตถุและความเข้มของพื้นหลัง)

การทำการ Segmentation สามารถทำ ได้โดยการกำหนดค่า Threshold ซึ่งเป็นค่าความเข้มให้มีค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุและพื้นหลังได้ตัวอย่างอย่างเช่น ภาพของตัวอักษรที่มีความความเข้มของตัวอักษรเป็น 0 (สีดำ) และมีความเข้มของพื้นหลังเป็น 255 (สีขาว) ดังนั้นค่า Threshold จึงควรจะมีค่าเท่ากับ 128 เพื่อที่จะให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังได้โดยปกติแล้วการเลือกค่า Threshold จะขึ้นอยู่กับ Histogram ของภาพ

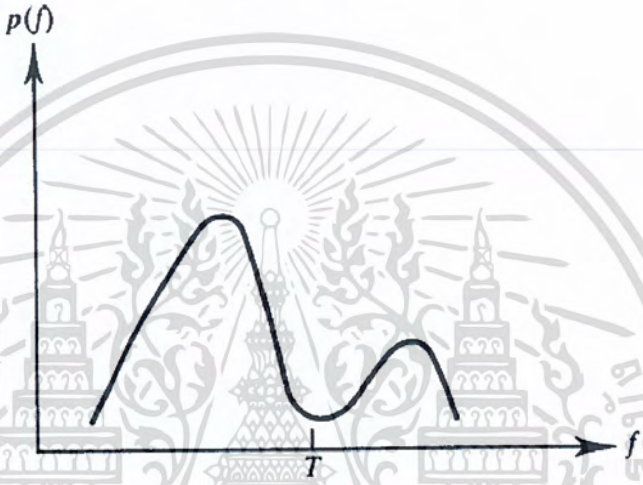
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 2.17 แสดงการหาค่า Threshold โดยค่า Threshold ควรที่จะเลือกค่า histogram ที่อยู่ที่จุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุด (peaks)

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, (x,y) > T \\ 0, (x,y) \leq T \end{cases} \qquad (2.9)$$

เมื่อ $g\,(x, y)$ เป็นข้อมูลภาพ ณ ตำแหน่งที่ x,y

T เป็นค่า Threshold



รูปที่ 2.17 Bimodal image histogram

b) Multilevel Luminance Thresholding

สำ หรับรูปที่จะประกอบด้วยหลาย ๆ วัตถุสามารถทำ การ Segmentation ได้โดยการใช้ค่า Threshold หลาย ๆ ค่า สำ หรับรูปที่มี N วัตถุโดยที่แต่ละวัตถุจะมีช่วงกว้างของความเข้มเท่ากับ R_i (กำหนดได้ด้วยค่า Threshold 2 ค่าคือ T_{i-1}, T_i) สามารถทำ การ Segment ได้ดังนี้

$$g(x,y) = R_i \; if (T_{i-1} \leq f(x,y) \leq T_i), i = 1,2,\dots,N \qquad (2.10)$$

ค่า Threshold สามารถหาได้จาก histogram ของภาพ แต่ในหลาย ๆ กรณีที่การเปลี่ยนแปลงของ histogram ไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงระหว่างวัตถุได้อย่างชัดเชน วิธีการที่ง่ายที่สุดที่จะทำ ให้ histogram สามารถหาค่า Threshold ได้ง่ายขึ้นก็คือการใช้วิธี Edge Detection เพื่อพิจารณาพิกเซลต่าง ๆ ของภาพให้ว่าเป็นขอบของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 Region segmentation methods

สำ หรับวิธีการในหัวข้อ 2.5.1.1 จะเป็นการ Segmentation ที่จะขึ้นอยู่กับพิกเซลของภาพสำ หรับในหัวข้อนี้จะเป็นการ Segmentation โดยการพิจารณาเป็นกลุ่มของข้อมูลภาพ

a) Region Growing

วิธีการ Region Growing จะนำพิกเซลข้างเคียงมาพิจารณาซึ่งจะทำ การจัดกลุ่ม (Region) ของพิกเซลเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกัน โดยการพิจารณาถึงความเข้มของพิกเซล (ค่าของพิกเซลมีค่าใกล้เคียงกัน) ในการ Segmentation จะต้องมีการกำ หนดกลุ่ม (Region) ที่ต้องการจะแบ่ง Ri โดยที่แต่ละกลุ่มจะต้องมีการกำหนดค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้น Si ,i = 1,...,n (ค่าเหล่านี้จะถูกเลือกไว้โดยผู้ที่ต้องการ segmentation: supervised mode) ซึ่งมีไว้เพื่อใช้สำ หรับการขยายตัวของกลุ่ม(growth) ในการขยายตัวของกลุ่มนี้จำ เป็นจะต้องมีกฎเพื่อใช้เป็นวิธีการขยายตัวของกลุ่มรวมทั้งกฎของการตรวจสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่ม (homogeneity) ของทุกระยะของการขยายตัวในแต่ละระยะของกาขยายตัวของกลุ่ม $R_i^{(K)}$,i = 1, …,n จะมีการตรวจสอบว่ามีพิกเซลที่ยังไม่ได้จัดกลุ่มหรือไม่ (เป็นพิกเซลทั้ง 8 ที่เชื่อมต่อ (8-neighbourbood) อยู่กับพิกเซลที่อยู่บริเวณขอบของกลุ่ม) และก่อนที่จะมีการกำหนดพิกเซลใด ๆ (x) เข้าสู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจะต้องมีการตรวจสอบอีกว่ากลุ่มที่จะขยายนั้นยังคงมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอีกหรือไม่ (homogeneity) ดังสมการที่

$$P\left(R_i^{(k)} \cup \{x\}\right) = TRUE \qquad (2.10)$$

ประสิทธิภาพของการ Segmentation วิธีนี้จะขึ้นอยู่กับการเลือกค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้นของในแต่ละกลุ่มซึ่งกำ หนดให้โดยผู้ใช้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถหาได้อัตโนมัติจากhistogram ของภาพโดยการพิจารณาค่าสูงสุดของ histogram (ค่า peak) มาใช้เป็นค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้นของกลุ่มได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าความเข้มเริ่มต้นมากกว่าหนึ่งค่าต่อหนึ่งกลุ่มดังนั้นจึงต้องมีวิธีการ merging เพื่อที่จะใช้ในการรวมกลุ่มที่มีลักษณะทาง statistical (พิจารณาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$m_i = \frac{1}{n}\sum_{(k,l)\in R_i} f(k,l) \quad (2.12)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{(k,l)\in R_i}(f(k,l) - m_i)^2} \quad (2.13)$$

เมื่อ m_i เป็นค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มในกลุ่มที่ i ที่มีจำนวนพิกเซลเท่ากับ n พิกเซล ค่าเหล่านี้จะใช้ในการจะนำ ไปใช้ในการตัดสินใจว่าจะสามารถรวมกลุ่ม R_1, R_2 เข้าไว้ด้วยกันได้หรือไม่ ถ้าหากค่าเฉลี่ยของกลุ่ม m1,m2 มีค่าใกล้เคียงกัน ก็สามารถรวมกันได้ ดังนี้ คือ

$$|m_1 - m_2| < k\sigma_i, i = 1,2 \quad (2.14)$$

b) **Split and Merge**

I. Merge region

Merge region เป็นวิธีการ segmentation วิธีหนึ่งซึ่งจะมีอัลกอลิทึมดังนี้คือ ถ้าสมมุติว่ามีการสแกนไปยังพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพจากพิกเซลแรกไปยังพิกเซลสุดท้ายของภาพไปตามแถวและหลักตามลำ ดับ ในช่วงระหว่างการสแกนก็จะมีการกำหนดพิกเซลนั้นไปยังกลุ่มต่าง ๆสมมติ ปัจจุบันนั้นอยู่ที่พิก เซล (k, l) ดังนั้นพิกเซลแรกจนถึงพิกเซล (k -1, l) ได้ถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ หมดแล้ว ดังนั้นพิกเซลที่(k, l) จึงเปรียบเสมือนเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่พยายามที่จะรวมเข้ากับกลุ่มที่มีอยู่ก่อนหน้านั้น (กลุ่มที่มีทั้งหมด R_i แต่จะเลือกเอาเฉพาะกลุ่มที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้นได้แก่กลุ่มที่มีพิกเซล ณ ตำแหน่ง (k -1,l) ,(k +1,l) ,(k,l -1) และ(k,l +1) เป็นสมาชิกอยู่หากพบว่าไม่สามารถทำการรวมเข้ากับกลุ่มใดได้ก็ให้สร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมา ประสิทธิภาพของวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับกฎของการรวมกลุ่ม ($P(R_i \square (k,l))$) ของพิกเซล(k, l) ถ้าเข้ากับกลุ่มของ R_i กฎของการรวมจะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม mi และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_i ตามที่อธิบายไว้ในสมการที่ 11 และ 12 แต่สำหรับการรวมกันของ $R_i \square (k, l)$ จะมีการเปลี่ยนแปลงการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นดังนี้คือ

$$m_i = \frac{1}{n+1}(f(k,l) + nm_i) \quad (2.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n+1}(n\sigma^2 + \frac{n}{n+1}[f(k,l) - m_i]^2)} \quad (2.16)$$

การรวมกันสามารถทำ ได้เมื่อค่าความเข้มของพิกเซล f (k, l) มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย m_i ดังต่อไปนี้

$$|f(k,l) - m| \leq T_i(k,l) \tag{2.17}$$

เมื่อ T_i เป็นค่า Threshold ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างกลุ่ม R_i กับความเข้มของพิกเซล f(k, l) ซึ่งสามารถหาได้จาก

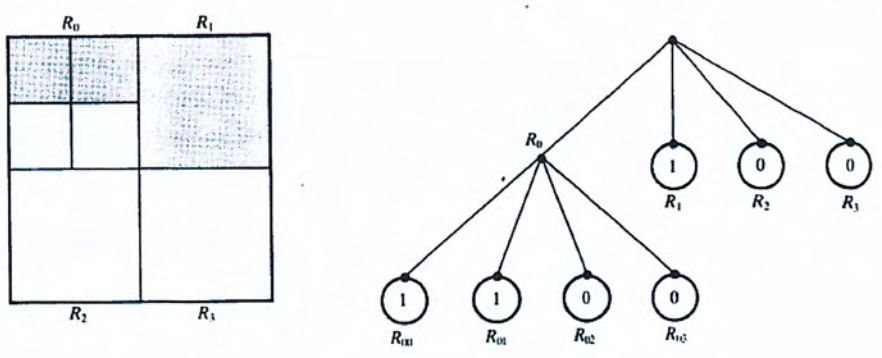
$$T_i(k,l) - m = (1 - \frac{\sigma_i}{m_i}) \cdot T \tag{2.18}$$

ถ้าหากไม่มีกลุ่มใดเลยที่พิกเซลที่$(k,\ l)$ สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ก็ให้สร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมาถ้าหากมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มที่พิกเซลที่ $(k,\ l)$ สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ก็ให้รวมเข้าด้วยกันกับกลุ่มที่มีค่าความแตกต่าง $|f(k,l) - m|$ ที่มีค่าน้อยที่สุด การขยายตัวของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับค่า Threshold (T) ซึ่งถ้ามีค่าน้อยๆ ก็จะทำให้ค่า $T_i(k,l)$มีค่าน้อยด้วย (สำหรับทุกๆกลุ่ม) และการรวมกันก็จะทำ ได้ยากยิ่งขึ้น แต่ถ้าค่า Threshold มีค่ามาก ๆ ก็จะทำ ให้ในแต่ละกลุ่มมีค่าความแตกต่างของสมาชิกภายในกลุ่มมากขึ้น (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากขึ้น) นอกจากนี้ค่าThreshold $T_i(k,l)$ยังจะขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วน $\frac{\sigma_i}{m_i}$ ถ้าในกลุ่มมีสมาชิกที่มีค่าความเข้มที่แตกต่างกันน้อยก็จะทำให้ค่าอัตราส่วนนี้มีค่าเข้าใกล้ศูนย์และค่า $T_i(k,l)$จะมีค่าเข้าใกล้T ดังนั้นT จึงเป็นค่าความแตกต่างของ $|f(k,l) - m|$ ที่มากที่สุดที่สามารถยอมรับได้ และถ้าความแตกต่างของความเข้มของสมาชิกในกลุ่มยิ่งมีค่าสูงขึ้น (less homogeneous) ค่าอัตราส่วน ก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วย

II. Split region

Split region เป็นลักษณะของการ segmentation อีกวิธีหนึ่งที่มีลักษณะตรงข้ามกับ Merge region (เป็นลักษณะ Top-down Approach) โดยเริ่มต้นจะมีการสมมุติว่าทั้งภาพจะมีเพียงหนึ่งกลุ่มเท่านั้น (Region) โดยถ้าหากว่าไม่เป็นความจริงก็ให้ทำ การแยกกลุ่มนี้ออกเป็นสี่กลุ่มย่อยและจะมีการพิจารณาลักษณะนี้เรื่อย ๆ จนกระทั้งได้กลุ่มของรูปที่มีสมาชิกของกลุ่มที่มีค่าใกล้เคียงกันในระดับที่สามารถยอมรับได้ (homogeneous) อัลกอลิธึมของวิธีการนี้แสดงดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)

รูปที่ 2.18 (a) Original Image (b) Quad tree representation

การตรวจสอบว่ากลุ่มใดสามารถยอมรับได้หรือไม่ทำ ได้โดยการคำนวณผลต่างของค่าความเข้มของพิกเซลที่ได้จากค่าความเข้มสูงสุดลบกับพิกเซลที่มีความเข้มน้อยสุดแล้วนำ ผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold ว่ามีค่าน้อยกว่าหรือไม่คุณสมบัติของ Split region ที่น่าสนใจคือถ้าภาพเริ่มต้นมีขนาดเป็น NxN ก็จะทำ ให้ขนาดเท่ากับเป็นกำ ลังของ 2 ($N = 2^n$) ทุกกลุ่มที่ถูกสร้างด้วยอัลกอลิธึม Split จะเป็นสีเหลี่ยม

III. Split and merge

การใช้เฉพาะอัลกอลิธึมของ Split จะมีข้อเสียคือวิธีการนี้จะทำ ให้มีการสร้างกลุ่มขึ้นมาใหม่ R_i, Rjซึ่งกลุ่มเหล่านี้อาจจะสามารถรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้ P (RiU Rj) = TRUE ซึ่งในความเป็นจริงแล้วควรที่จะมีการรวมทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกันดังนั้นจึง ได้มีการนำเอาการmerge เข้ามาใช้ด้วยและเรียกว่า Split and Merge Algorithm ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานดังนี้คือ

1) ถ้ากลุ่ม R เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถยอมรับได้ (inhomogeneous) ก็ให้ทำ การแยกออกเป็น 4 กลุ่มย่อยเรื่อย ๆ
2) ถ้าหากกลุ่มสองกลุ่ม R_i, Rj สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ (homogeneous) P(RiU Rj) = TRUE ก็ให้ทำการรวมเข้าด้วยกันอัลกอลิธึมนี้จะหยุดก็ต่อเมื่อไม่สามารถที่จะทำ การแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้อีกรวมทั้งไม่สามารถรวมกลุ่มต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันได้อีกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

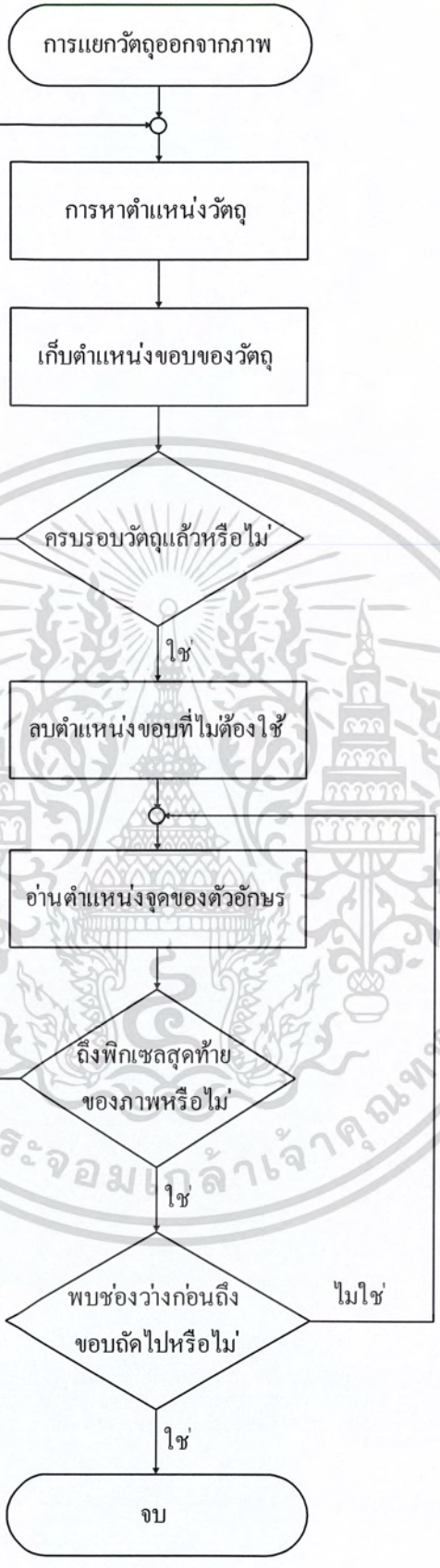
2.5.2.3 Boundary detection

เป็นไปได้ที่จะทำ การ Segmentation ภาพออกไปเป็นกลุ่มต่าง ๆ (Region) โดยการค้นหาขอบของวัตถุของแต่ละกลุ่ม การหาขอบสามารถหาได้โดยการใช้ Edge detection ตามที่กล่าวมาแล้ว แต่สำหรับในบางกรณีที่ข้อมูลภาพมีสิ่งรบกวนหรือความแตกต่างของความเข้มระหว่างกลุ่มมีน้อยมากทำ ให้ไม่สามารถหาขอบของวัตถุได้ดังนั้น วิธีการหาขอบด้วยการเชื่อมขอบ (Edge linking techniques) เป็นวิธีที่สามารถนำ มาใช้ได้

การทำการ Segmentation โดยวิธีนี้จะทำ การหาขอบของวัตถุที่สนใจก่อน โดยการหาขอบนี้จะทำ ได้โดยการกำหนดเมตริกซ์มาใช้ในการพิจารณาหาขอบซึ่งมีขนาดเป็น 2x2 อัลกอลิธึมของวิธีการนี้ก็คือจะทำการสแกนไปตามพิกเซลของภาพตั้งแต่ต้นภาพไปยังท้ายภาพ ในทางแนวแถวและแนวหลักตามลำดับ โดยในระหว่างการสแกนก็ให้นำพิกเซลรอบข้าง4 พิกเซลไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลเมตริกซ์ที่กำหนดไว้ถ้าไม่มีตรงกับเมตริกซ์ใดเลยก็ให้สแกนไปยังพิกเซลถัดไปแต่ถ้าตรงกับเมตริกซ์ใด ๆ ก็ให้ทำ การเลื่อนตำแหน่งปัจจุบันไปตามทิศทางที่ได้กำหนดไว้ (และก่อนที่จะมีการเลื่อนตำแหน่งก็ให้มีการเก็บค่าตำแหน่งปัจจุบันนี้ไว้เนื่องจากตำแหน่งนี้ก็คือตำแหน่งของขอบของวัตถุนั้นเอง) และให้ทำอย่างนี้ไปไปเรื่อย ๆ โดยจะหยุดก็เมื่อพบว่าได้เวียนกลับมายังที่เดิมแล้ว (จุดเริ่มต้นของขอบได้แก่จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางตามการเลื่อนของเมตริกครั้งแรก)

การเวียนกลับมายังที่เดิมแสดงว่าตอนนี้จะได้ขอบของวัตถุแล้วก็ให้ทำการนำข้อมูลส่วนนี้ไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำ ส่วนอื่น ๆ และทำ การลบข้อมูลของวัตถุนี้จากหน่วยความจำภาพทั้งนี้เพื่อไม่ให้มีการนำ ข้อมูลของวัตถุที่หาพบแล้วมารบกวนการหาวัตถุชิ้นต่อไปภายในภาพอีก ลักษณะของอัลกอลิธึม แสดงไว้ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

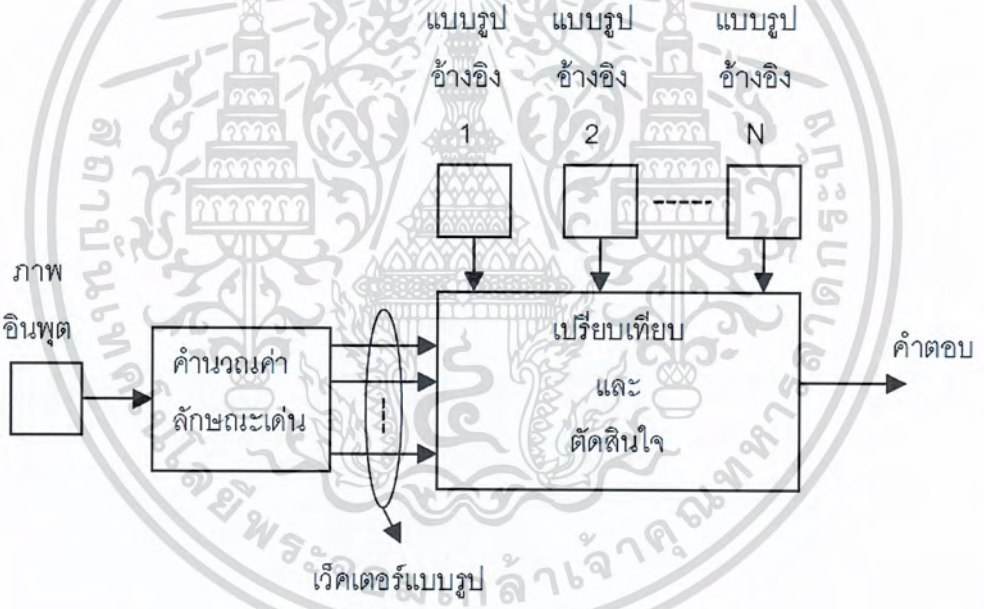
รูปที่ 2.19 ลักษณะของอัลกอริธึม Boundary Segmentation

2.5.3 การรู้จำภาพ (Image Recognition)

การรู้จำภาพเป็นแขนงหนึ่งของการรู้จำแบบรูป (Pattern Recognition) ที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย คำว่าแบบรูป (Pattern) สามารถแปลความได้หลายแบบ ในที่นี้แบบรูปหมายถึง กลุ่มตัวเลขที่บรรยายลักษณะของภาพ ในการรู้จำภาพจะต้องรู้จำแบบรูปของแต่ละภาพเพื่อแยกแยะรูปที่ต่างกันออกจากกัน แบบรูปที่ดีจะต้องบ่งถึงลักษณะเด่นของภาพ ซึ่งอาจได้จากการวัด เช่น อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว จำนวนยอดแหลม และการพิจารณาจากฮิสโตแกรม เป็นต้น

2.5.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ

โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ ส่วนแรกคือส่วนคำนวณค่าลักษณะเด่น (Feature Extraction) ของภาพ ผลลัพธ์ที่ได้คือแบบรูปซึ่งอาจอยู่ในรูปของเวกเตอร์ ค่าลักษณะเด่นเหล่านี้จะนำไปเปรียบเทียบกับแบบรูปอ้างอิงต่างๆ จากนั้นจะทำการตัดสินใจโดยให้คำตอบเป็นแบบรูปอ้างอิงที่คล้ายกับแบบรูปอินพุตมากที่สุด



รูปที่ 2.20 โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ

ขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 2.20 เป็นขั้นตอนของการรู้จำ (Recognition Phrase) ซึ่งเป้าหมายก็คือการให้คำตอบว่าแบบรูปของภาพอินพุตมีความคล้ายกับแบบรูปของภาพอ้างอิงภาพใดมากที่สุด การได้มาของแบบรูปอ้างอิงนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แบบรูปอ้างอิงอาจอยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องมีวิธีเฉพาะในการเปรียบเทียบ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้จากขั้นตอนการฝึกฝน (Training Phrase) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะต้องมีตัวอย่างรูปที่มีลักษณะเดียวกันหลายๆ ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าลักษณะเด่นของแต่ละภาพ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือแบบรูปของภาพเหล่านั้นนั่นเอง แบบจำลองของภาพในแต่ละกลุ่มสามารถคำนวณได้จากค่าสถิติต่างๆ ของแบบรูปของภาพในกลุ่มเดียวกัน

2.5.3.2 การคำนวณหาฟังก์ชันตัดสินใจ

เวกเตอร์แบบรูปมีมิติที่สูงขึ้น เช่น 10 มิติ เราไม่สามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปที่เข้าใจได้ ดังนั้นการหาฟังก์ชันตัดสินใจโดยวิธีทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็น การจำแนกแบบรูปอย่างง่ายสามารถทำได้โดยการคำนวณระยะทางยูคลิเดียน (Euclidean Distance) ระหว่างแบบรูปใหม่กับค่าเฉลี่ย (Mean) หรือจุดศูนย์กลางของกลุ่มแบบรูปอ้างอิง ซึ่งแบบรูปอ้างอิงนี้อาจมีได้หลายกลุ่ม เมื่อเทียบกับแบบรูปใหม่แล้ว ระยะทางระหว่างแบบรูปใหม่ไปยังแบบรูปอ้างอิงต่างๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน แบบรูปอ้างอิงที่อยู่ใกล้แบบรูปใหม่ที่สุด (ระยะทางสั้นที่สุด) จะถือว่าอยู่กลุ่มเดียวกับแบบรูปใหม่นั้น

ในทางปฏิบัติเราอาจทราบจำนวนกลุ่มที่มี แต่ไม่ทราบว่าเวกเตอร์แบบรูปใดอยู่ในกลุ่มใดเราสามารถใช้อัลกอริธึมที่เรียกว่า K-means Clustering ช่วยในการหาจุดศูนย์กลางของกลุ่มต่างๆได้โดยอัตโนมัติ

2.5.3.3 K-means Clustering

สมมติว่ามีเวกเตอร์แบบรูปอยู่เป็นจำนวน n เวกเตอร์ คือ $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \ldots, \mathbf{X}_n$ หากต้องการแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น k กลุ่ม ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกเวกเตอร์แบบรูปออกมา k เวกเตอร์ ซึ่งในที่นี้อาจเลือก $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \ldots, \mathbf{X}_k$
2. กำหนดให้เวกเตอร์เหล่านี้เป็นค่าเฉลี่ย (จุดศูนย์กลางของกลุ่ม) $\mathbf{M}_1 = \mathbf{X}_1, \mathbf{M}_2 = \mathbf{X}_2, \mathbf{M}_3 = \mathbf{X}_3, \ldots, \mathbf{M}_k = \mathbf{X}_k$
3. จัดสรรเวกเตอร์แบบรูปที่เหลือให้เข้ากลุ่มโดยพิจารณาจากระยะทางจากเวกเตอร์นั้นไปยังจุดศูนย์กลางของกลุ่มต่างๆ
4. คำนวณหาจุดศูนย์กลางใหม่
5. หากจุดศูนย์กลางใหม่ไม่เปลี่ยน แสดงว่าการจัดกลุ่มเสร็จสิ้น หากจุดศูนย์กลางมีการเปลี่ยนแปลงให้ทำซ้ำในข้อ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

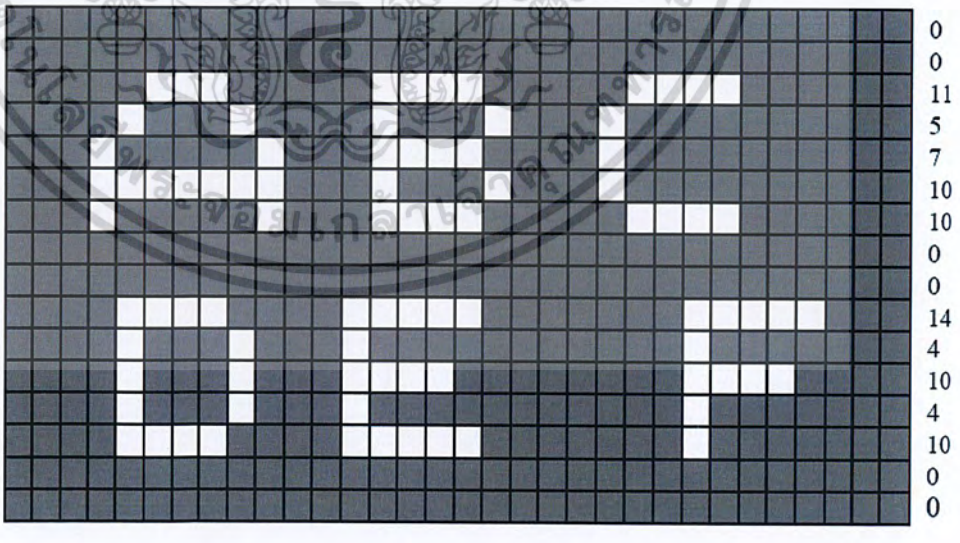
2.5.3.4 การรู้จำภาพตัวอักษร

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างของระบบรู้จำภาพอย่างง่าย ซึ่งจะกล่าวถึงการรู้จำภาพของตัวอักษรต่างๆ ในข้อความที่ถูกสแกนจากเอกสารให้อยู่ในรูปของข้อมูลภาพ

a) การแยกตัวอักษรออกจากข้อความ

ปัญหาเบื้องต้นของการรู้จำตัวอักษรคือการสกัดตัวอักษรออกจากข้อความ เนื่องจากในเอกสาร 1 หน้า อาจมีข้อความได้หลายบรรทัด และในแต่ละบรรทัดจะมีตัวอักษรหลายๆ ตัวเรียงกันอยู่ ในการรู้จำนั้นเราจะทำการรู้จำเพียงครั้งละ 1 ตัวอักษร ดังนั้นเราต้องแยกตัวอักษรในข้อความออกมาเป็นตัวๆ เสียก่อนเพื่อให้ตัวอย่างนี้เข้าใจได้ง่าย เราจะสมมุติว่า ภาพของเอกสารถูกแปลงให้อยู่ในรูปของภาพขาวดำ ซึ่งมีเพียง 2 ระดับความเข้ม โดยให้ค่า 0 แทนสีดำ และค่า 1 แทนสีขาว และสมมุติให้พื้นหลังของตัวอักษรเป็นสีดำ และตัวอักษรเป็นสีขาว การแยกตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกันสามารถทำได้ดังนี้

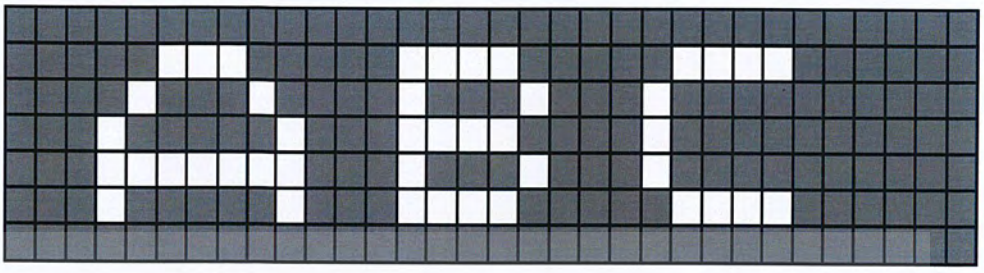
1) หาผลบวกของค่าความเข้มแสงของทุกแถว ถ้าผลรวมในแถวใดเป็น 0 แสดงว่าแถวนั้นเป็นช่องว่างระหว่างบรรทัด ดังนั้นเราสามารถทราบได้ว่าจุดแบ่งระหว่างบรรทัดอยู่ที่ใดและข้อความทั้งหมดมีกี่บรรทัด รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างการหาจุดแบ่งบรรทัด จากรูปจะเห็นว่าแถวที่ 8 และ 9 คือรอยต่อระหว่างบรรทัด



รูปที่ 2.21 การหาผลรวมในแนวนอนเพื่อหาจุดแบ่งบรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เมื่อได้ภาพตัวอักษรในแต่ละบรรทัดแล้วให้หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์เพื่อหาขอบเขตของแต่ละตัวอักษร ดังรูปที่ 2.22



0 0 0 3 2 2 2 2 2 3 0 0 0 5 3 3 3 2 0 0 0 3 2 2 2 2 0 0 0 0 0 0

รูปที่ 2.22 การหาผลรวมในตั้งเพื่อหาจุดแบ่งระหว่างตัวอักษร

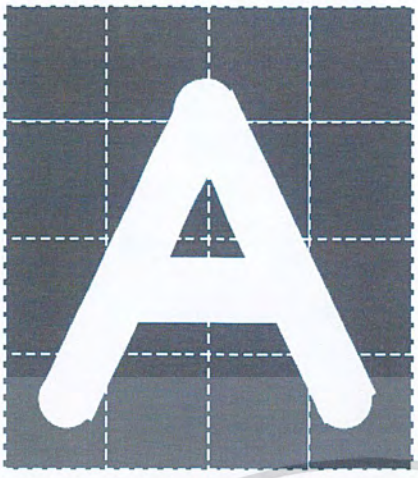
จากรูปที่ 2.22 จะเห็นว่าคอลัมน์ที่ 11 12 และ 13 เป็นรอยต่อระหว่างตัวอักษร A กับ Bและคอลัมน์ที่ 19 20 และ 21 เป็นรอยต่อระหว่างตัวอักษร B กับ C ด้วยวิธีนี้เราสามารถหาขอบเขตของตัวอักษรแต่ละตัวใน ข้อความ และสามารถสร้างภาพย่อย (Sub image) ของตัวอักษรนั้นเพื่อนำไปทำการรู้จำได้ต่อไป

b) การคำนวณค่าลักษณะเด่นของภาพ

ในการรู้จำภาพตัวอักษรเราต้องกำหนดวิธีการคำนวณค่าลักษณะเด่นของภาพ ในบทนี้จะแสดงตัวอย่างการหาค่าลักษณะเด่น โดยพิจารณาจากการกระจายของจุดในภาพดังแสดงในขั้นตอนต่อไปนี้ (ดูรูป)

1) แบ่งภาพตัวอักษรออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน ในแนวตั้ง และ 4 ส่วนเท่าๆ กันในแนวนอน ดังนั้นเราจะได้ภาพย่อยขนาดเท่าๆ กันจำนวน 16 ภาพ
2) ในแต่ละภาพย่อย ให้นับจำนวนจุดขาว (จุดที่มีค่าเท่ากับ 1) ทั้งหมดแล้วหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดในภาพย่อยนั้น ในขั้นตอนนี้จะได้ตัวเลขออกมา 16 ตัวซึ่งแต่ละตัวแสดงถึงความหนาแน่นของจุดขาวในบริเวณต่างๆ ของภาพ
3) นำค่าทั้ง 16 ค่ามาเรียงกันให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์ เพื่อใช้เป็นลักษณะเด่นในการรู้จำต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



0	0.07	0.07	0
0	0.5	0.5	0
0.3	0.7	0.7	0.3
0.3	0.05	0.05	0.3

รูปที่ 2.23 การหาลักษณะเด่นโดยวิธีการหาความหนาแน่นของจุดขาว

จากตัวอย่างในรูปที่ 2.23 หากเรียงความหนาแน่นจากซ้ายไปขวา และจากบนลงล่าง เราจะได้เวกเตอร์ค่าลักษณะเด่นคือ

[0, 0.07, 0.07, 0, 0, 0.5, 0.5, 0, 0.3, 0.7, 0.7, 0.3, 0.3, 0.05, 0.05, 0.3]

จะเห็นว่าค่าลักษณะเด่นที่ได้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอักษร วิธีนี้อาจไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด ในการหาค่าลักษณะเด่น แต่เป็นวิธีที่เข้าใจง่ายและสามารถนำไปปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

2.6 หลักการเขียนภาษา ActionScripts 3.0

ActionScript เป็นภาษาสคริปต์ถูกพัฒนาโดย Adobe ที่มี syntax คล้ายกับภาษา java script ใช้งานสำหรับสร้างโปรแกรมประยุกต์ร่วมกับโปรแกรม Adobe Flash CS ปัจจุบันภาษาตัวนี้ก็ได้มีการพัฒนามาจนถึงเวอร์ชั่น 3 ซึ่งก็คือ ActionScript 3.0 ซึ่งลักษณะโครงสร้างต่างกับ ActionScript 2.0 เพียงแค่API ในการสร้าง object ต่างๆ

2.6.1 โครงสร้างของ Action Script

คำสั่งต่าง ๆ ต้องใช้ตัวอักษรให้ตรงกับที่ flash กำหนดเท่านั้น เช่น ถ้า for ต้องเป็นตัวเล็กทั้งหมด ถ้าตัวใดตัวหนึ่งเป็นตัวใหญ่ไม่ได้ (Case sensitive) แต่บางคำสั่งสามารถใช้ได้ทั้งตัวอักษรตัวเล็กตัวใหญ่ผสมกัน (Case insensitive) ส่วนมากเป็นคำสั่งที่ไม่มีเครื่องหมาย { } อยู่รวมถึงการตั้งชื่อตัวแปรต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1. ตัวแปร

- ตัวแปรประเภท String, Number, Object หรือ Movie Clip สามารถกำหนดค่าให้ตัวแปรได้โดยตรงโดยใช้เครื่องหมาย =
- ตัวแปรประเภท Boolean เก็บค่า 2 ค่า คือ จริง (True) หรือ 1 และเท็จ (False) หรือ 0 เช่น

```
who_turn = new Boolean();
who_turn = new Boolean(True);
```

ถ้า x เป็นตัวแปรเราสามารถใช้ค่าตัวแปรแทนได้

```
who turn = new Boolean(x);
```

สำหรับ who_turn = new Boolean(x); โดยที่ x เป็นค่าตัวแปรใด ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นดังนี้

- ถ้า x เป็น ตัวเลข กรณี x เป็น 0 ค่า who_turn เป็น เท็จ
- กรณีที่เป็นเลขอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ 0 ค่า who_turn จะเป็นจริง
- ถ้า x เป็น Boolean ค่า who_turn จะเป็นค่าเดียวกับ x
- ถ้า x เป็น Object หรือ Movie Clip ค่า who_turn จะเป็นจริง
- ยกเว้นถ้าค่า x เป็น Null ค่า who_turn เป็นเท็จ
- ถ้า x เป็น ถ้า เป็นString แล้ว ถ้า Number(x) เป็นค่า 0 ค่า who_turn จะเป็นเท็จ และถ้า Number(x) ไม่ใช่ 0 แล้ว who_turn จะเป็นจริง

2.6.1.1.1 การให้ค่าตัวแปร

- ใช้เครื่องหมาย เท่ากับ
- ใช้คำสั่ง Set เช่น

```
z = 5;
y = "walk";
movewalk = 8;
set("x",move); //คือ x = "move";
set(x+y, 10);//คือ movewalk = 10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1.2 ขอบเขตของตัวแปร

โดยปกติตัวแปรที่ประกาศขึ้นมาจะเป็นแบบ Global สำหรับตัวแปรแบบ Local สามารถประกาศได้โดยใช้คำสั่ง var นำหน้าตัวแปรที่ต้องการ เช่น

```
function snow(){
        var m;
        m = 50;
}
```

2.6.1.1.3 การอ้างถึงตัวแปร

สามารถทำได้หลายวิธี

- อ้างโดยใช้ชื่อ เช่น

```
setProperty("circle",_alpha,50);
```

- อ้างโดยใช้เครื่องหมาย . (จุดทศนิยม)

```
circle_alpha = 50;
```

- อ้างโดยตรงจาก root

```
_root.circle._alpha = 50;
```

2.6.1.2. ตัวดำเนินการ

- เครื่องหมาย + เป็นการเพิ่มค่าให้กับตัวแปรที่เป็นชนิดตัวเลข เช่น

```
ก่อนหน้า x =4
x = x+1;
จะได้ x=5
```

และยังรวมกรณีที่ใช้กับตัวแปร String เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x= "We are Number"+1;
```

จะได้ x มีค่าเป็น "We are Number 1";

- เครื่องหมาย -, *, / ใช้ในการลบ การคูณ และหารทั่ว ๆ ไปรวมทั้งยังสามารถใช้ร่วมกับเครื่องหมาย = ได้ โดยนำไปไว้ข้างหน้า จะหมายความว่า ให้คำนวณค่าจากตัวแปรนั้น เช่น

```
ก่อนหน้า x = 4
x+=1;
จะได้ x =5
หรือ x/=y;
จะได้ x = x/y;
```

- เครื่องหมาย ++ (increment), -- (decrement) ใช้ในการเพิ่ม และลดจำนวนลงให้กับตัวแปรนั้นอีก 1 เช่น

```
ก่อนหน้า x=8
x++; จะได้ x=9
x--;จะได้ x=8
หรือ x=5; y=--x; จะได้ y=4,x=4;
หรือ x=5; y=x--; จะได้ y=5,x=4;
หรือ x=6; y=x++; จะได้ y=6; x=7;
```

- เครื่องหมาย% (modulo) เครื่องหมายนี้จะคล้ายกับการหาร แต่ว่าจะเอาเฉพาะเศษมาเป็นคำตอบ เช่น

```
x=7%4; จะได้ x=3
หรือ x=5;
x%=4; จะได้ x=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องหมาย ! (logical NOT) ใช้ในการเปลี่ยนค่าจาก จริง (True) เป็นเท็จ (False) หรือ จากเท็จ (False) เป็นจริง (True) เช่น

```
y = True;
x=!y; จะได้ x = False
```

2.6.1.3. เงื่อนไขและการเปรียบเทียบ

เงื่อนไขนี้จะอยู่ในส่วนของ Basic Action คือคำสั่ง If และสามารถใช้งานร่วมกับ Else และ Else If ได้

รูปแบบการใช้งาน

```
if(เงื่อนไข) {คำสั่ง..}
else if (เงื่อนไข) {คำสั่ง..}
else{คำสั่ง..}
```

- เครื่องหมายเปรียบเทียบค่า Equality ใช้ = = หรือ eq เช่น

```
if(x= =5) {x = x+2;}
if(x eq 5) {x = x+2}
```

- Inequality ใช้ < > หรือ ne เช่น

```
if( x < > 5) {x = x-2;}
if(x ne 5) {x = x-2;}
```

- เครื่องหมายเปรียบเทียบค่า

```
Less than ใช้< หรือ lt
Greater than ใช้ > หรือ gt
Less or equal ใช้ <= หรือ le
Greater or equal ใช้ >= หรือ ge
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเปรียบเทียบมากกว่า 1 เงื่อนไข

```
&&(and)
||(or)
```

2.6.1.4. คำสั่งในการทำงานซ้ำ ๆ

2.6.1.4.1 คำสั่ง for

รูปแบบการใช้งาน

```
for(ค่าเริ่มต้น; เงื่อนไข;ค่าถัดไป) {
    คำสั่ง;
}
```

ค่าเริ่มต้น เป็นค่าเริ่มต้นในการทำงาน เงื่อนไข กำหนดว่าจะออกจากลูปเมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ เช่น

```
for(x = 0; x < > 10; x++) {
        trace(x);
}
```

2.6.1.4.2 คำสั่ง do-while รูปแบบการใช้งาน

```
do{
        คำสั่ง;
} while(เงื่อนไข);
```

เงื่อนไข กำหนดว่าจะออกจากลูปเมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
do{
        trace(Math.random());
}while(x++ < > 10);
```

2.6.1.4.3 คำสั่ง while รูปแบบการใช้งาน

```
while(เงื่อนไข) {
        คำสั่ง;
}
```

เงื่อนไข กำหนดว่าจะวนลูปเมื่อเงื่อนไขยังคงจริง เช่น

```
while(x++ <10) {
        trace(Math.random());
}
```

2.6.1.4.4 คำสั่ง continue และ break

- continue ใช้สำหรับเมื่อต้องการข้ามคำสั่ง ในการวนลูป แต่ยังคงต้องการใหม่มีการทำงานในลูปถัดไป
- break ใช้สำหรับ ยกเลิกการวนลูปทั้งหมดหรือออกจากลูป

2.6.1.5. การลบตัวแปร

Delete คำสั่งนี้ใช้ในการลบตัวแปรที่ไม่ต้องการใช้งานแล้วทิ้งไปเพื่อคืนหน่วยความจำให้กับระบบ

2.6.1.6. การทำหมายเหตุ

การทำหมายเหตุ หรือ Comment มีอยู่ 2 แบบ คือ

- // ใช้ทำหมายเหตุทุกตัวอักษรข้างหลังเครื่องหมายนี้จนจบบรรทัด เช่น

```
trace(temp);// check  temporary  variable
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- /**/ ใช้ทำหมายเหตุทุกตัวอักษรระหว่าง /* ถึง */ ใช้ได้แม้ขึ้นบรรทัดใหม่

```
trace(temp);/* check temporary variable*/
```

2.6.1.7. คำสั่งที่ควรรู้จักในการควบคุมการทำงานระดับเฟรม

2.6.1.7.1คำสั่ง stop( )

การใช้งาน เมื่อมีการใช้ภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เวลาแสดงผลจะเริ่มทำาทันที ซึ่งถ้าเราต้องการให้รอกรอกข้อความหรือให้มีการดำเนินงานใดเสร็จก่อนหลังจากคลิกเมาส์บนปุ่มจึงเริ่มทำงาน จะต้องอาศัยคำสั่งนี้

รูปแบบคำสั่ง

```
stop();
```

2.6.1.7.2 คำสั่ง gotoAndPlay( )

การใช้งาน ในกรณีที่ชิ้นงานประกอบด้วย Scene มากกว่า 1 สามารถกำหนดให้มีการกระโดดข้ามไปทำงานยัง scene อื่นในเฟรมที่กำหนด และเมื่อข้ามไปยังปลายทางแล้วให้ทำงานต่อไป

รูปแบบคำสั่ง

```
gotoAndPlay(Scene,Frame);
```

- อาร์กิวเมนต์ Scene เป็นชื่อของ Scene ปลายทาง
- Frame ระบุเลขเฟรมที่ต้องการของ Scene ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.7.3 คำสั่ง gotoAndStop( )

การใช้งาน ในกรณีที่ชิ้นงานประกอบด้วย Scene มากกว่า 1 สามารถกำหนดให้มีการกระโดดข้ามไปยัง scene อื่นในเฟรมที่กำหนด เมื่อข้ามไปยังปลายทางแล้วให้หยุดทำงานก่อนจะมีคำสั่งให้ทำงานอื่นต่อไป

รูปแบบคำสั่ง

```
gotoAndStop(Scence,Frame);
```

- อาร์กิวเมนต์ Scene เป็นชื่อของ Scene ปลายทาง
- Frame ระบุเลขเฟรมที่ต้องการของ Scene ปลายทาง

2.6.1.7.4 คำสั่ง getURL( )

การใช้งาน เมื่อต้องการให้มีปุ่มหรือลักษณะของการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ปลายทาง(การสร้าง link) นั้นสามารถทำได้โดยการใส่คำสั่ง getURL(); ลงไปในหน้าต่างAction ให้กับปุ่มที่ต้องการสร้างเป็นจุด link

รูปแบบคำสั่ง

```
getURL(URL[,window[,variable]]);
```

- อาร์กิวเมนต์ URL เป็นชื่อของเว็บไซต์ปลายทาง
- window ระบุลักษณะของการแสดงหน้าเว็บไซต์
- variables ค่า Get หรือ Post สำหรับส่งค่าไปประมวลผลต่อด้วยโปรแกรมประเภทCGI

2.6.1.7.5 คำสั่ง tellTarget( )

การใช้งาน กระโดดข้ามไปทำงานยังจุดมาร์คที่ต้องการหรือเฟรมที่ต้องการได้

รูปแบบคำสั่ง

```
tellTarget("target") {statements;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาร์กิวเมนต์ target ระบุปลายทางของการควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ
- Statements ระบุลักษณะการทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง

2.6.1.7.6 คำสั่ง ifFrameLoaded( )

ใช้งานในการเชื่อมต่อ Scene คือให้แสดง Scene แรก ๆก่อน ซึ่งบางทีจะเรียกว่า PreLoading เพื่อรอให้ทุกเฟรมของ Scene ถัดไปถูกโหลดส่วนประกอบต่าง ๆ ขึ้นมาครบ แล้วจึงเปลี่ยนไปแสดงScene ถัดไปได้

รูปแบบคำสั่ง

```
ifFrameLoader(scence,Frame) {statement;}
```

- อาร์กิวเมนต์ scene เป็นชื่อ Scene ถัดไปที่รอให้ถูกโหลดส่วนประกอบต่าง ๆ
- Frame ระบุเลขเฟรมที่ต้องการให้โหลดขึ้นมาก่อนเมื่อแสดง Scene ถัดไป
- Statements ระบุลักษณะการทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง

2.6.1.7.7 คำสั่ง On (Mouse Event)

การใช้งาน เป็นชุดคำสั่งที่ควบคุมภาพเคลื่อนไหวด้วยลักษณะของการเลื่อนเมาส์หรือกดปุ่มบนแป้นคีย์บอร์ด

รูปแบบคำสั่ง

```
on(MouseEvent) {statements;}
```

- MouseEvent ลักษณะการทำงานของเมาส์ซึ่งจะมีผลให้เกิดการทำงานในชุด statements
- Statements ระบุลักษณะการทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.8. Object Oriented Programming

2.6.1.8.1 การสร้าง Object ทำได้ 2 แบบคือ

1. สร้างด้วยการประกาศเป็น Object

การสร้างด้วยการประกาศเป็น Object เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด และนิยมใช้ในกรณีที่ต้องการส่งค่าให้กับ คำสั่งต่าง ๆ ที่ต้องการตัวแปรประเภท Object เพื่อรับค่า

```
Point = new Object;
Point.x =50;
Point.y =70;
```

2. สร้างโดยใช้ Function Constructor

การสร้าง Function Constructor เป็นการสร้าง Object แบบหนึ่ง โดย Function Constructor นี้เปรียบเหมือน class รมซึ่งการสร้าง Object ใหม่ นี้ทำได้โดยการ เรียก function พร้อมกับคำสั่ง New

```
function rigid(h,w){
        this.width = w;
        this.height = h;
}
```

เมื่อจะสร้าง Object ทำได้ดังนี้

```
myobject = new rigid(5,7);
myobject = new rigid(10,25);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.8.2 การสร้างคำสั่งให้กับ Class ทำได้ 2 แบบคือ

1. ใช้คุณสมบัติ prototype เป็นตัวกำหนด

```
function rigid(){
        this.width = w;
        this.height = h;
}
rigid.propertype.show = function(){trace("This is Show Method")};
```

2. กำหนดภายใน Function Constructor

```
function rigid(){
        this.width = w;
        this.height = h;
        this.show = function(){trace("This is Show Method")};
}
```

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

2.7.1 ARToolKit

AR-ToolKit เป็น SDK ที่พัฒนาขึ้นโดยภาษา C และ C++ เพื่อใช้เป็นแก่นในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้าน Augmented Reality เครื่องมือ AR-ToolKit จะมีฟังก์ชั่นสำหรับส่วนของการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) และ ส่วนคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และมีฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับการสร้างภาพจากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) ในระดับพื้นฐานซึ่งอิงอยู่กับ OpenGL SDK

นอกจากนี้ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา เครื่องมือตัวอื่นๆสำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้าน Augmented Reality โดยใช้พื้นฐานจาก ARToolKit เพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยภาษาอื่นๆ เช่น

- NyARToolkit พัฒนามาจาก ARToolKit ใช้สำหรับพัฒนาAugmented Reality ด้วยภาษา Java และ C#

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- FLARToolkit พัฒนามาจาก ARToolKit และ NyARToolKit สำหรับพัฒนาAugmented Reality ด้วย Adobe Flash โดยใช้ ActionScript3.0
- SLARToolkit พัฒนามาจาก NyARToolkit สำหรับพัฒนาAugmented Reality ด้วย Silverlight ซึ่งเป็นตัว .net plugin สำหรับพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดียบนเวปเบราเซอร์
- ANDAR พัฒนามาจาก ARToolKit ทำให้สามารถใช้งานโปรแกรมประยุกต์ทางด้าน Augmented Reality ได้บน Android Platform

2.7.2 FLARToolKit

FLARToolKit เป็น Library สำหรับพัฒนา Augmented Reality ด้วย Adobe Flash โดยใช้ ActionScript3.0 ซึ่งพัฒนามาจาก NyARToolkit ที่อยู่บนพื้นฐานของชุดภาษา Java และNyARToolkitพัฒนามาจาก ARToolkit ที่อยู่บนพื้นฐานของชุดภาษา C

FLARToolKit ประกอบด้วยฟังก์ชั่น การตรวจจับMarker จากข้อมูลภาพ และคำนวณหาตำแหน่งของกล้องในระบบพิกัดแบบสามมิติ นอกจากนี้แล้วยังประกอบด้วย library ที่สามารถรองรับได้หลากหลายแพลตฟอร์ม และพยายามลดข้อแตกต่างของ library เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในแพลตฟอร์มที่แตกต่างกันและมีประสิทธิภาพ ซึ่ง FLARToolKit ใช้ PaperVision3D ช่วยในการแสดงผลพร้อมทั้งจัดการกับกล้องวิดีโอ

2.7.3 PaperVision3D

เป็น Library ที่ช่วยจัดการในเรื่องการแสดงผลภาพโมเดลสามมิติ รวมทั้งจัดการกับกล้องวิดีโอ บน Adobe Flash Platform

การใช้งาน Papervison3D ในบางกรณีที่ต้องการสร้าง Model ที่มีความซับซ้อนกว่าปกติก็จำเป็นจะต้องทำการสร้างจากโปรแกรมโมเดล 3 มิติ และ export ออกมาในรูปที่ไฟล์ Papervision3D รองรับสามารถอ่านได้ เช่น .dae(Collada file), .3ds(3D Studio file), หรือ .kmz(Google Earth file) เป็นต้น ซึ่งมีอยู่หลายโปรแกรมที่สามารถ export ไฟล์ที่รองรับการอ่านเข้าของ Papervision3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.1 โปรแกรม Autodesk Maya

โปรแกรม Autodesk Maya ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Autodesk เป็นโปรแกรมสำหรับ สร้างงานเอนิเมชัน 3 มิติที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากโปรแกรมหนึ่ง

2.7.3.2 ส่วนประกอบของหน้าจอโปรแกรม Autodesk Maya

(1) เมนูบาร์ (Menu Bar) เป็นแถบกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งจะรวมถึงคำสั่งมาตรฐาน เช่น File จะจัดการเกี่ยวกับไฟล์งาน Edit จะจัดการเกี่ยวกับการแก้ไขชิ้นงาน นอกจากนั้นยังรวมคำสั่งพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชิ้นงาน 3D เช่น Create สร้างโมเดลในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น โดยเมนูเหล่านี้จะเปลี่ยนไปตามโหมดในเมนูเซ็ต (Menu Set)

(2) เมนูเซ็ต (Menu Set) ใช้สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานและจะเปลี่ยนคำสั่งเมนูบาร์ให้เหมาะสมกับการทำงานของแต่ละโหมดโดยมีทั้งหมด 7 โหมด ดังนี้

(2.1) โหมด Animation ใช้สร้างการเคลื่อนไหว

(2.2) โหมด Polygons ใช้สร้างและปรับแต่งวัตถุแบบ Polygons

(2.3) โหมด Surfaces ใช้สร้างและปรับแต่งวัตถุแบบ NURBS

(2.4) โหมด Dynamics ใช้สร้างการเอนิเมชั่นที่เหมือนธรรมชาติ

(2.5) โหมด Rendering ใช้ตั้งค่าการประมวลผล

(2.6) โหมด Cloth ใช้จัดการกับเรื่องของเครื่องแต่งกายของโมเดล

(2.7) โหมด Customize ใช้ในการสร้างโหมดใหม่

(3) สเตตัสไลน์ (Status Line) เป็นส่วนแสดงคำสั่งที่ใช้งานบ่อยๆ โดยเราสามารถคลิกเลือกเครื่องมือเหล่านี้ขณะทำงานได้เลย ซึ่งทำให้เราทำงานได้รวดเร็วขึ้น

(4) Shelf จะคล้ายกับสเตตัสไลน์ แต่คำสั่งเหล่านี้จะมีการแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะของการทำงาน ถ้าเราต้องการเพิ่มคำสั่งลงไป หรือจะเพิ่ม Shelf เป็นของเราเอง เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานก็สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

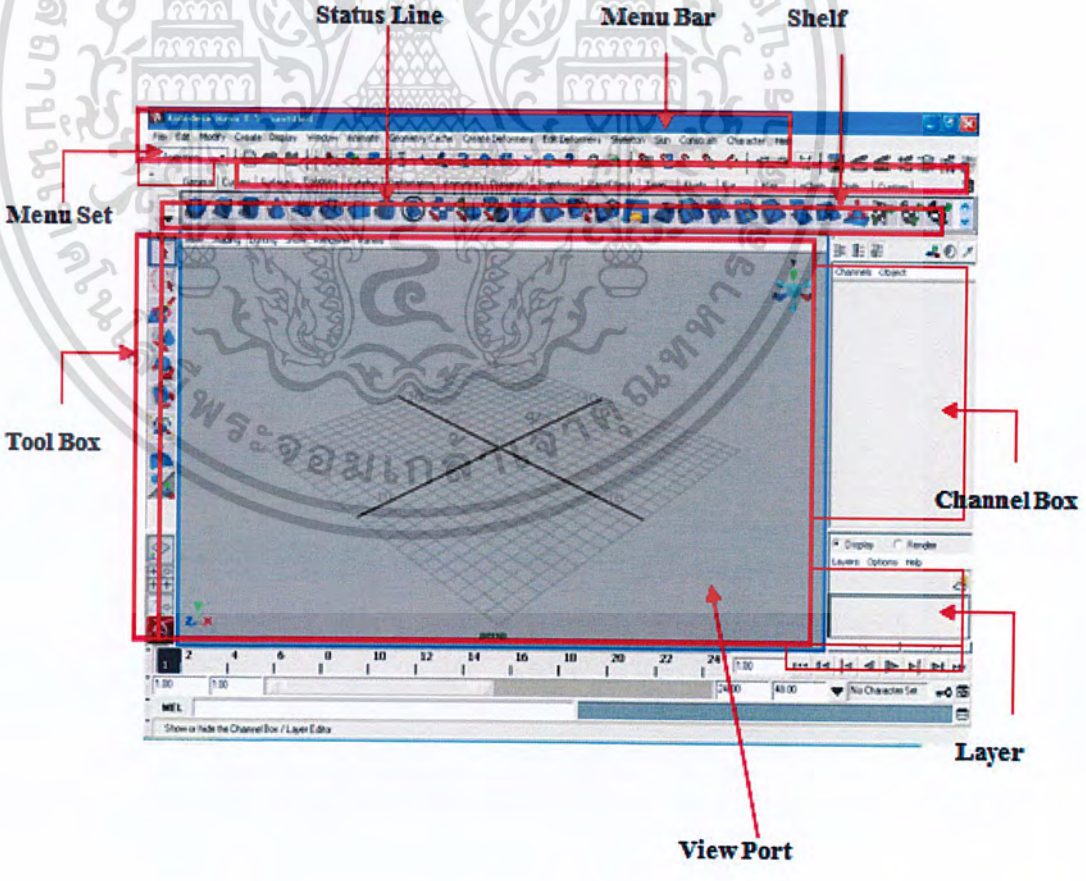
(5) ทูลบ็อกซ์ (Tool Box) เป็นชุดเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ทำงานทั่วไปกับวัตถุ เช่น การเลือก การเคลื่อนย้าย การหมุน และการปรับขนาด เป็นต้น

(6) วิวพอร์ต (Viewport) เป็นพื้นที่ในการทำงานที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์การสร้าง การปรับแต่งและการทำงานที่เกี่ยวกับโมเดลทุกอย่าง ซึ่งวิวพอร์ตนี้สามารถปรับแต่งให้แสดงผลได้หลายแบบ

(7) วิวพอร์ตเลย์เอาท์ (View port Layout) เป็นเครื่องมือที่ใช้ปรับแต่งวิวพอร์ตให้มีมุมมองแบบต่างๆ ตามความต้องการ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและสะดวกในการเรียกใช้เครื่องมืออื่นๆเพิ่มเติม

(8) ไทม์สไลด์ (Time Slide) แสดงตำแหน่งเฟรมในชิ้นงานที่มีการสร้างการเคลื่อนไหวโดยเราสามารถเลื่อนไทม์สไลด์ไปยังเฟรมต่างๆเพื่อดูภาพเคลื่อนไหวได้ หรือกดปุ่ม play

(9) เรนจ์สไลด์ (Range Slide) ใช้กำหนดความยาวของไทม์สไลด์



รูปที่2.24 แถบเครื่องมือในโปรแกรม Autodesk Maya

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.3 การออกแบบโมเดลสามมิติสำหรับนำมาใช้ใน Papervision3D

การออกแบบโมเดลสำหรับ Papervision3D นั้นจะมีความแตกต่างกับการใช้งานจำพวก Animated movie, Visualization, หรือ เกม เพราะโดยปกติ Papervision3D มักใช้กับ Web-based Project ดังนั้นจึงต้องมีเทคนิคการออกแบบ เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งาน

1) **ควบคุมให้จำนวนโพลีกอนต่ำ** โดยเฉลี่ยแล้ว 3 เหลี่ยมซึ่งเป็นส่วนประกอบของโพลีกอนที่มีไม่ควรเกิน 3000 ชิ้นซึ่งหมายความว่าจำนวนโพลีกอนไม่ควนเกิน 1500 ชิ้น(3 เหลี่ยม 2 ชิ้นเท่ากับ 1 ชิ้น โพลีกอน)
2) **การเพิ่มโพลีกอนเข้าไปเพื่อขจัด Z-sorting artifacts** การทำเทคนิคนี้เป็นการทำตรงกันข้ามกับเทคนิคก่อนหน้าเพราะในบางครั้งเราจำเป็นต้องใช้ โพลีกอนที่มากขึ้นเพื่อตัดการบิดเบี้ยว ของ texture หรือ ลด z-sorting artifacts ที่มักจะเกิดบริเวณที่แต่ละวัตถุซ้อนทับกัน หรือใกล้จุดที่ ซ้อนทับกัน การแบ่งโพลีกอนออกเป็นชิ้นใหม่จะช่วยแก้ปัญหานี้
3) **ควบคุมให้ Texture มีขนาดเล็ก** เนื่องจาก Papervision3D จะทำการ โหลด texture สำหรับแต่ละโมเดล อัตโนมัติ texture นั้นจะถูกกำหนดมาก่อนโดยโปรแกรมออกแบบ 3D และ โหลดเข้ามาโดยตรงซึ่งก่อให้เกิดปัญหา เช่น texture ขนาด 1024*1024 pixel สำหรับล้อรถ ที่Papervision3D โหลด มาแสดงผลในหน้าต่างขนาด 50*50 pixel จะมีปัญหาคือ
    a. Bandwidth และ เวลาในการโหลด ภาพนั้นเข้ามาจะสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ
    b. Papervison3D จะต้องเสียเวลาในการลดขนาดภาพ 1024*1024 ให้กลายเป็น 50*50
4) **เลือก Texture ที่ Flash สามารถอ่านได้** รูปแบบของภาพ texture ที่ใช้กันทั่วไปนั้นมีอยู่หลายชนิด แต่ Flash สามารถอ่านได้นั้นมีเพียง .jpg, .gif และ .png เท่านั้นฉะนั้นควรจะกำหนดชนิด texture ที่ใช้ตั้งแต่ก่อนทำการ export โมเดล จากโปรแกรมออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) **การทำ UV Mapping** UV mapping เป็นเทคนิคในการสร้าง texture ของวัตถุชิ้นหนึ่งด้วยภาพ texture แผ่นเดียว(ใน 1 แผ่น มีลวดลายหลายลวดลายกำหนดไว้สำหรับแต่ละพื้นที่บนวัตถุนั้น) ซึ่งจะทำให้ไม่จำเป็นต้อง โหลด texture มาหลายชิ้นสำหรับวัตถุ 1 ชิ้น

6) **การทำ Baking Texture** นอกเหนือจากการทำ UV Mapping แล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล จึงควรจะมีการใส่สี เงา แสง หรือการสะท้อนแสง ของวัตถุรวมลงไปใน texture เลยซึ่งการทำเช่นนี้ เรียกว่า Baking texture

7) **กำหนดขนาดและตำแหน่ง** เพื่อให้ภายหลังการ โหลด Model มาใช้ใน Papervision3D แล้ว ปรับขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งานและกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นอยู่ที่จุด 0 ในทุกแกนก่อนการ Export โมเดล

2.7.3.3 การนำไฟล์โมเดลสามมิติเข้าสู่ Papervision3D

ไฟล์ *.dae (Collada file)

COLLADA ย่อมาจาก COLLAborative Design Activity เป็นมาตรฐานไฟล์เพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์เพื่องานกราฟิกส์สามมิติและซอฟต์แวร์ที่มีการประมวลผลสามมิติเช่น Game engine พัฒนาขึ้น โดยบริษัท โซนี่คอมพิวเตอร์เอ็นเตอร์เทนเมนต์ เพื่อใช้เป็นรูปแบบไฟล์อย่างเป็นทางการสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์บนเพลย์สเตชัน 3 และ เพลย์สเตชันพอร์เทเบิล ปัจจุบันอยู่ใต้ความดูแลของ Khronos Group

COLLADA เป็นมาตรฐานแบบเปิด นิยามด้วย XML schema แบบ W3C เพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ได้แก่ข้อมูลคอมพิวเตอร์แอนิเมชันต่างๆเช่น การเคลื่อนไหวแบบใช้กระดูก โมเดลสามมิติ Key frame โดยไฟล์ COLLADA จะเป็นไฟล์แบบ XML ซึ่งมักใช้นามสกุล .dae (digital asset exchange)

การโหลดวัตถุ 3 มิติที่มีนามสกุล .dae เข้ามาจะต้องทำการ import classที่ใช้ในการแปลงไฟล์ที่โหลดเข้ามาให้เป็นโมเดล 3 มิติ คือ

```
import org.papervision3d.object.parser.DAE;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นสร้าง Object model ขึ้นมาเป็นตัวเก็บวัตถุ 3 มิติที่จะโหลดมา กำหนด method หลังการโหลดเสร็จ และเริ่มโหลด ด้วย method load();

```
model = new DAE();
model.addEventListener(FileLoadEvent.LoAD_COMPLETE,
                       modelLoaded);
```

ภายใน method ที่รองรับการโหลดเสร็จ (modelLoaded) จะทำการเพิ่ม model เข้าไปใน scene แสดงผล

```
scene.addChild(model);
```

โดยทั่วไปtexture ของวัตถุ 3 มิติจะถูกโหลดมาพร้อมกันตามที่เก็บที่กำหนดไว้ก่อนการ export แต่ในบางครั้งเมื่อต้องการย้าย texture ไปที่อื่นจำเป็นต้องใช้การระบุ path โดยใช้ method addFileSearchPath();

```
daeModel.addFileSearchPath("asset/textures");
```

2.7.4 เครื่องมือสำหรับสร้างภาพสัญลักษณ์ เพื่อทำเป็นภาพต้นแบบ (pattern)

2.7.4.1โปรแกรมPhotoshop

Photoshop เป็นโปรแกรมของบริษัท Adobe ซึ่งเป็นผู้พัฒนาโปรแกรม กราฟิกรายใหญ่ โปรแกรม Photoshop เวอร์ชั่นแรกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1990 และได้รับการพัฒนามาเรื่อยๆจนถึงเวอร์ชั่นCS3โดยได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการกับภาพกราฟิกขึ้นเรื่อยๆปัจจุบันโปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ในที่นี้เราจะใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS4 เพื่อใช้ในการตกแต่งภาพฉาก ตัวละคร โลโก้ และตกแต่งเว็บ

2.7.4.2 ส่วนประกอบของหน้าจอโปรแกรม Adobe Photoshop CS4

1) **ไตเติ้ลบาร์ (Title Bar)** เป็นแถบที่อยู่ทางด้านบนสุดของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อใช้แสดงชื่อโปรแกรม Adobe Photoshop CS2 และชื่อไฟล์ที่กำลังเปิดทำงานอยู่ในขณะนั้นและทางด้านขวามือของไตเติ้ลบาร์เป็นปุ่มควบคุมการย่อ - ขยายหรือปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **เมนูบาร์ (Menu Bar)** เมนูบาร์แสดงอยู่ในบรรทัดล่างต่อจากไตเติ้ลบาร์ ซึ่งเป็นที่เก็บคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานซึ่งอยู่ในรูปแบบของคำสั่งเมนู โดยเริ่มตั้งแต่เมนู File เรื่อยไปจนถึงเมนู Help ตามลำดับ แต่ละเมนูจะมีรายการคำสั่งย่อยออกมา โดยแต่ละเมนูจะมีรายการคำสั่งย่อยแตกต่างกันออกไปตามลักษณะประเภทของเมนูดังรายการต่อไปนี้

- **เมนู File** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการทำงานทางด้านไฟล์ เช่น การบันทึกไฟล์ การเปิดไฟล์ รวมทั้งการสแกนภาพ
- **เมนู Edit** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการปรับแต่ง แก้ไขภาพ
- **เมนู Image** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการใส่เทคนิค หรือลูกเล่นให้กับภาพ
- **เมนู Layer** เป็นคำสั่งที่ทำงานทางด้านการจัดการเลเยอร์ เช่น การจัดเรียงลำดับเลเยอร์หรือการแก้ไขเลเยอร์
- **เมนู Select** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการกับบริเวณพื้นที่ ที่เลือกไว้จากเครื่องมือประเภท Selection ต่างๆ
- **เมนู Filter** เป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการปรับแต่งรูปภาพให้สวยงามหรือแก้ไขข้อบกพร่องของภาพในรูปแบบต่างๆ
- **เมนู View** เป็นกลุ่มของคำสั่งสำหรับการกำหนดมุมมองภาพในแต่ละรูปแบบ
- **เมนู Window** เป็นคำสั่งที่รวบรวมการเรียกใช้ Palette เพื่อให้สะดวกต่อการสร้างสรรค์ผลงาน
- **เมนู Help** เป็นคำสั่งที่เสนอแนะ หรือแนะนำวิธีการใช้งาน Photoshop CS2 แบบต่างๆ

3) **ออฟชั่นบาร์ (Option Bar)** เป็นแถบที่อยู่ถัดลงมาจากเมนูบาร์ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อกำหนดค่าเพิ่มเติมให้กับเครื่องมือที่เลือกใช้งาน โดยค่าออฟชั่นจะเปลี่ยนแปลงตามเครื่องมือที่เลือกใช้งานจากกล่องเครื่องมือ

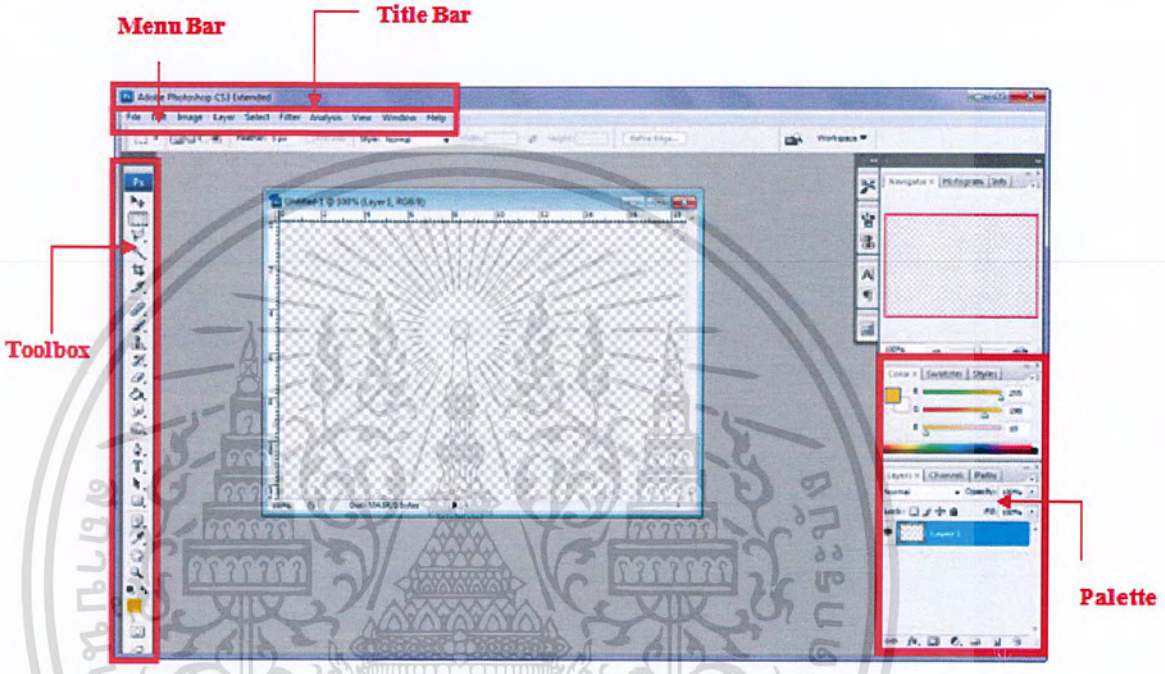
4) **กล่องเครื่องมือ (Toolbox)** เป็นที่จัดเก็บกลุ่มเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการตกแต่งภาพ เครื่องมือเหล่านี้มีหลากหลายประเภทดังนั้นจึงมีการรวมเครื่องมือบางตัวซ่อนเอาไว้ซึ่งสังเกตได้ว่าหากเครื่องมือใดมีปุ่มสามเหลี่ยมสีดำอยู่ทางด้านขวาล่างแสดงว่ายังมีเครื่องมืออื่นซ่อนอยู่อีก

5) **Palette** เป็นไดอะล็อกซ์ประเภทหนึ่งที่ใช้เลือกรายละเอียดสำหรับการทำงานต่างๆในโปรแกรมควบคู่กับคำสั่งและเครื่องมือ เช่น Layer Palette มีหน้าที่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการทำงานของเลเยอร์ Character palette มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการพิมพ์ข้อความหรือ Color Palette ที่เลือกสีมาใช้งาน เป็นต้น

6) **แถบสถานะ (Status Bar)** เป็นแถบแสดงเปอร์เซ็นต์ของการซูมภาพ รวมทั้งยังอธิบายการทำงานของเครื่องมือที่กำลังเลือกใช้งานอยู่ในขณะนั้นด้วย

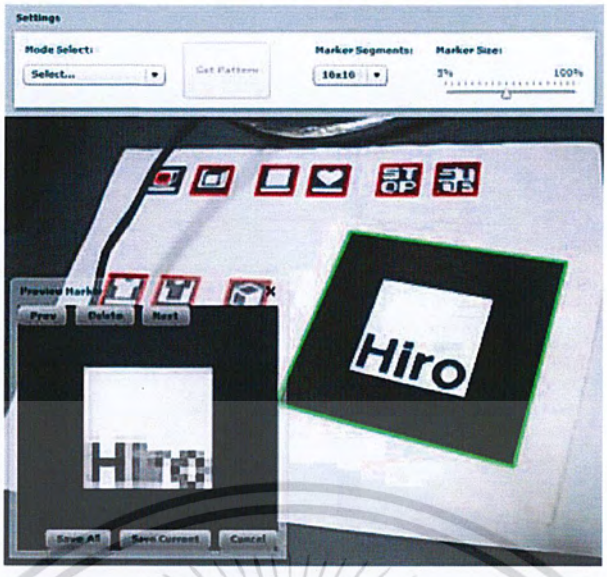


รูปที่2.25 แถบเครื่องมือในโปรแกรมphotoshop

2.7.5 Marker Generator

เป็นโปรแกรมซึ่งช่วยให้เราบันทึก รูปแบบสัญลักษณ์(Marker Pattern) ซึ่งใช้สำหรับเปรียบเทียบชิ้นของภาพสัญลักษณ์ว่าเป็นชิ้นใด เมื่อเราใช้ Marker Generator เราจะต้องเลือกการแบ่ง segment ของภาพจากนั้นนำภาพมาบันทึก โปรแกรมจะบันทึกค่าความเข้มแสงของแต่ละ segment ทั้ง 3 ด้านการหมุนคือหมุน 0, 90, -90 องศา ลงไปเป็นไฟล์ *.pat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างโปรแกรม Marker Generator

2.7.6 ตัวอย่าง Action Script ที่มีการเรียกใช้ Library ต่างๆ

1) ประกาศ import library class ที่จำเป็นต่างๆในการสร้าง Augmented Reality บน Flash เพื่อใช้เรียก API ที่ใช้ต่อๆไปในการพัฒนาโปรแกรมของเรา

```
import flash.text.TextField;
import flash.display.Bitmap;
import flash.display.BitmapData;
import flash.display.PixelSnapping;
import flash.display.Sprite;
import flash.events.*;
import flash.filesystem.File;
import flash.media.Camera;
import flash.media.Video;
import flash.utils.ByteArray;
import flash.net.URLRequest;
import flash.net.URLLoaderDataFormat;
import flash.net.URLLoader;
import org.libspark.flartoolkit.core.FLARCode;
import org.libspark.flartoolkit.core.param.FLARParam;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import org.libspark.flartoolkit.core.raster.FLARRaster_BitmapData;
import org.libspark.flartoolkit.core.raster.rgb.FLARRgbRaster_BitmapData;
import org.libspark.flartoolkit.core.transmat.FLARTransMatResult;
import org.libspark.flartoolkit.detector.FLARSingleMarkerDetector;
import org.libspark.flartoolkit.pv3d.FLARBaseNode;
import org.libspark.flartoolkit.pv3d.FLARCamera3D;
import org.papervision3d.cameras.*;
import org.papervision3d.scenes.Scene3D;
import org.papervision3d.view.Viewport3D;
import org.papervision3d.objects.parsers.DAE
import org.papervision3d.render.LazyRenderEngine;
import org.papervision3d.objects.DisplayObject3D;
```

2) ประกาศตัวแปรต่างๆ รอการเรียกใช้งาน

```
//FLAR var
var _param:FLARParam;
var _marker:FLARCode;
var _loader:URLLoader;
var _loader2:URLLoader;
//var byteConverter:Loader;
var flarcamera3D:FLARCamera3D;
var flarbase:FLARBaseNode;
var _raster:FLARRgbRaster_BitmapData;
var _detector:FLARSingleMarkerDetector;
var _transformationResult:FLARTransMatResult;

//Camera var
var _webcam:Camera;
var _video:Video;
var _capture:Bitmap;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//papervision var
var viewport:Viewport3D;
var renderer:BasicRenderEngine;
var _renderer:LazyRenderEngine;
var scene:Scene3D;
var camera3D:Camera3D;
var _object:DAE;
var container:DisplayObject3D;
```

3) ประกาศตัวแปรสำหรับปรับคุณภาพการแสดงผล

```
//Display Quanlity variable
var  c_quanlity:int = 2;
var_c_width:int;
var  c_height:int;
var c_scale:int;
if(c_quanlity==2)
{
    c_width = 640;
    c_height = 480;
    c_scale = -1;
}
else
{
    c_width = 320;
    c_height = 240;
    c_scale = -2;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ฟังก์ชั่นสำหรับโหลด ไฟล์ซึ่งบรรจุตัวแปรภายนอกของกล้อง เข้ามาใช้งาน

```
function loadCamera():void
{
    _loader = new URLLoader();
    _loader.dataFormat = URLLoaderDataFormat.BINARY;
    _loader.addEventListener(Event.COMPLETE,onLoadCamParam);
    _loader.load(new URLRequest("./assets/flar/camera_para.dat"));
}
```

5) ฟังก์ชั่นสำหรับนำ ค่า ตัวแปรภายนอกของกล้อง ไปปรับความบิดเบี้ยวของภาพจากกล้องเพื่อใช้ตรวจหา Markerและฟังก์ชั่นนี้ยังใช้ โหลด Marker Pattern ไฟล์ (สาเหตุที่ใส่รวมในฟังก์ชั่นนี้เพื่อ ใช้เกิดการทำงานเฉพาะเมื่อโหลด Camera Parameter สำเร็จเท่านั้น)

```
function onLoadCamParam(event:Event):void
{
    _loader.removeEventListener(Event.COMPLETE, onLoadCamParam);
    _param = new FLARParam();
    _param.loadARParam(_loader.data);
    _param.changeScreenSize(320, 240);
    _loader.dataFormat = URLLoaderDataFormat.TEXT;
    _loader.addEventListener(Event.COMPLETE, onLoadCode);
    _loader.load(new URLRequest("./assets/flar/patt.hiro.pat"));
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ฟังก์ชั่นสำหรับเก็บค่า Marker Pattern ที่นำไปตรวจหา Marker ในภาพจากกล้อง และฟังก์ชั่นนี้ยังเป็นตัวเรียกฟังก์ชั่น อื่นๆให้ทำงานต่อเนื่องต่อไปด้วย

```
function onLoadCode(event:Event):void
{
    _marker = new FLARCode(16, 16, 80, 80);
    _marker.loadARPatt(_loader.data);
    _loader.removeEventListener(Event.COMPLETE, onLoadCode);
    _loader = null;
    setWebcam();
}
```

7) ฟังก์ชั่นสำหรับ เตรียมกล้อง และ การจับภาพ Video frame

```
function setWebcam():void
{
    _webcam = Camera.getCamera();
    if (!_webcam) {
        throw new Error('No webcam!!!!');
    }
    _webcam.setMode(320,240, 30);
    _video = new Video(320,240);
    _video.attachCamera(_webcam);
    _capture = new Bitmap(new BitmapData(320,240, false, 0),
                          PixelSnapping.AUTO, false);
    _capture.width = 320;
    _capture.height = 240;
    this.addChild(_capture);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ฟังก์ชั่นสำหรับเตรียม ตัวตรวจจับ Marker จากภาพ

```
function setDetector():void
{
    flarcamera3D = new FLARCamera3D(_param);
    _transformationResult = new FLARTransMatResult();
    flarbase = new FLARBaseNode();
}
```

9) ฟังก์ชั่นสำหรับเตรียม ฉาก 3 มิติ, ฉากแสดงผล, และตัวบรรจุวัตถุ 3 มิติ

```
function initPaperVision():void
{
    viewport = new Viewport3D(320,240);
    this.addChild(viewport);
    scene = new Scene3D();
    camera3D = new Camera3D();
    container = new DisplayObject3D();
    camera3D.z = - 200;
    camera3D.zoom = 12;
    scene.addChild(container);
    flarbase.addChild(container);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ฟังก์ชั่นสำหรับโหลดไฟล์วัตถุ 3 มิติภายนอกเข้ามาใช้งานและบรรจุวัตถุดังกล่าวลงตัวบรรจุ

```
function loadObjectDAE():void
{
    _object = new DAE();
    _object.load(object_path);
    _object.scaleX = _object.scaleY = 10;
    _object.scaleZ = 10;
    _object.rotationX = 90;
    _object.rotationZ = 90;
    _object.y = -10;
    container.addChild(_object);
    _renderer = new LazyRenderEngine(_scene, flarcamera3D, _viewport);
}
```

11) ฟังก์ชั่นสำหรับ แสดงผลภาพวีดีโอและภาพวัตถุที่ปรับตำแหน่งและมุมตาม Marker ที่จับได้จะทำงานเป็นลูปไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการยกเลิกการแสดงผล

```
function _renderScene(e:Event):void
{
    _capture.bitmapData.draw(_video);
    if (_detector.detectMarkerLite(_raster, 80) && _detector.getConfidence() > 0.5)
    {
            trace("Detect!!");
            _detector.getTransformMatrix(_transformationResult);
            flarbase.setTransformMatrix(_transformationResult);
            flarbase.visible = true;
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else
    {
        flarbase.visible = false;
    }
    _renderer.render();
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาซอฟท์แวร์

3.1 หลักการและแนวคิด

จากหลักการและทฤษฎีต่างๆ ในการประมวลผลภาพ จะช่วยให้เราสามารถแยกแยะภาพดึงเฉพาะส่วนแผ่นสัญลักษณ์ (Marker) แล้วนำมาคำนวณหาตำแหน่งและทิศทางของกล้องที่จับภาพเพื่อจะนำค่าดังกล่าวไปคำนวณทิศทางและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือน 3 มิติลงบน แผ่นสัญลักษณ์ โดยภายในโครงงานนี้จะใช้ Library ที่มีความสามารถในการสร้างกระบวนการดังที่กล่าวในข้างต้น และใช้ Actionscript 3.0 ในการการพัฒนาซอฟท์แวร์

3.2 การออกแบบซอฟท์แวร์

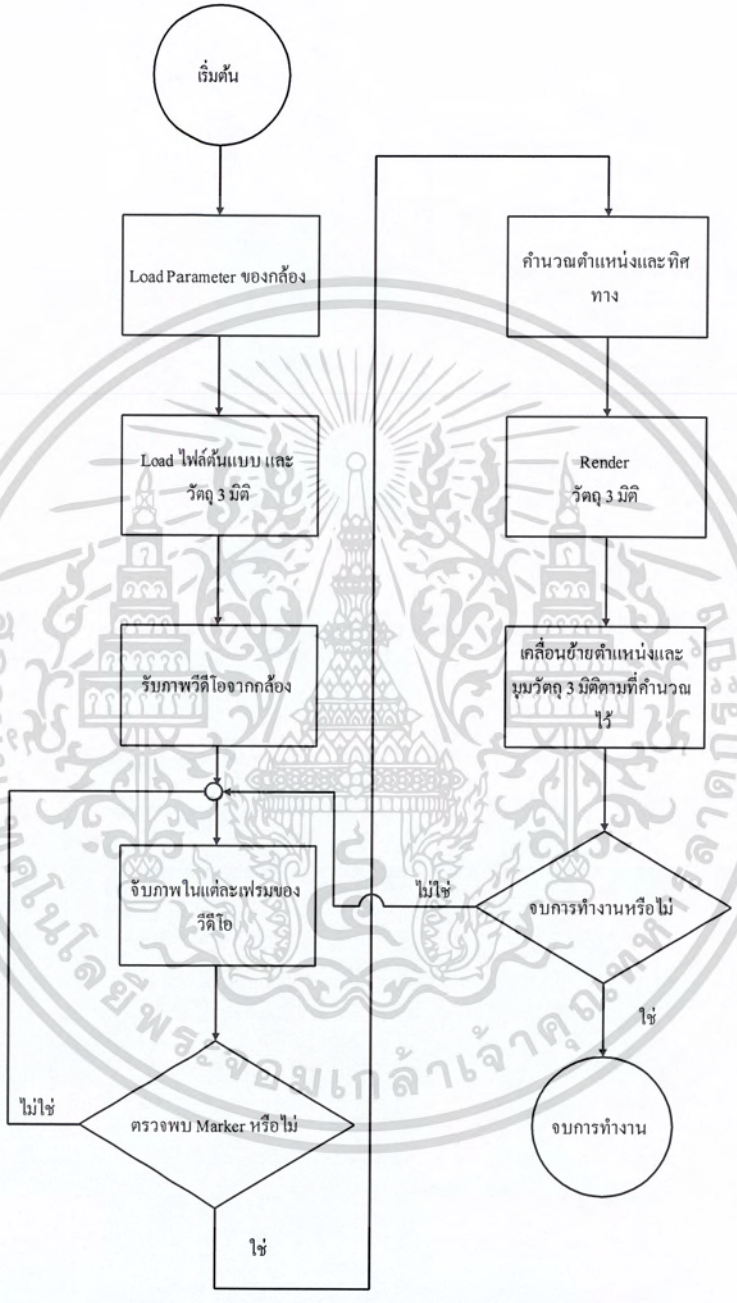
การพัฒนาซอฟท์แวร์ที่เขียนด้วย Actionscript 3.0 เราใช้เลือก Adobe Flash CS4 ในการ Compile รวมทั้งใช้สร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เราจะแบ่งการทำงานออกเป็น frame ในแต่ละ frame จะแยกการทำงานหลักๆ ซึ่งมี 6 ส่วนคือ

1) ส่วนเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ และภาพสัญลักษณ์
2) ส่วนตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์ สำหรับแสดงผล
3) ส่วนการตั้งค่ากล้อง และแสดงผลวีดีโอที่บันทึกวัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง
4) ส่วนแสดงรูปที่เกิดจับภาพการแสดงผล และบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ เพื่อนำไปใช้
5) ส่วนแสดงการช่วยเหลือ และวิธีการใช้งานของโปรแกรม
6) ส่วนสำหรับการออกจากโปรแกรม เมื่อจบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบการทำงานของระบบ

3.3.1 การทำงานโดยรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบ

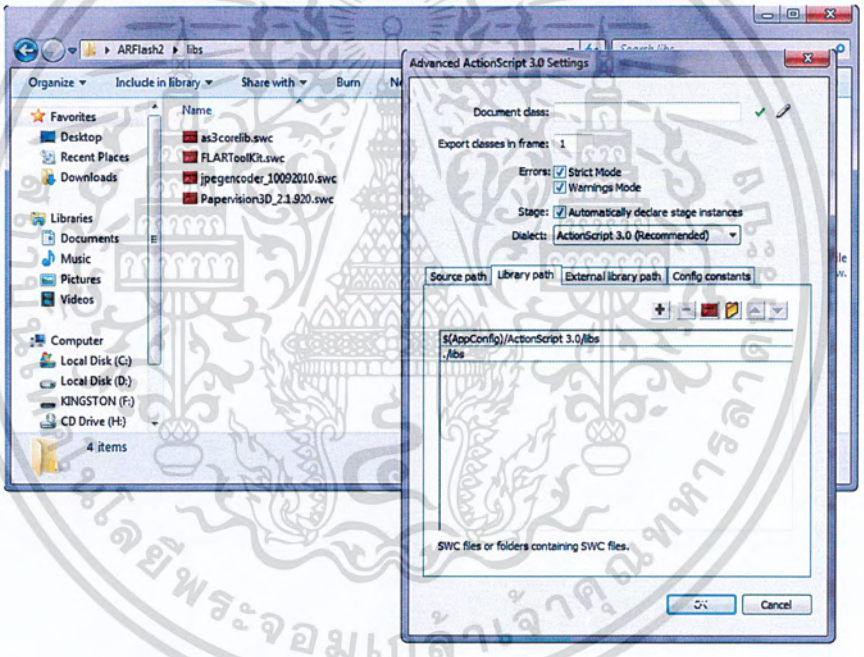
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การพัฒนาระบบ

3.4.1 Library ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

3.4.1.1 วิธีติดตั้ง Library เพื่อพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรม Augmented Reality บนภาษา ActionScript 3.0 จะต้องใช้Library ต่างๆ ซึ่งจะติดตั้งจากไฟล์ ประเภท .swc จากการตั้งค่า Library ที่ Publish Setting ของโปรแกรม Adobe Flash โดยการอ้างอิง Path จากไฟล์โปรแกรมที่พัฒนา



รูปที่ 3.2 การตั้งค่า Library ที่ใช้สำหรับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 วิธีการเรียกใช้ Library เพื่อพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมโดย ActionScript 3.0 ได้มีการเรียกใช้ Library ต่างๆมาช่วยในการพัฒนา โดยได้แบ่งออก 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1) Core Library AS3
    1. Interface Library เป็นLibrary สำหรับจัดการในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน
    2. Image Preview Library เป็นLibrary สำหรับจัดการในส่วนการแสดงผลของภาพ
    3. URL Loader Library เป็นLibraryสำหรับจัดการในส่วนของการจัดการภาพ
    4. Camera Library เป็นLibraryสำหรับจัดการการรับภาพวีดีโอจากกล้อง
2) FLARToolkit
    1. 3DCamera Library เป็นLibraryสำหรับจัดการมุมกล้องในระบบพิกัดสามมิติ
3) Papervision
    1. Model Preview Library เป็นLibrary สำหรับจัดการในส่วนของโมเดลสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*------------------------------Interface Library---------------------------------*/
import flash.filesystem.File;
import flash.net.FileFilter;
import fl.containers.UILoader;
import fl.controls.Button;
import fl.controls.DataGrid;
import fl.controls.dataGridClasses.DataGridColumn;
import fl.data.DataProvider;
/*=============================================================================*/
/*-----------------------------Image Preview Library---------------------------*/
import com.adobe.images.JPGEncoder;
/*=============================================================================*/
/*-----------------------------Model Preview Library---------------------------*/
import fl.controls.Slider;
import fl.events.SliderEvent;
import org.papervision3d.cameras.*;
import org.papervision3d.scenes.Scene3D;
import org.papervision3d.view.Viewport3D;
import org.papervision3d.objects.parsers.DAE
import org.papervision3d.render.BasicRenderEngine;
import org.papervision3d.objects.DisplayObject3D;

import org.papervision3d.objects.parsers.Collada;
import org.papervision3d.materials.BitmapFileMaterial;
import org.papervision3d.materials.utils.MaterialsList;
/*=============================================================================*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*-----------------------------Camera Library---------------------------------*/
import flash.media.Camera;
import flash.media.Video;
import flash.utils.ByteArray;
/*============================================================================*/
/*---------------------------URLLoader Library--------------------------------*/
import flash.net.URLRequest;
import flash.net.URLLoaderDataFormat;
import flash.net.URLLoader;
/*============================================================================*/
/*-----------------------------Flash AR Library---------------------------------*/
import org.libspark.flartoolkit.core.FLARCode;
import org.libspark.flartoolkit.core.param.FLARParam;
import org.libspark.flartoolkit.core.raster.FLARRaster_BitmapData;
import org.libspark.flartoolkit.core.raster.rgb.FLARRgbRaster_BitmapData;
import org.libspark.flartoolkit.core.transmat.FLARTransMatResult;
import org.libspark.flartoolkit.detector.FLARMultiMarkerDetector;
import org.libspark.flartoolkit.detector.FLARSingleMarkerDetector;
import org.libspark.flartoolkit.pv3d.FLARBaseNode;
import org.libspark.flartoolkit.pv3d.FLARCamera3D;

import org.papervision3d.render.LazyRenderEngine;
/*============================================================================*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การสร้างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ

โมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในโปรแกรม ARDecorate ได้เโปรเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Maya ในการปั้นและขึ้นรูปเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ และใช้โปรแกรมAdobe PhotoShop ทำพื้นผิวของวัตถุเพื่อให้เกิดความสมจริง จากนั้นจึงExport File เป็นนามสกุล .dae เพื่อนำโมเดลเฟอร์นิเจอร์ไปใช้ในโปรแกรม โดยเพิ่มเข้าไปตามหมวดหมู่ของเฟอร์นิเจอร์

3.4.2.1 หมวดหมู่ของเฟอร์นิเจอร์ในโปรแกรม

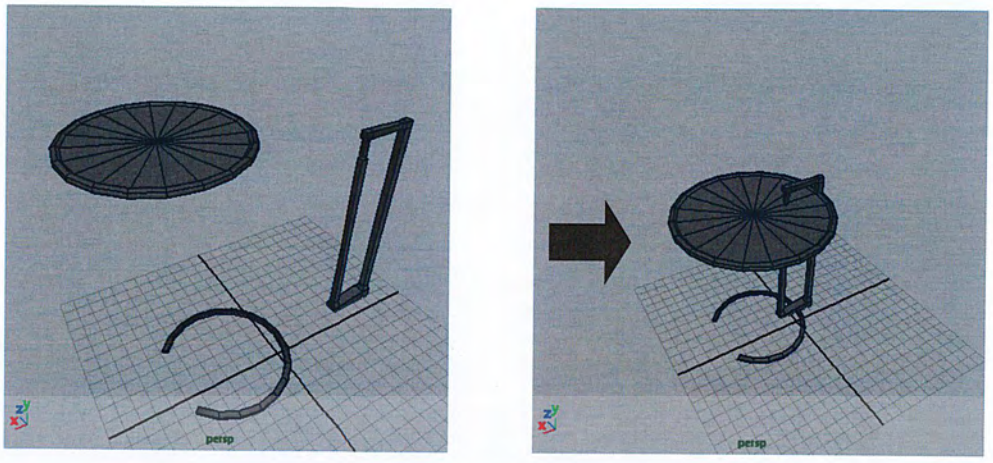
เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนานั้นไม่มีความจำเป็นต้องใช้ฐานข้อมูล ดังนั้นข้อมูลของเฟอร์นิเจอร์ในโปรแกรมจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูล ทำให้สะดวกในการพัฒนา โดยเราจะนำไฟล์นามสกุล .dae ไปจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลมีชื่อตามหมวดหมู่เฟอร์นิเจอร์ ดังนี้

1) Bedroom ห้องนอน
2) Living room ห้องนั่งเล่น
3) Bathroom ห้องน้ำ
4) Kitchen ห้องครัว
5) Other อื่นๆ (เป็นสิ่งของที่ไม่สามารถจัดลงในหมวดหมู่ดังกล่าวได้)

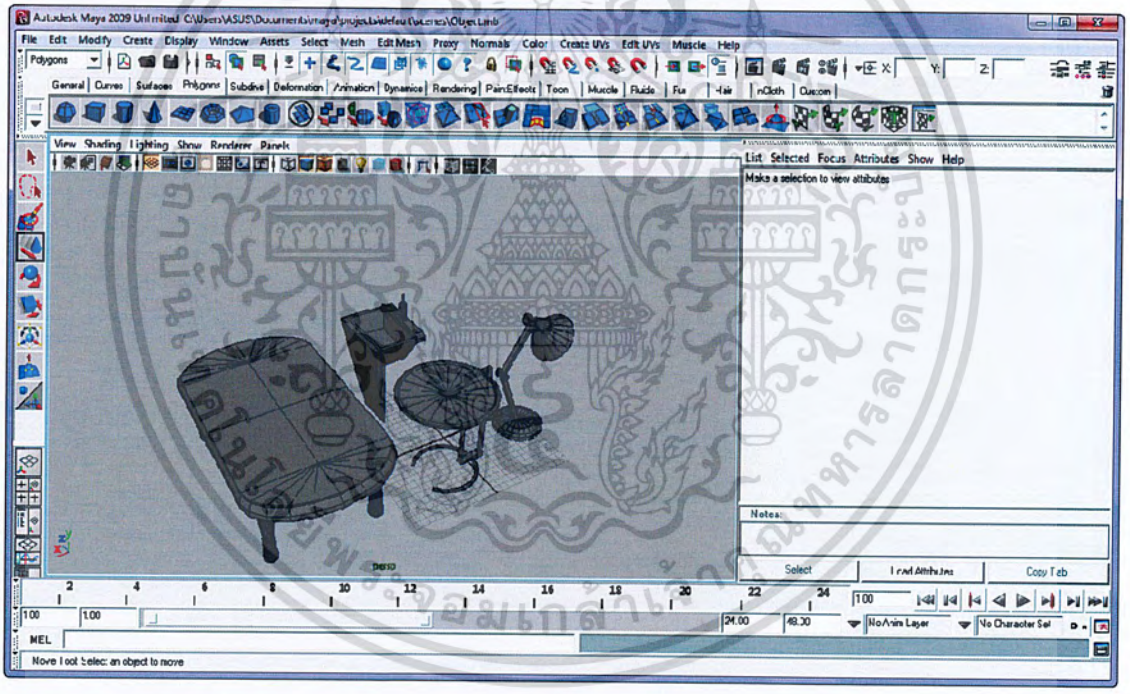
3.4.2.2 การสร้างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ

ในการสร้างโมเดลเฟอร์นิเจอร์3 มิติ เราได้เลือกใช้โปรแกรม Autodesk Maya ในการปั้นโมเดลทุกชิ้นที่ใช้ในการแสดงผลในโปรแกรม ARDecorate โดยได้ทำการปั้นโมเดลเฟอร์นิเจอร์จากแบบที่ได้เลือกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การปั้นโมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติ ตามแบบที่เลือกไว้ ด้วยโปรแกรม Autodesk Maya

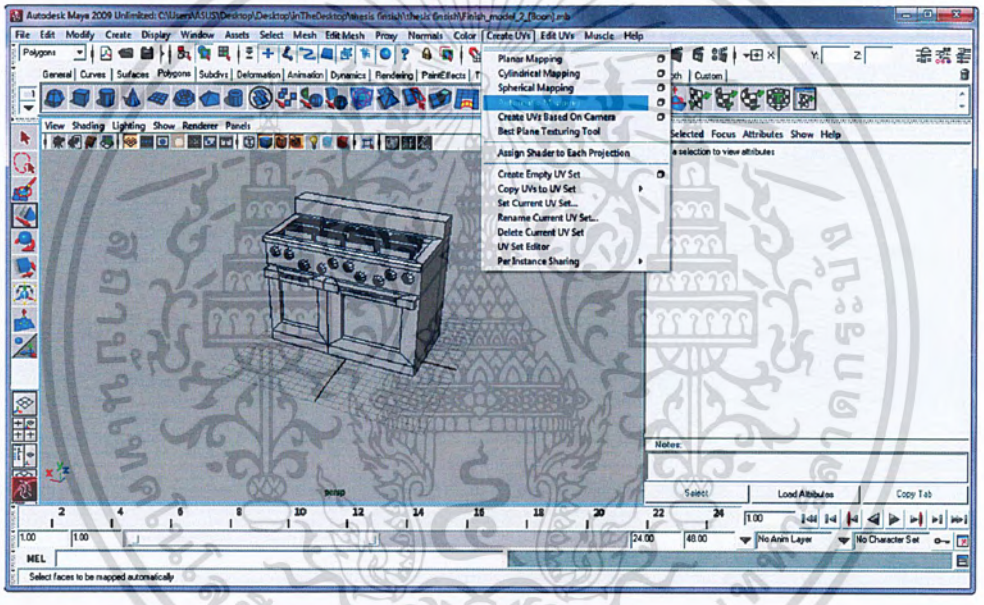


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างโมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในโปรแกรมARDecorate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

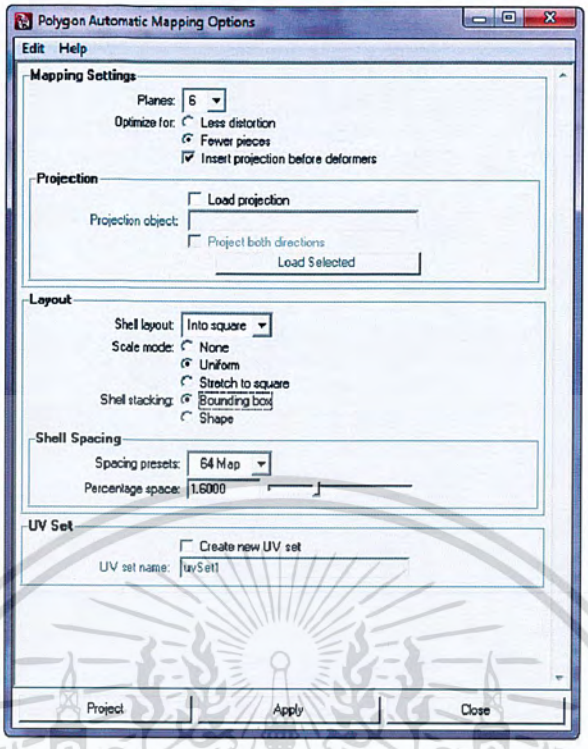
3.4.2.3 การสร้างพื้นผิวของโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติ

เราใช้โปรแกรม Autodesk Maya ในการสร้างพื้นผิวของวัตถุโดยวิธีที่การที่เรียกว่า UV Mapping ซึ่งเราจะทำการแผ่แต่ละด้านของวัตถุ 3 มิติออกมาจากนั้นจัดเรียงให้อยู่ในรูป 4 เหลี่ยมของระบบพิกัด UV ซึ่งโปรแกรม Autodesk Maya จะใช้เป็นตัวอ้างอิงการใส่พื้นผิวของวัตถุให้เรา เมื่อเราแผ่รูปเป็นที่เรียบร้อยจะนำรูปดังกล่าวไปทำการลงสี และแสงเงาด้วยโปรแกรม Photoshop และทำการ Mapping ด้วยเครื่องมือ Hypershade ของ Autodesk Maya

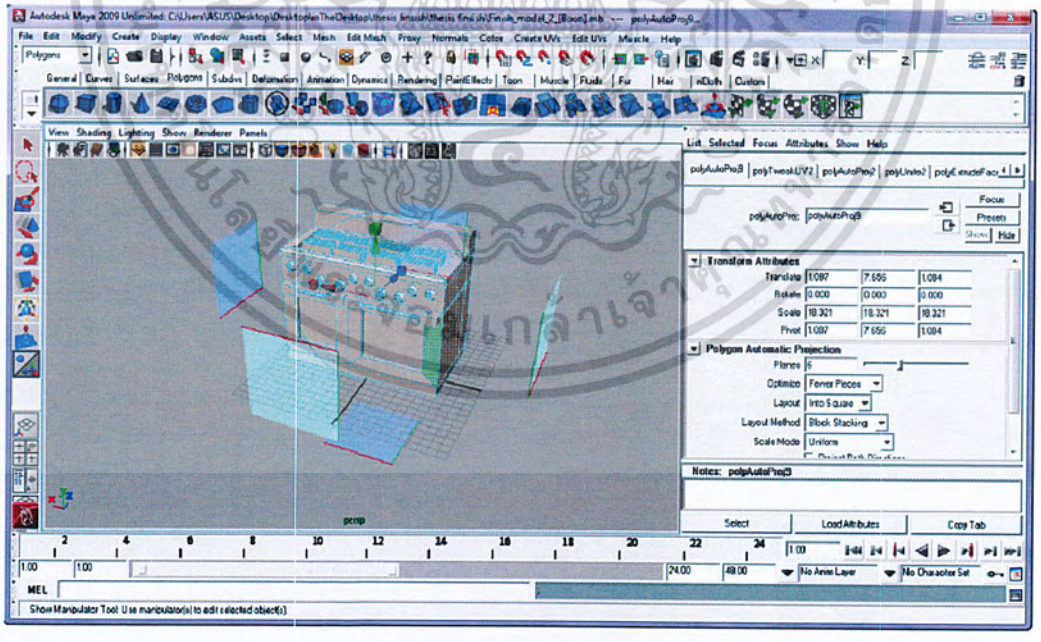


รูปที่ 3.5 การวิธีการแผ่ด้านของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

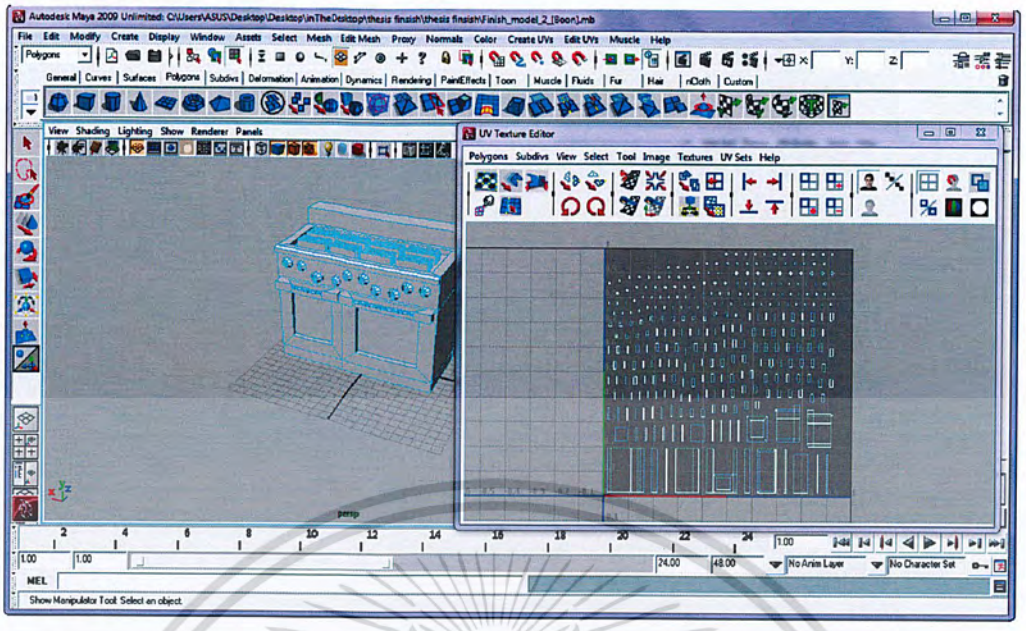


รูปที่ 3.6 การตั้งค่าวิธีแผ่ด้านวัตถุ

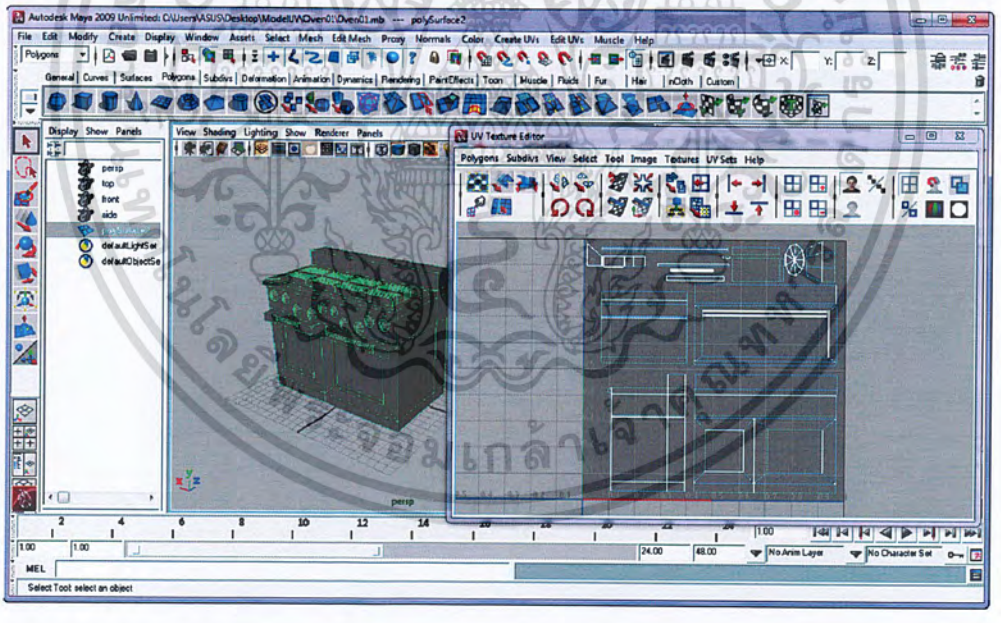


รูปที่ 3.7 เริ่มทำการแผ่ด้านวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

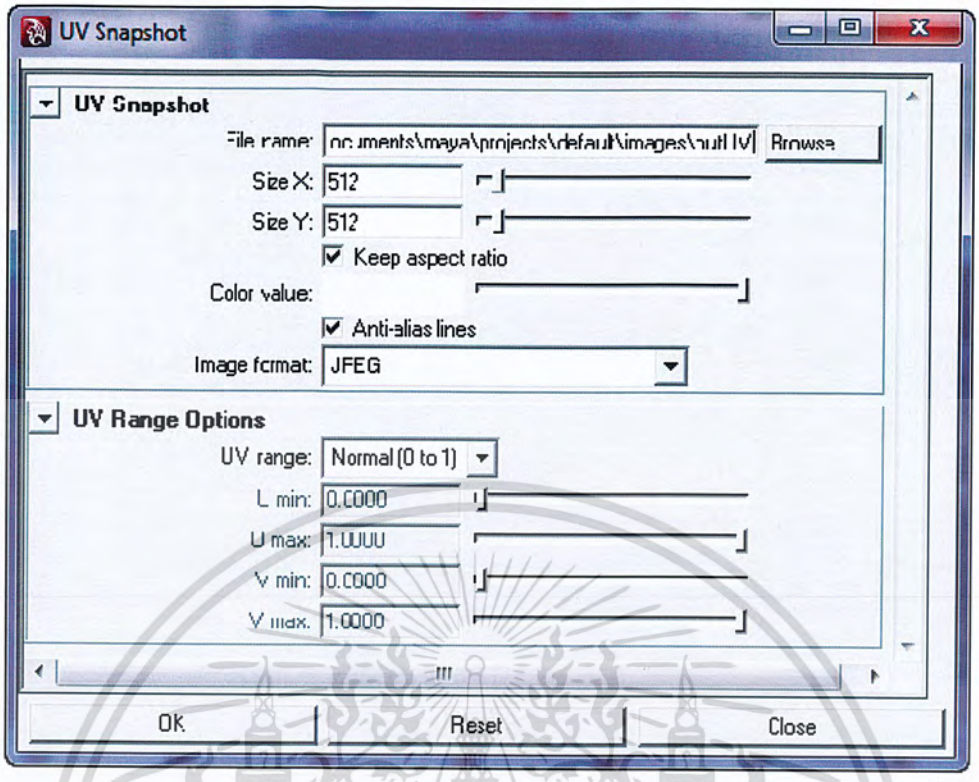


รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนของวัตถุที่แผ่ออกมาจัดเรียงอย่างกระจัดกระจายบนพิกัด UV

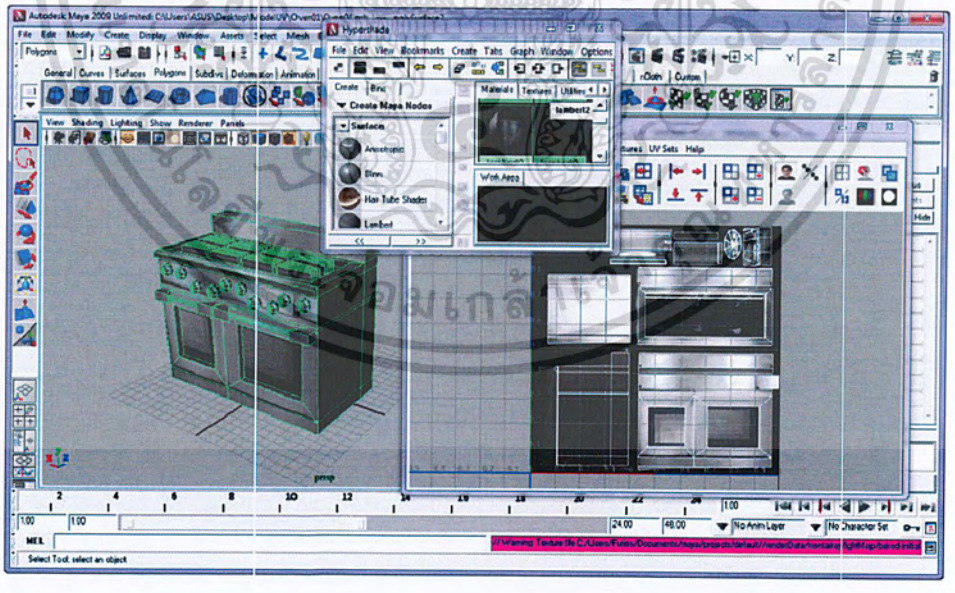


รูปที่ 3.9 การแผ่ด้านของวัตถุแล้วจัดเรียงลงบนระบบพิกัด UV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การบันทึกภาพ UV สำหรับนำไปลงสีและแสงเงา

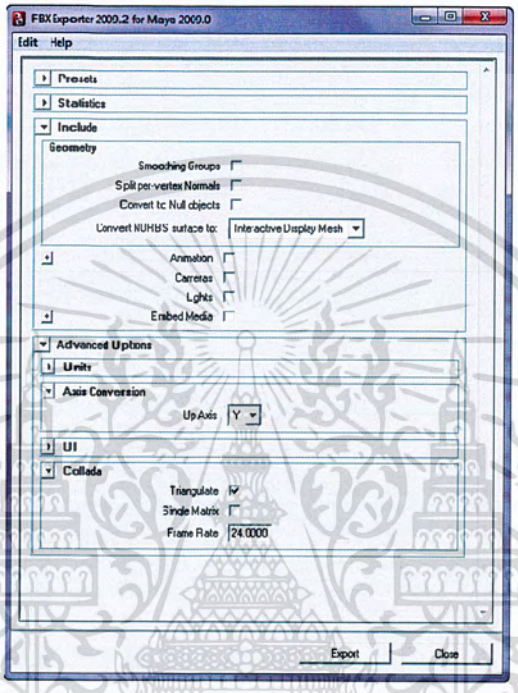


รูปที่ 3.11 การนำภาพลงสีและแสงเงาแล้วมา Mapping ด้วย Hypershade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 การExport ไฟล์เพื่อนำโมเดลเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติไปใช้

การ Export วัตถุ 3 มิตินั้นเราจะต้องทำการเลือกชิ้นที่ต้องการ Export แล้วจึงตั้งค่าวัตถุ คือ แกนแนวตั้ง ขนาด และเลือกนำ แสงเงา มุมกล้องออก การเคลื่อนไหว ออกจากวัตถุก่อนจึงทำการ Export



รูปที่ 3.12 การกำหนดค่าของไฟล์ Collada ที่ Export

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<COLLADA xmlns="http://www.collada.org/2005/11/COLLADASchema" version="1.4.0">
  <asset>
    <contributor>
      <author></author>
      <authoring_tool>FBX COLLADA exporter</authoring_tool>
      <comments></comments>
    </contributor>
    <created>2011-03-13T20:45:14Z</created>
    <modified>2011-03-13T20:45:14Z</modified>
    <revision></revision>
    <title></title>
    <subject></subject>
    <keywords></keywords>
    <unit meter="0.010000"/>
    <up_axis>Y_UP</up_axis>
  </asset>
  <library_images>
    <image id="file1-image" name="file1">
      <init_from>file://C:/Users/ASUS/Desktop/thesis finsish/oven terbo.jpg</init_from>
    </image>
  </library_images>
  <library_materials>
    <material id="lambert2" name="lambert2">
      <instance_effect url="#lambert2-fx"/>
    </material>
  </library_materials>
  <library_effects>
```

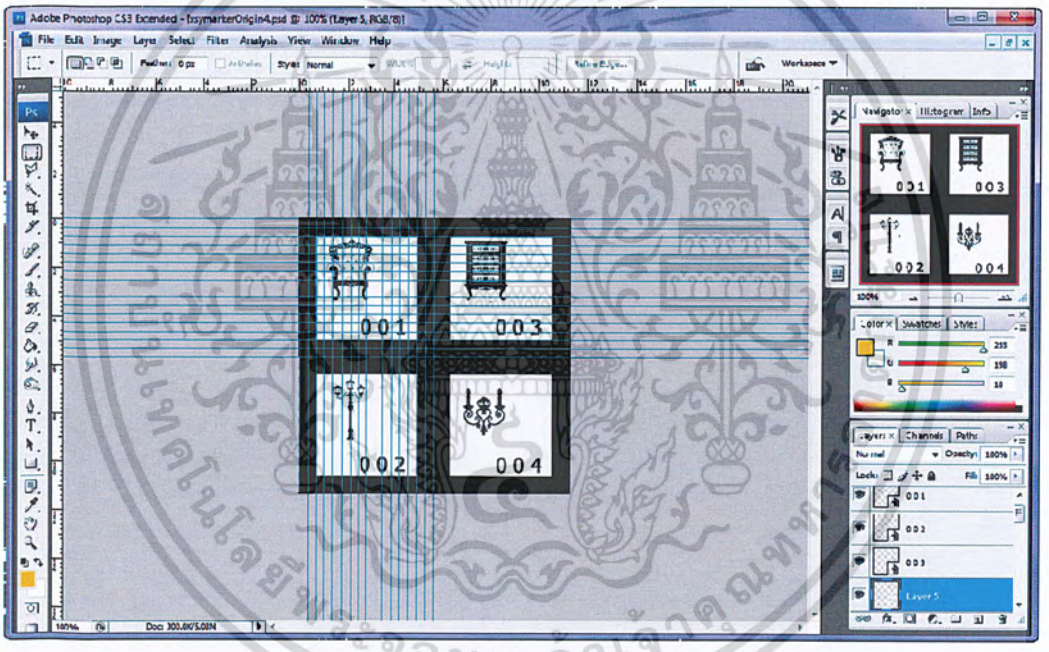
รูปที่ 3.13 ข้อมูลภายในไฟล์ที่ Export มีโครงสร้างเป็น XML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การสร้างภาพสัญลักษณ์ (Marker) สำหรับกำหนดตำแหน่งในการแทนที่วัตถุ

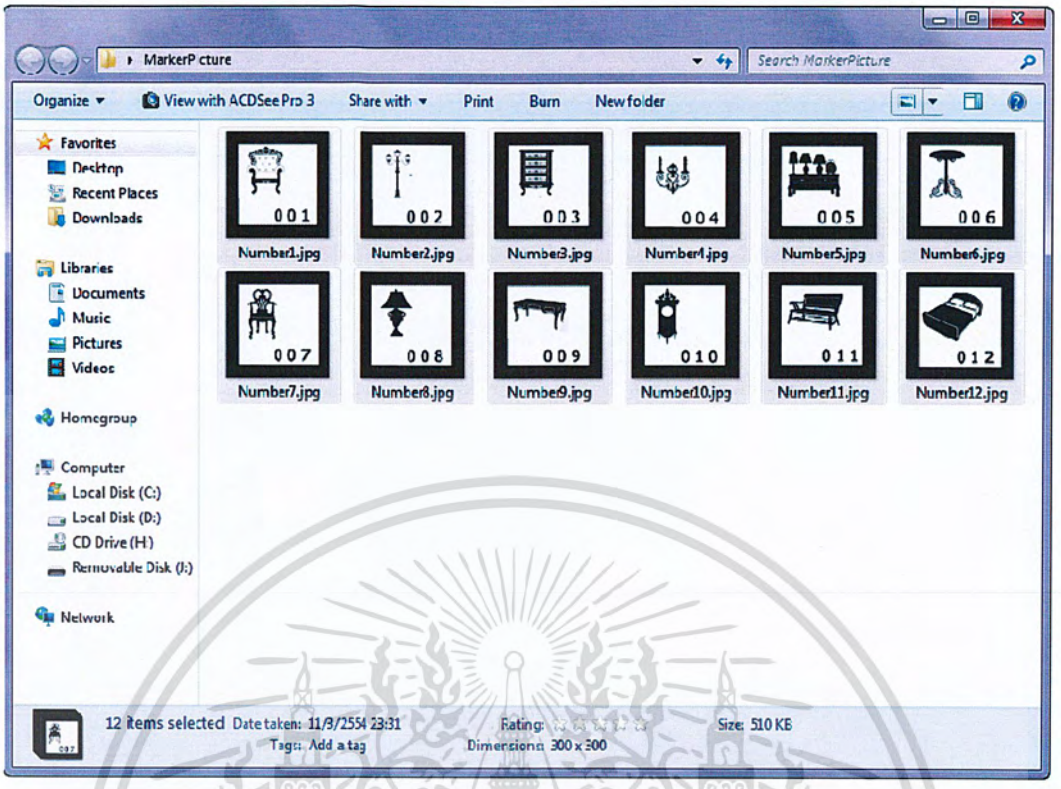
3.4.3.1 การออกแบบและสร้างภาพสัญลักษณ์

เราได้ใช้โปรแกรมAdobe Photoshop ในการสร้างภาพสัญลักษณ์ (Marker) โดยภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมAR Decorate จะเป็นภาพขาวดำ และมีหมายเลขกำกับอยู่ทางด้านขวาของภาพ ซึ่งอยู่ในพื้นที่สี่เหลี่ยมสีขาวที่ล้อมรอบด้วยขอบสีดำ เพื่อใช้กำหนดพื้นที่ในการแทนที่โมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติ ในสภาพแวดล้อมจริง หลังจากสร้างไฟล์ภาพสัญลักษณ์เรียบร้อยแล้ว เราจะทำการบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล .jpg เพื่อนำไปใช้เป็นต้นแบบต่อไป



รูปที่ 3.14 การสร้างภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม ARDecorate ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

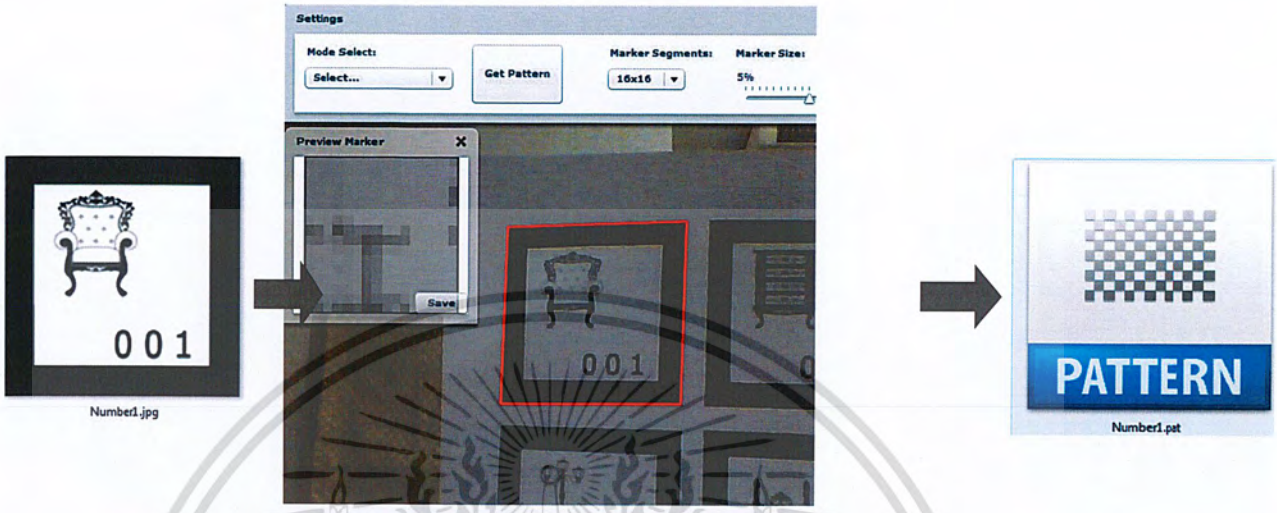


รูปที่ 3.15 ภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม ARDecorate

3.4.3.2 การสร้างไฟล์ต้นแบบ (Pattern)

ไฟล์ต้นแบบ(Pattern) ที่ใช้ในโปรแกรม ARDecorate นั้น ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Marker Generator โดยเราจะนำไฟล์รูปภาพสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นมาพิมพ์ลงในกระดาษ จากนั้นจึงใช้โปรแกรม Marker Generator ตรวจจับภาพสัญลักษณ์ โปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลค่าความเข้มแสงของภาพสัญลักษณ์ในรูปแบบตัวเลข เก็บลงในไฟล์นามสกุล .pat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ภาพการใช้งานโปรแกรม Marker Generator สร้างไฟล์ต้นแบบ (Pattern)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	132	176	193	196	194	201	193	177	156	187	203	206	205	205	205	205
2	149	175	199	200	206	197	203	183	156	196	208	208	210	208	208	209
3	183	186	198	201	206	201	202	189	190	192	201	208	207	208	207	207
4	151	182	190	197	191	199	192	186	127	174	195	203	206	206	207	206
5	137	179	194	196	196	199	197	176	154	185	204	207	211	209	208	208
6	143	183	199	201	203	204	204	188	175	204	210	207	208	209	208	208
7	135	156	158	163	165	165	168	164	158	202	207	206	207	207	209	209
8	124	138	149	164	162	167	170	152	137	203	207	209	212	210	212	212
9	169	176	199	206	207	209	208	158	189	212	211	210	212	214	215	212
10	199	173	201	205	208	209	206	164	207	209	211	210	211	213	211	212
11	152	175	208	213	218	218	209	166	164	209	213	213	213	212	211	214
12	205	208	212	213	212	211	213	213	205	210	213	215	216	213	213	213
13	207	209	210	212	211	211	212	211	210	214	213	212	215	215	212	212
14	207	210	211	209	211	212	214	213	212	214	213	214	214	213	214	214
15	214	214	213	211	212	211	213	217	216	216	215	214	212	215	216	216
16	209	212	213	213	213	211	210	201	185	210	212	195	175	206	212	210
17	130	166	173	182	177	180	173	155	133	169	183	184	184	182	184	183
18	139	165	183	179	183	181	184	156	140	183	185	186	186	186	186	185
19	167	174	182	179	183	180	183	172	178	179	183	186	186	185	187	186
20	139	169	172	178	176	179	171	166	106	157	180	185	185	185	184	185
21	125	166	173	177	177	178	174	157	135	168	184	186	185	184	184	185
22	135	174	181	182	181	183	183	165	161	186	186	185	186	185	185	184
23	118	150	151	151	150	153	155	148	137	184	184	183	183	185	184	183
24	96	116	125	141	144	150	149	131	114	185	187	186	186	187	185	185
25	147	169	186	185	184	186	185	143	171	186	186	187	187	184	184	185
26	181	159	184	183	182	182	185	150	191	185	184	186	187	186	185	185
27	127	155	184	183	182	182	185	138	144	186	185	185	186	188	188	186
28	181	186	185	185	186	186	186	186	184	187	188	187	187	186	188	187

รูปที่ 3.17 ข้อมูลค่าความเข้มแสงของไฟล์ Pattern

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ส่วนเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ และภาพสัญลักษณ์

3.4.4.1 ส่วนเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ

- **การทำงาน**

ใช้ function browseForOpen() จาก File Class ของ Adobe AIR เพื่อสร้างหน้าต่างเลือกไฟล์สกุล DAE

```
function addModel(event:MouseEvent):void{
        //function เมื่อกดเพิ่มโมเดล
        fileFilter = new FileFilter("Model 3D(*.dae)", "*.dae;");
        fileToImport = File.desktopDirectory;
        try
        {
            fileToImport.browseForOpen("Select to import",[fileFilter]);

        fileToImport.addEventListener(Event.SELECT,fileModelSelected);
        }
        catch (error:Error)
        {
            trace("Failed:", error.message);
        }
}
```

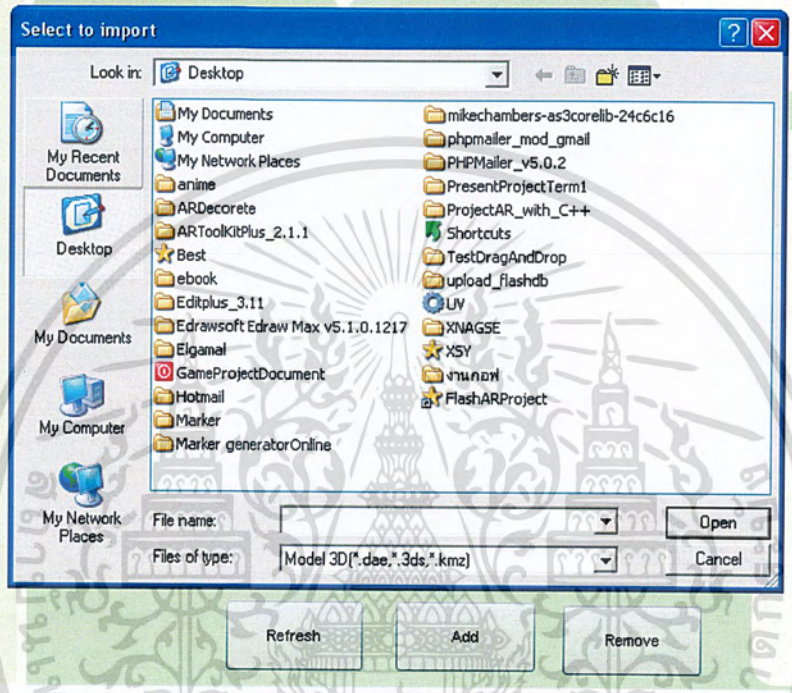
จากนั้นเปิดไฟล์เพื่อค้นหา Texture หากไม่พบให้ เราเลือก Texture ใหม่และเขียน Path ลงไปยังไฟล์วัตถุ 3 มิติและเขียนไฟล์ใหม่ลงไปยังแฟ้มเก็บวัตถุของโปรแกรม

```
newTexturePath  =       fileData.substr(0,fileData.indexOf("init_from")+10)
+fileFolder+"."+fileTexture.extension
+fileData.substr(fileData.indexOf("</init_from>"));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

เราทำการ addEventListener ดักจับ Event Mouse.CLICK จากปุ่มเพื่อแสดงหน้าต่างเลือกไฟล์



รูปที่ 3.18 การเชื่อมต่อส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ในการเพิ่มโมเดลเฟอร์นิเจอร์ลงในโปรแกรมARDecorate

3.4.4.2 ส่วนเพิ่ม/ลบ ภาพสัญลักษณ์

- **การทำงาน**

ใช้ function browseForOpen() จาก File Class ของ Adobe AIR เพื่อสร้างหน้าต่างเลือกไฟล์สกุล .pat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

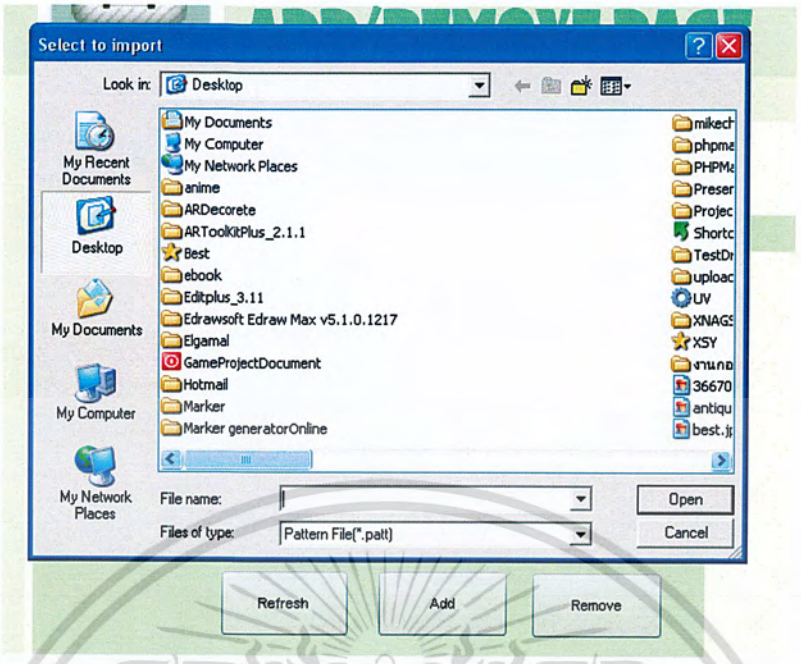
```
function addPattern(event:MouseEvent):void{
        //function เมื่อกดเพิ่มโมเดล
        fileFilter = new FileFilter("Pattern File(*.pat)", "*.pat;");
        fileToImport = File.desktopDirectory;
        try
        {
                fileToImport.browseForOpen("Select to import",[fileFilter]);
fileToImport.addEventListener(Event.SELECT,filePatternSelect);
        }
        catch (error:Error)
        {
                trace("Failed:", error.message);
        }
}
```

อ่านไฟล์ที่เลือกและเขียนลงในแฟ้มเก็บภาพสัญลักษณ์ของโปรแกรม จากนั้นแสดงหน้าต่างเลือกภาพตัวอย่างของภาพสัญลักษณ์

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

เราทำการ addEventListener ดักจับ Event Mouse.CLICK จากปุ่มเพื่อแสดงหน้าต่างเลือกไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการเพิ่มต้นแบบเข้าไปในโปรแกรม ARDecorate

3.4.5 ส่วนตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์ สำหรับแสดงผล

3.4.5.1 ส่วนการตั้งค่าวัตถุ 3 มิติ

- การทำงาน

ใช้ function getDirectoryAsync() จาก Class File ของ Adobe AIR สำหรับค้นหารายชื่อวัตถุ 3 มิติจากแฟ้มทั้งหมดตาม Category แสดงลงใน Datagrid สำหรับเลือกไฟล์

```
modelList = new Array();
modelDir = appDir.resolvePath(cataCombo.getItemAt(0).data);
modelDir.getDirectoryListingAsync();
modelDir.addEventListener(FileListEvent.DIRECTORY_LISTING,
directoryModelListingHandler);
```

จากนั้นเราเมื่อเลือกวัตถุ 3 มิติ จะแสดงภาพตัวอย่างวัตถุ 3 มิติด้วยการใช้ function load จาก Class DAE ของPapervision3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

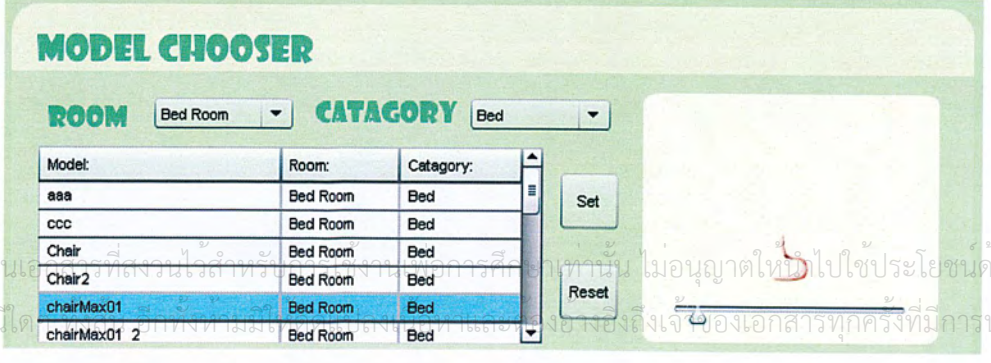
```
materialListPrev = new MaterialsList();
bitmapFileMaterialPrev = new BitmapFileMaterial(textureDestination.nativePath);
materialListPrev.addMaterial(bitmapFileMaterialPrev,"all");
daeFilePrev = new DAE();
daeFilePrev.load(destination.nativePath, materialListPrev);
```

เราทำการตั้งค่าวัตถุ 3 มิติลงแต่ละ item โดยการกดปุ่ม Set เพื่อเก็บ Path ของวัตถุลง Array

```
if(currentModelSelect!= null)
        {
                modelSelectList[currentItemSelect] = currentModelSelect;
}
```

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

ใช้ ComboBox ในการแสดงรายชื่อห้อง และหมวดของวัตถุ 3 มิติ และใช้ Datagrid แสดงรายชื่อวัตถุที่เจอทั้งหมดแล้วใช้การ addEventListener ให้ Datagrid ดัก Event CHANGE เพื่อแสดงภาพตัวอย่างและใช้การ addEventListener ให้ ปุ่มกด ดัก Event Mouse CLICK เพื่อ ตั้งค่าวัตถุ 3 มิติลง item



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานโมเดลเฟอร์นิเจอร์

3.4.5.2 ส่วนการตั้งค่าไฟล์ต้นแบบ (Pattern)

- **การทำงาน**

ใช้ function getDirectoryAsync() จาก Class File ของ Adobe AIR สำหรับค้นหารายชื่อไฟล์ต้นแบบ จากแฟ้มทั้งหมดแสดงลงใน Datagrid สำหรับเลือกไฟล์

```
patternList = new Array();
var getDir:File = appDir.resolvePath("assets");
var dirTemp:Array = getDir.getDirectoryListing();
for(var i:uint = 0; i < dirTemp.length; i++){
if(dirTemp[i].name=="Pattern")
                patternDir = appDir.resolvePath(dirTemp[i].nativePath);
}
patternDir.getDirectoryListingAsync();
patternDir.addEventListener(FileListEvent.DIRECTORY_LISTING,
directoryPatternListingHandler);
```

จากนั้นเราเมื่อเลือกไฟล์ต้นแบบ จะแสดงภาพสัญลักษณ์ของไฟล์ต้นแบบโดยการใช้ function load จาก Class Loader ซึ่งอยู่ใน Core Library AS3

```
var imageLoader:Loader = new Loader();
imageLoader.contentLoaderInfo.addEventListener(Event.COMPLETE,
function(event:Event){
onLoadedImage(event.target.content.bitmapData,
w_img,h_img,x_img,y_img,type);
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

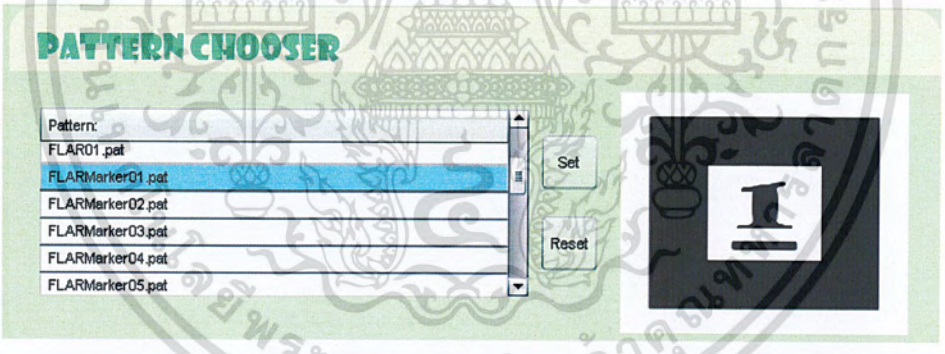
```
imageLoader.load(new URLRequest(url));
```

เราทำการตั้งค่าไฟล์ต้นแบบลงแต่ละ item โดยการกดปุ่ม Set เพื่อเก็บ Path ของไฟล์ต้นแบบลง Array

```
if(currentPatternSelect!= null)
        {
                modelPatternList[currentItemSelect] = currentPatternSelect;
}
```

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

ใช้ Datagrid แสดงรายชื่อไฟล์ต้นแบบที่เจอทั้งหมดแล้วใช้การ addEventListener ให้ Datagrid ดัก Event CHANGE เพื่อแสดงภาพตัวอย่างและใช้การ addEventListener ให้ปุ่มกด ดัก Event Mouse CLICK เพื่อ ตั้งค่าไฟล์ต้นแบบลง item



รูปที่ 3.21 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานต้นแบบภาพสัญลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ส่วนการตั้งค่ากล้อง และแสดงผลวีดีโอที่บันทึกวัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง

3.4.6.1 ส่วนการตั้งค่ากล้อง

- **การทำงาน**

ใช้ Property names ของ Class Camera ซึ่งอยู่ใน Core Library AS3 ดึงรายชื่อกล้องที่เชื่อมต่อทั้งหมดกับเครื่องคอมพิวเตอร์

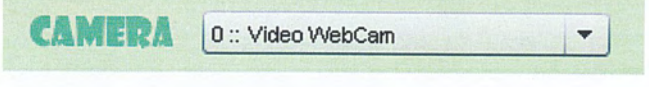
```
var cam_array:Array = Camera.names;
```

จากนั้นแสดงรายชื่อใน ComboBox เมื่อทำการเลือกกล้องจะทำการลบภาพ Video ที่แสดงอยู่ในปัจจุบันและแสดงค่าจากกล้องที่เลือกใหม่

```
currentCameraSelect = event.currentTarget.selectedItem.data;
useCameraSelect = currentCameraSelect;
cleansing();
if(_video)
        loadCamera();
```

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

ใช้ ComboBox แสดงรายชื่อกล้องที่ต่อกับเครื่องทั้งหมด แล้วใช้การ addEventListener ให้ ComboBox ดัก Event CHANGE เพื่อแสดงผลกล้องที่เลือกใหม่



รูปที่ 3.22 การเชื่อมต่อผู้ใช้งานในการตั้งค่าการใช้งานกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.2 ส่วนแสดงผลการแทนที่วัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งรูปที่ถูกต้อง

- **การทำงาน**

สร้าง object ฉากมองภาพ 3 มิติจาก Class Viewport3D ของ Papervision3d แล้วทำการ addChild เข้าไปยังฉากแสดงผลของโปรแกรม จากนั้นทำการสร้าง object สำหรับเก็บวัตถุ 3 มิติภายในฉาก 3 มิติทั้งหมด จาก Class Scene3D ของ Papervision3d

```
_viewport = new Viewport3D(640,480);
_viewport.x = 55;
_viewport.y = 215;
this.addChild(_viewport);
_scene = new Scene3D();
```

โหลดวัตถุ 3 มิติทุกชิ้นมาเก็บไว้ใน Array ด้วย function load() ของ Class DAE จาก Papervision

```
materialList  = new MaterialsList();
bitmapFileMaterial = new BitmapFileMaterial(textureDestination.nativePath);
materialList.addMaterial(bitmapFileMaterial,"all");
objects.push(new DAE());
objects[objects.length-1].load(destination.nativePath,materialList);
```

นำวัตถุ 3 มิติแต่ละชิ้นไปเก็บไว้ใน object จาก Class FLARBaseNode ของ FLARToolkit เพื่อสำหรับให้สามารถกำหนดตำแหน่งวัตถุด้วย Matrix ภายหลัง จากนั้นบรรจุทุกๆ object เข้าไปยัง object เก็บวัตถุในฉาก 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (var i:int = 0; i < objects.length; i++)
{
        _flarNodes[i] = new FLARBaseNode() as FLARBaseNode;
        _flarNodes[i].addChild(objects[i]);
        _scene.addChild(_flarNodes[i]);
}
```

สร้าง object ของมุมมองกล้อง 3 มิติจาก Class FLARCamera3D ของ FLARToolkit โดยการส่งค่า พารามิเตอร์กล้องไป

```
_flarcamera3D = new FLARCamera3D(_param);
```

สร้าง object ตัวตรวจจับสัญลักษณ์ที่ตรงกับไฟล์ต้นแบบ จาก Class FLAMultiMarkerDetector ของ FLARToolkit โดยการส่งค่า พารามิเตอร์กล้อง, ข้อมูลไฟล์ต้นแบบ , อัตราส่วนของขอบดำ ,และ จำนวนไฟล์ต้นแบบ จากนั้นกำหนดโหมดการตรวจจับเป็นแบบต่อเนื่อง

```
_detector = new FLARMultiMarkerDetector(_param, _allMarkerData,
codeSize,_allMarkerData.length);
_detector.setContinueMode(true);
```

สร้าง object จาก Class FLARRgbRaster_BitmapData ของ FLARToolkit เพื่อใช้แปลงรูปที่จับจากกล้องเป็นภาพแบบ raster สำหรับตรวจจับตำแหน่งของภาพสัญลักษณ์

```
_raster = new FLARRgbRaster_BitmapData(_capture.bitmapData);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้าง object เรนเดอร์ภาพ 3 มิติ จาก Class LazyRenderEngine ของ Papervision3D แล้วเริ่มทำการเรนเดอร์ภาพ 3 มิติ

```
_renderer = new LazyRenderEngine(_scene, _flarcamera3D, _viewport);
```

ทุกรอบของการเรนเดอร์ 3 มิติจะทำการจับภาพ Bitmap จากกล้องที่ได้เลือกไว้

```
_capture.bitmapData.draw(_video);
```

ทำการสั่งค้นหาภาพสัญลักษณ์ด้วย function detectMarkerLite() จาก Class FLAMultiMarkerDetector ของ FLARToolkit ซึ่งจะคืนค่าจำนวนภาพสัญลักษณ์ที่จับได้

```
var detectedMarkers:int = _detector.detectMarkerLite(_raster, 80);
```

ดึงค่าความใกล้เคียงกับไฟล์ต้นแบบของแต่ละภาพสัญลักษณ์ที่จับได้โดยใช้ function getConfidence() และ ดึงว่าเป็นตรงกับไฟล์ต้นแบบลำดับที่เท่าไรโดยใช้ function getARCodeIndex() จาก Class FLAMultiMarkerDetector ของ FLARToolkit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (var i:int = 0; i < detectedMarkers; i++) {
        var confidence:Number = _detector.getConfidence(i);
        var codeIndex:int = _detector.getARCodeIndex(i);
if (_detectedResults[codeIndex].confidence < confidence)
        {
                _detectedResults[codeIndex].confidence = confidence;
                _detectedResults[codeIndex].index = i;
        }
}
```

นำวัตถุ 3 มิติแต่ละชิ้นมาแสดงผลโดยการดึงตำแหน่งและมุมที่ถูกต้องโดยใช้ function getTranmationMatrix() จาก Class FLAMultiMarkerDetector และกำหนดตำแหน่งและมุมให้วัตถุ 3 มิติโดยใช้ setTranmationMatrix() จาก Class FLARBaseNode ของ FLARToolkit

```
for (var k:int = 0; k < _detectedResults.length; k++) {
        if (_detectedResults[k].confidence > 0.3) {
_detector.getTransmationMatrix(_detectedResults[k].index,
_transformationResult);
                _flarNodes[k].setTransformMatrix(_transformationResult);
                _flarNodes[k].visible = true;
                timeout[k] = 0;

        }
```

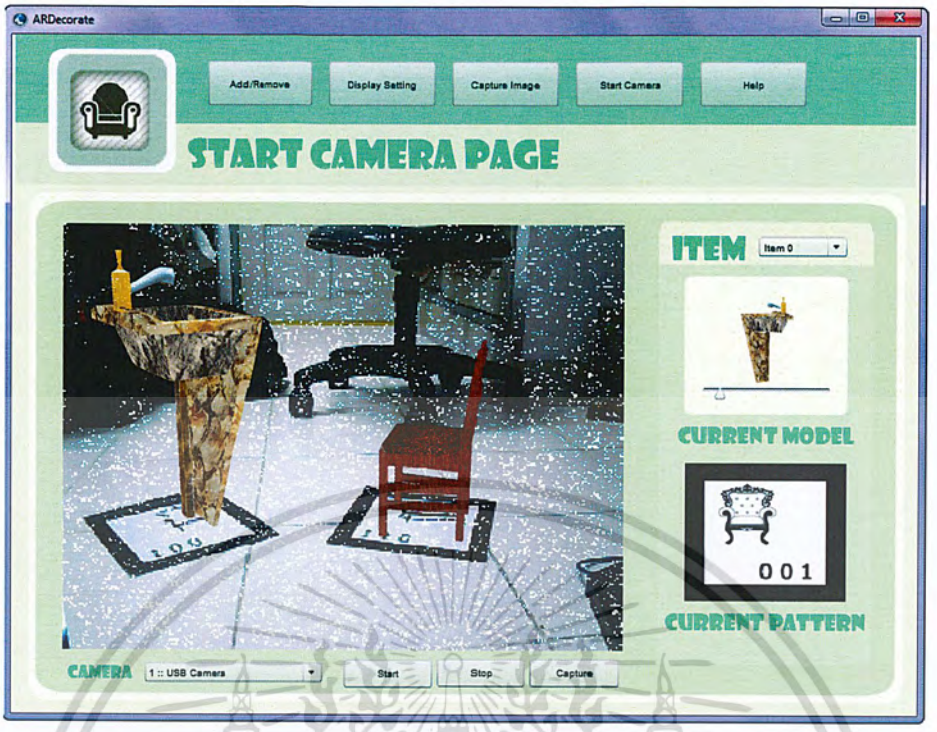
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else {
                timeout[k]++;
                        if(timeout[k]>60)
                {
                        timeout[k] = 0;
                        _flarNodes[k].visible = false;
                }
        }
        _detectedResults[k].index = 0;
                _detectedResults[k].confidence = 0;
}
```

- **การเชื่อม interface**

เราทำการ addEventListener ดักจับ Event Mouse.CLICK จากปุ่ม เพื่อเริ่มสร้างฉากแสดงผลลงบนพื้นที่ของโปรแกรมและแสดงผลลงบนฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ส่วนฉากแสดงผล

3.4.7 ส่วนแสดงรูปที่เกิดจับภาพการแสดงผล และบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ เพื่อนำไปใช้

3.4.7.1 ส่วนการ Capture รูปที่โปรแกรมแสดงผล

- การทำงาน

ใช้ function copyPixels() ของ Class BitmapData จาก Core Library AS3 ดึงภาพเฉพาะส่วนที่ต้องการ(ฉากแสดงผล) จากนั้นใช้ function jpgEncoder() ของ Class JPEGEncoder จาก Core Library AS3 แปลงข้อมูลภาพ Bitmap ให้เป็น JPEG แล้วบันทึกลงในแฟ้ม screenshot

```
var jpgSource:BitmapData = new BitmapData(_capture.width,_capture.height);
jpgSource.copyPixels(bitmapdata, new Rectangle(55, 215, 640, 480)
, new Point(0, 0));
var jpgEncoder:JPGEncoder = new JPGEncoder(85);
var jpgStream:ByteArray = jpgEncoder.encode(jpgSource);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การเชื่อม interface**

เราทำการ addEventListener ดักจับ Event Mouse.CLICK จากปุ่ม

รูปที่ 3.24 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในการ Capture ภาพ ในขณะที่กำลังแสดงผล

3.4.7.2 ส่วน export ไฟล์รูปภาพ capture

- **การทำงาน**

ใช้ function getDirectoryAsync() จาก Class File ของ Adobe AIR สำหรับค้นหารายชื่อภาพ capture จากแฟ้มทั้งหมดแสดงลงใน Datagrid สำหรับเลือกไฟล์

```
captureList = new Array();
var getDir:File = appDir;
var dirTemp:Array = getDir.getDirectoryListing();
for(var i:uint = 0; i < dirTemp.length; i++){
        if(dirTemp[i].name=="screenshots")
                captureDir = appDir.resolvePath(dirTemp[i].nativePath);
}
captureDir.getDirectoryListingAsync();
captureDir.addEventListener(FileListEvent.DIRECTORY_LISTING,
directoryCaptureListingHandler);
```

จากนั้นเราเมื่อเลือกภาพ capture จะแสดงภาพโดยใช้ function load จาก Class Loader ซึ่งอยู่ใน Core Library AS3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var imageLoader:Loader = new Loader();
imageLoader.contentLoaderInfo.addEventListener(Event.COMPLETE,
function(event:Event){
onLoadedCaptureImage(event.target.content.bitmapData,
w_img,h_img,x_img,y_img,type);
});
imageLoader.load(new URLRequest(url));
```

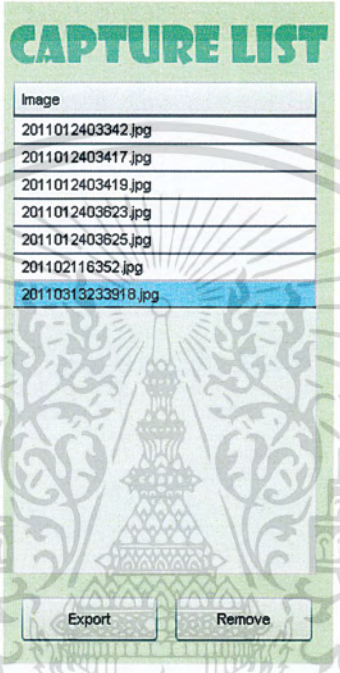
เราใช้ function browseForSave ของ Class File จาก Adobe AIR ในการ export ไฟล์รูปที่เลือกไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

```
if(currentCaptureSelect!="")
        {
                var docsDir:File = File.documentsDirectory;
                try
                {
                        docsDir.browseForSave("Save As");
                        docsDir.addEventListener(Event.SELECT,
selectedSaveCapturePath);
                }
                catch (error:Error)
                        trace("Failed:", error.message);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การเชื่อมต่อกับ interface**

ใช้ Datagrid แสดงรายชื่อภาพ capture ที่เจอทั้งหมดแล้วใช้การ addEventListener ให้ Datagrid ดัก Event CHANGE เพื่อแสดงภาพ capture และใช้การ addEventListener ให้ปุ่มกด ดัก Event Mouse CLICK เพื่อ export ภาพ capture ที่ต้องการ



รูปที่ 3.25 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการแสดงรายชื่อรูปที่ทำการ Capture ไว้

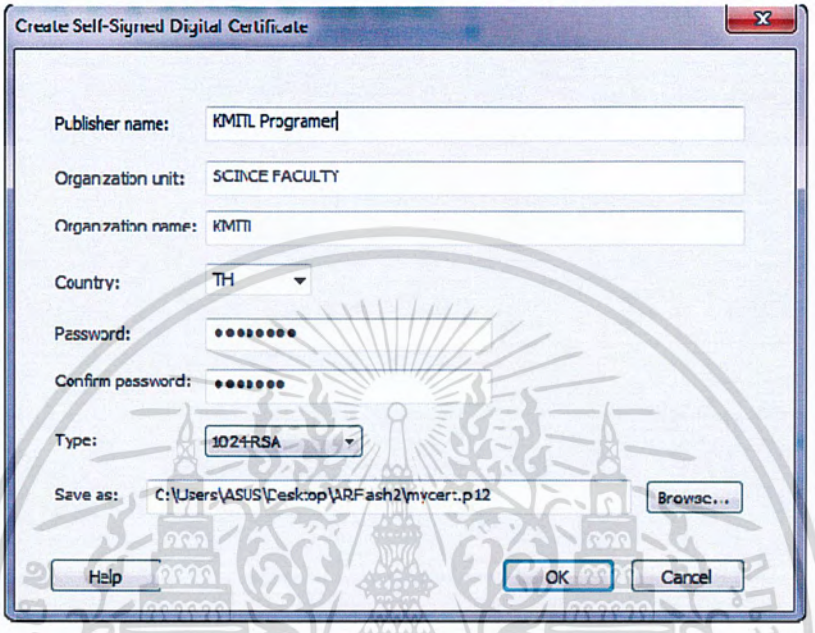
3.4.8 การสร้างตัวติดตั้งโปรแกรม (Installer)

การสร้างตัวติดตั้งของโปรแกรมโดย Adobe AIR นั้นเราจะต้องทำการสร้างใบรับรองลายเซ็นดิจิตอล (Digital Signature Certificate) เพื่อใช้ในการระบุว่าผู้พัฒนาเป็นใครแล้วนำมา Sign ให้ตัวติดตั้ง จากนั้นเราจึงสร้างตัวติดตั้งจากไฟล์ .swf ที่เราได้สร้างไว้เมื่อตอน compiles โปรแกรม

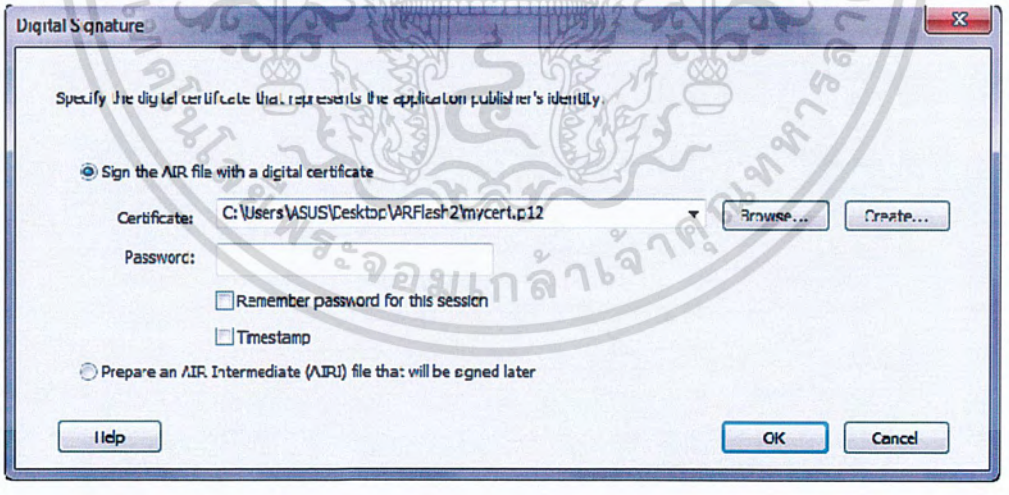
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8.1 ส่วนการ สร้างลายเซ็นดิจิตอล

เราจะต้องทำการใส่ข้อมูลผู้พัฒนา รหัสผ่าน และวิธีการเข้ารหัสจากนั้นทำการบันทึกเป็นใบรับรองของเราขึ้นมา



รูปที่ 3.26 การสร้างใบรับรองลายเซ็นดิจิตอล

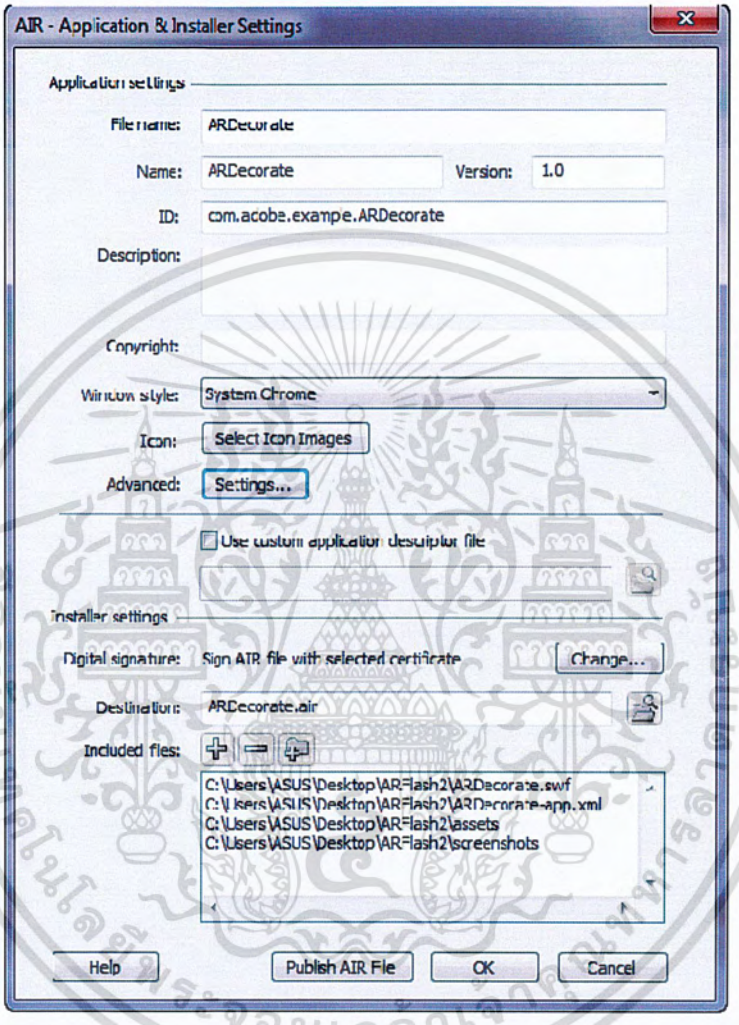


รูปที่ 3.27 การเลือกใบรับรองลายเซ็นดิจิตอลสำหรับการ Sign

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8.2 ส่วนการ สร้างตัวติดตั้ง

เราจะต้องทำการใส่ชื่อโปรแกรมของเรา เวอร์ชัน คำอธิบายหากมี และ File ที่ต้องการให้รวมไปในตัวติดตั้ง จากนั้นจึงเริ่มสร้างตัวติดตั้งโปรแกรม



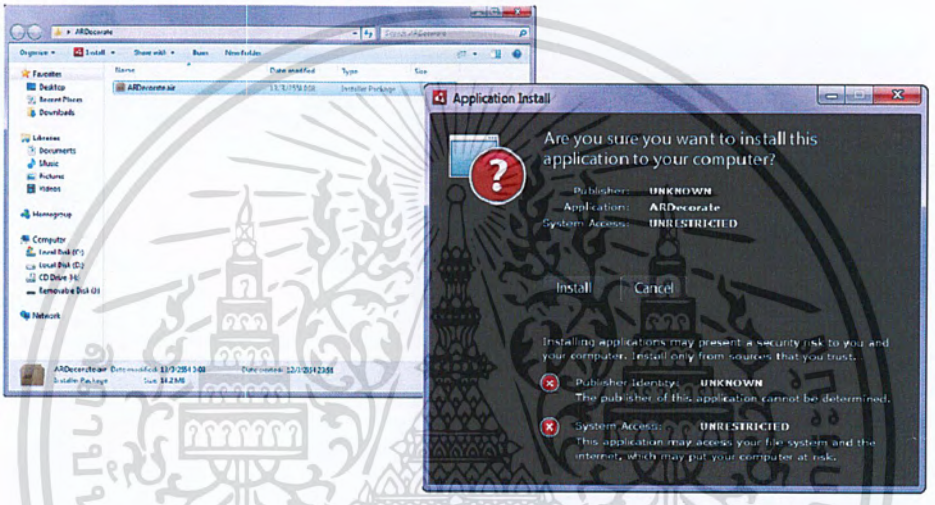
รูปที่ 3.28 การสร้างตัวติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

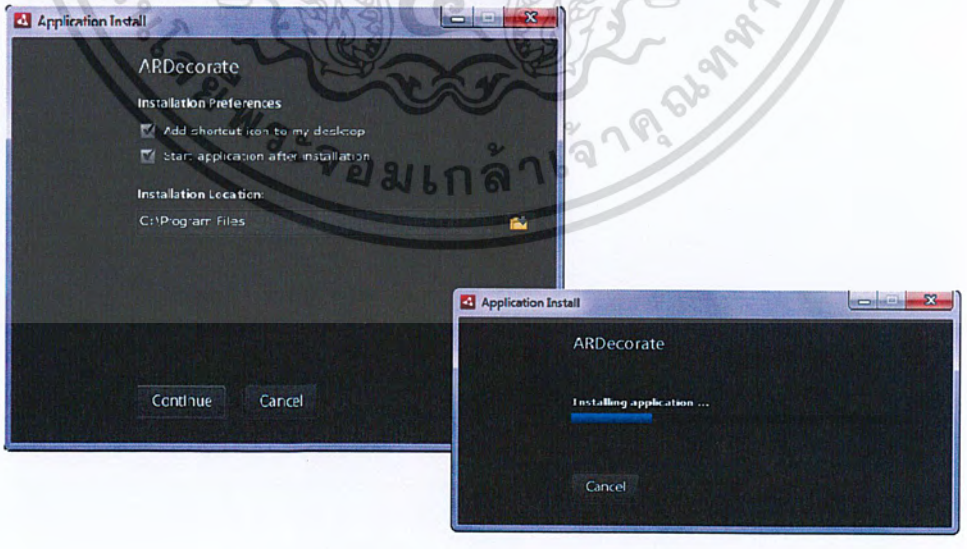
บทที่ 4
การใช้งานและผลการวิจัย

4.1 การติดตั้งโปรแกรม (Application)

การใช้งาน ARFuniture ต้องทำการติดตั้งโปรแกรมลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้งานก่อน และทำการเชื่อมต่อกล้องที่จะใช้ในการจับภาพของวัตถุ สำหรับการติดตั้งโปรแกรมเพื่อใช้งาน ให้คลิกที่ ไฟล์ติดตั้ง (นามสกุล .air)



รูปที่ 4.1 การเตรียมพร้อมการใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 4.2 การติดตั้งโปรแกรม ARDecorate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 หน้าแรกของโปรแกรม

4.2 การทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 6 ส่วนตามความสามารถของโปรแกรม คือ

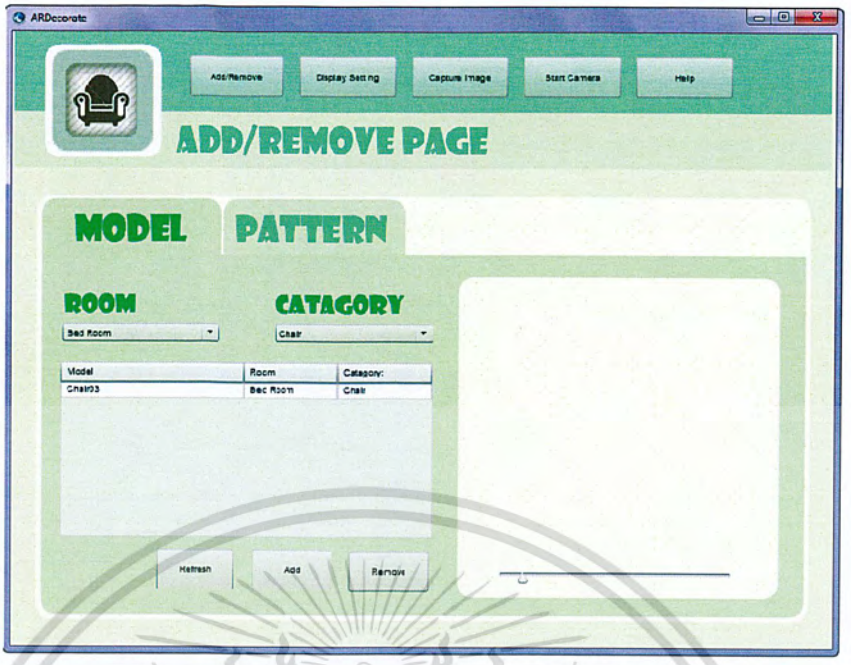
4.2.1 ADD/REMOVE

เป็นส่วนสำหรับเพิ่ม/ลบ วัตถุ 3 มิติ และภาพสัญลักษณ์ โดยผู้ใช้

4.2.1.1 การเพิ่มวัตถุสามมิติ

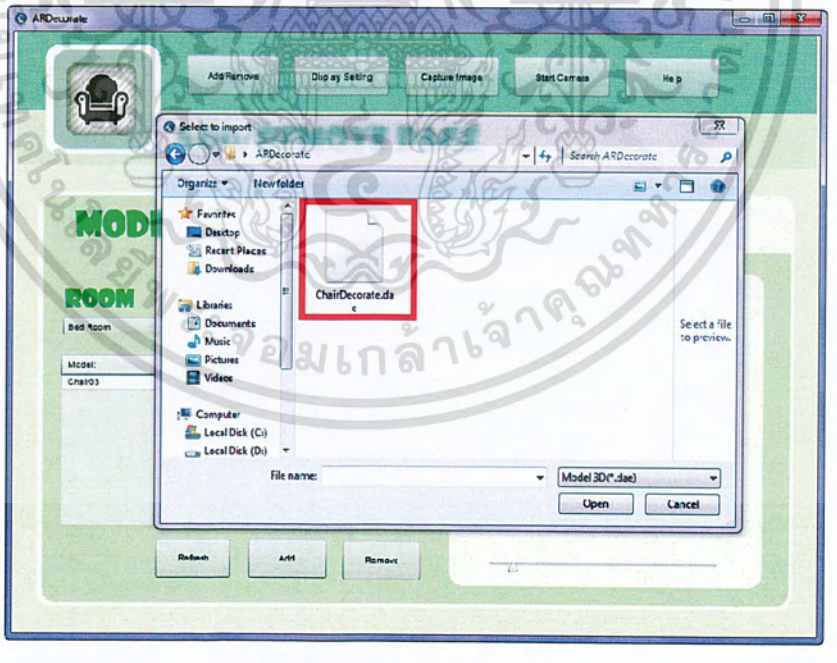
โปรแกรมสามารถให้ผู้ใช้ เพิ่มโมเดลเฟอร์นิเจอร์สามมิติสำหรับใช้ในการแสดงผลได้ด้วยตัวเอง โดยโปรแกรมARDecorate จะรองรับไฟล์นามสกุล .dae เท่านั้น ผู้ใช้สามารถเพิ่มโมเดลได้ที่เมนู ADD/REMOVE ในส่วนของ Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าเพิ่มลบวัตถุ 3 มิติ

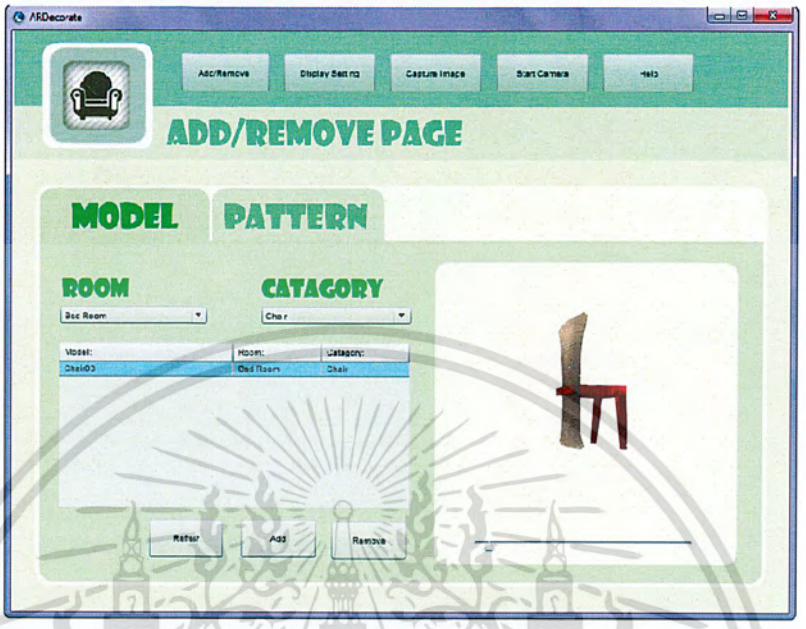
เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม ADD โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้เลือกไฟล์นามสกุล .dae ให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการเพิ่มแล้วคลิกปุ่ม OK



รูปที่ 4.5 การเพิ่มวัตถุ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

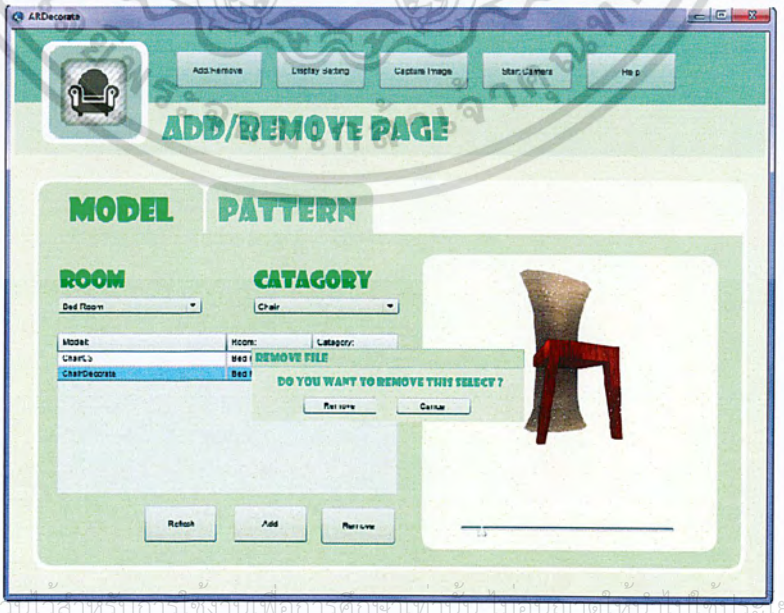
จากนั้นให้ผู้ใช้กดปุ่ม Refresh โปรแกรมจะแสดงรูปโมเดลที่ผู้ใช้เพิ่มเข้าไป อยู่ทางด้านขวาของหน้าต่าง ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับขนาด ย่อ/ขยาย โมเดลนั้นได้



รูปที่ 4.6 ภาพตัวอย่างของวัตถุ 3 มิติ

4.2.1.2 การลบวัตถุสามมิติ

ผู้ใช้สามารถลบโมเดลที่ไม่ต้องการออกจากโปรแกรมได้โดยการคลิกเลือกไฟล์ที่ต้องการลบ แล้วกดปุ่ม Remove



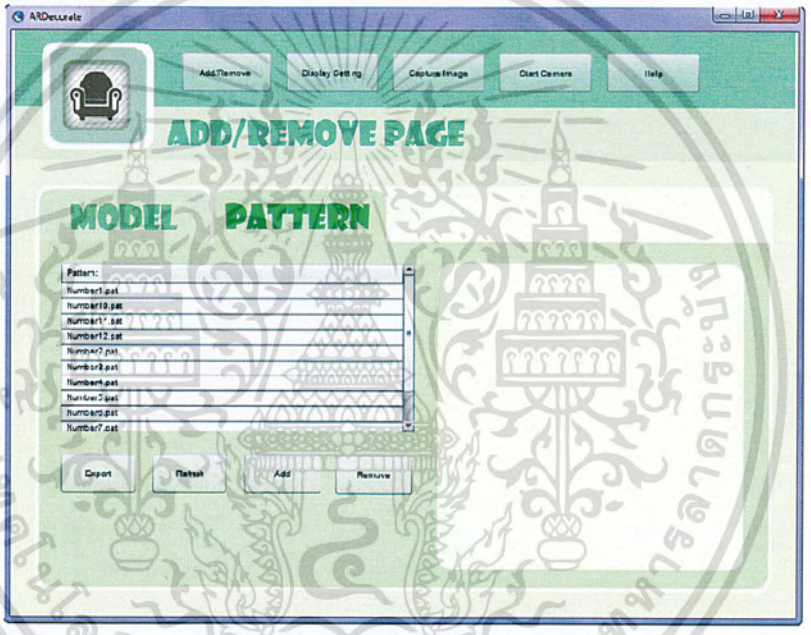
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 การลบวัตถุ 3 มิติ

โปรแกรมจะถามผู้ใช้ว่าต้องการลบไฟล์หรือไม่ ถ้าใต้องการให้กดปุ่ม Remove โปรแกรมจะทำการลบโมเดลออกไปจากโปรแกรม หรือยกเลิกการลบโดยการกดปุ่ม Cancel

4.2.1.3 การเพิ่มภาพต้นแบบ

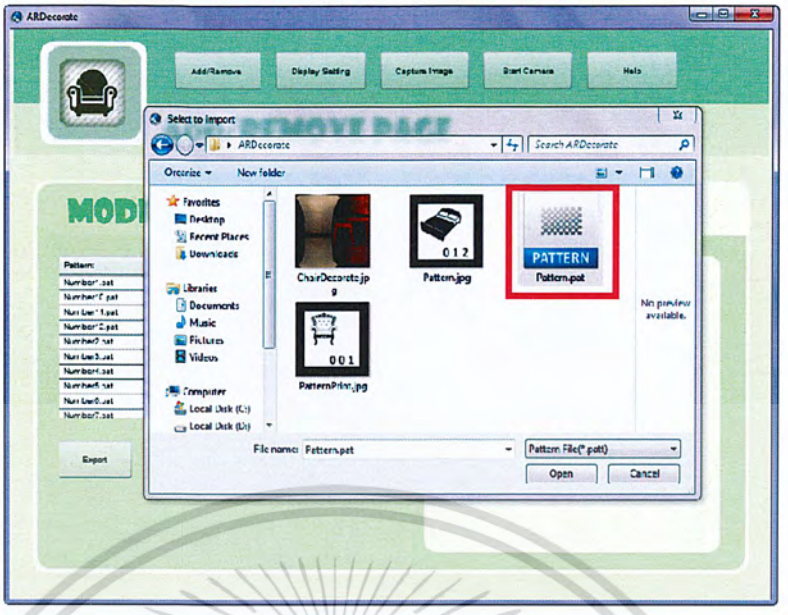
โปรแกรมสามารถให้ผู้ใช้ เพิ่มภาพต้นแบบที่สร้างขึ้นได้ด้วยตัวเอง โดยโปรแกรม ARDecorate จะรองรับไฟล์นามสกุล .pat เท่านั้น ผู้ใช้สามารถเพิ่มโมเดลได้ที่เมนู ADD/REMOVE ในส่วนของ Pattern



รูปที่ 4.8 หน้าเพิ่ม/ลบ ไฟล์ต้นแบบ

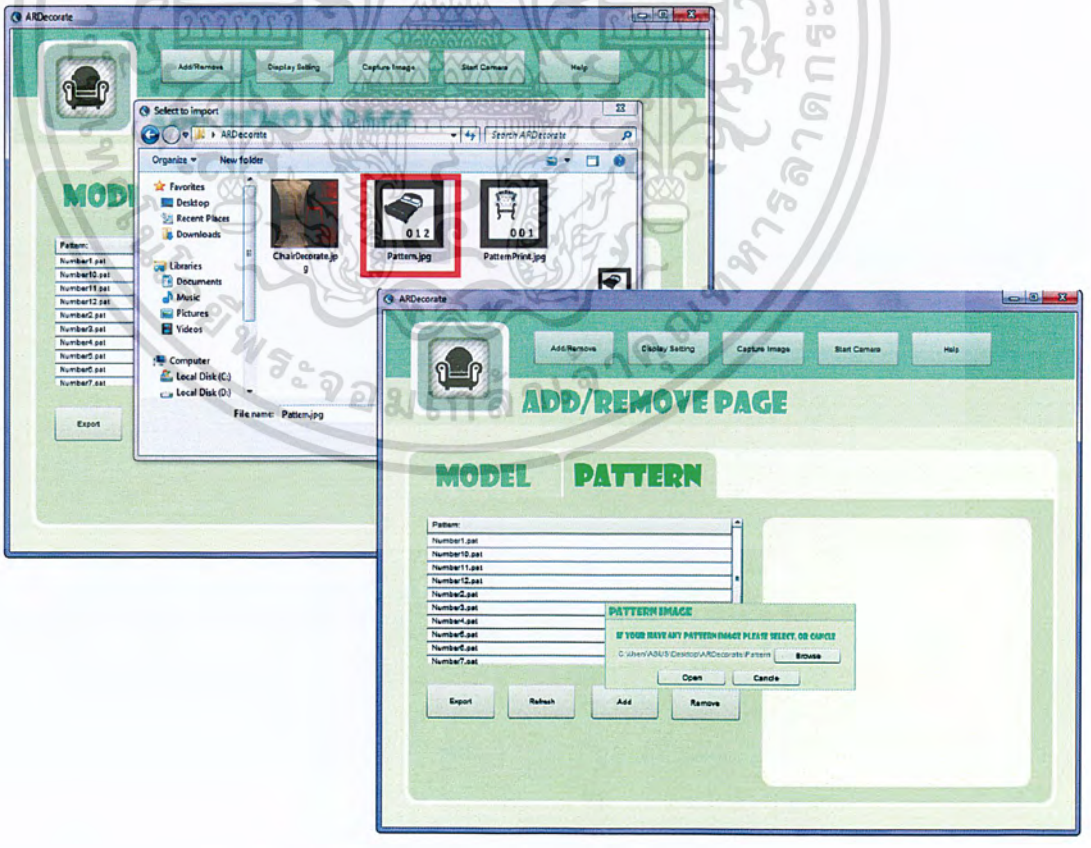
เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม ADD โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้เลือกไฟล์นามสกุล .pat ให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการเพิ่มแล้วคลิกปุ่ม OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การเพิ่มไฟล์ต้นแบบ

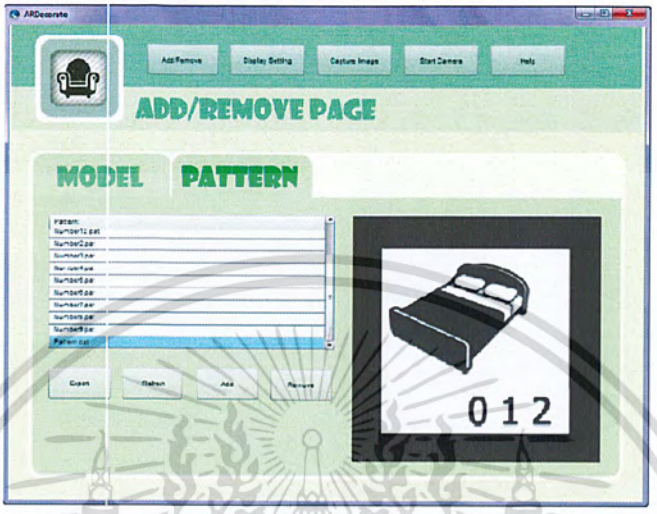
จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ภาพสัญลักษณ์สำหรับแสดงภาพสัญลักษณ์ในโปรแกรม เมื่อผู้ใช้เลือกไฟล์แล้วให้คลิกปุ่ม Open



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 การเลือกไฟล์ภาพสัญลักษณ์

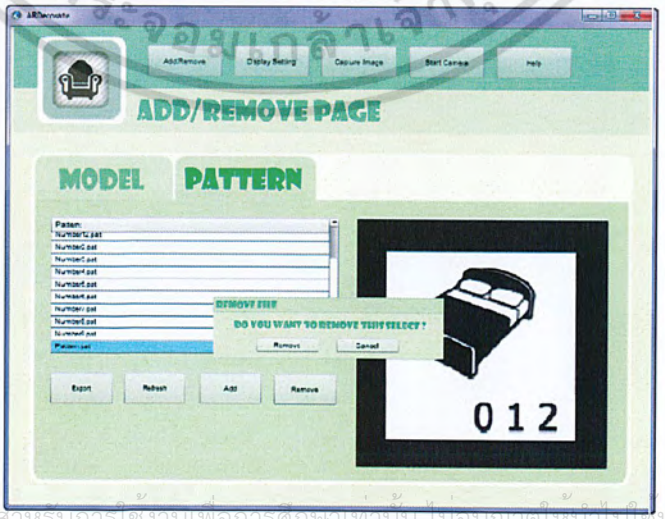
โปรแกรมจะทำการเพิ่มไฟล์ต้นแบบลงไปในรายการของไฟล์ต้นแบบ ผู้ใช้สามารถดูภาพจริงของไฟล์ต้นแบบได้จากการคลิกที่ชื่อไฟล์ จากนั้นภาพสัญลักษณ์ที่เป็นของไฟล์ต้นแบบจะถูกแสดงผลอยู่ทางด้านขวาของโปรแกรม



รูปที่ 4.11 ภาพสัญลักษณ์ของไฟล์ต้นแบบ

4.2.1.4 การลบภาพต้นแบบ

ผู้ใช้สามารถลบต้นแบบที่ไม่ต้องการออกจากโปรแกรมได้โดยการคลิกเลือกไฟล์ที่ต้องการลบ แล้วกดปุ่ม Remove โปรแกรมจะถามผู้ใช้ว่าต้องการลบไฟล์หรือไม่ ถ้าต้องการให้กดปุ่ม Remove โปรแกรมจะทำการลบไฟล์ต้นแบบ และไฟล์ภาพสัญลักษณ์ออกไปจากโปรแกรม หรือยกเลิกการลบโดยการกดปุ่มCancel

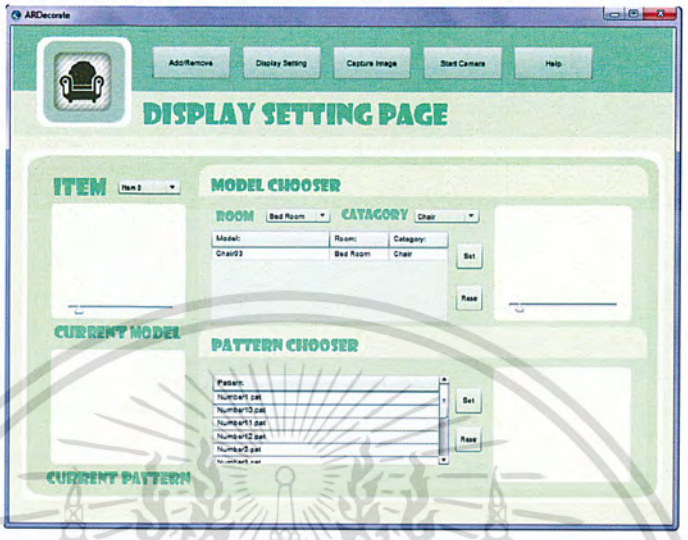


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 การลบไฟล์ต้นแบบ

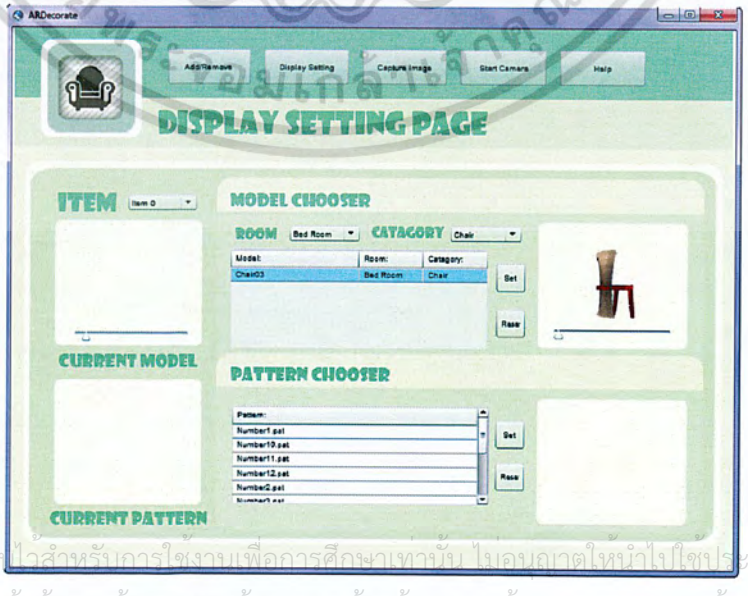
4.2.2 Display Setting

เป็นส่วนตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์ สำหรับแสดงผล



รูปที่ 4.13 หน้าการตั้งค่าวัตถุ 3 มิติและแผ่นภาพสัญลักษณ์

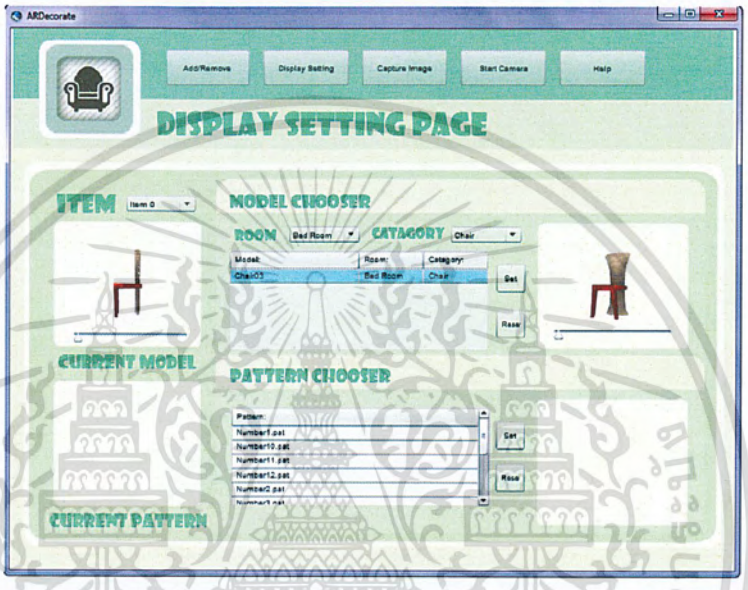
ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดโมเดลสามมิติที่ต้องการแสดงผล โดยเลือกที่ช่อง ITEM แล้วเลือกลำดับของITEM จากนั้นกดปุ่มเลือกไฟล์โมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการ จากรายการเฟอร์นิเจอร์ที่แบ่งไว้เป็นหมวดหมู่ในช่อง Model Choose โปรแกรมจะแสดงผลโมเดลที่ผู้ใช้เลือกในด้านขวา เมื่อได้โมเดลที่ต้องการแล้วให้กดปุ่มSet จากนั้นโปรแกรมจะแสดงภาพโมเดลปัจจุบันที่ผู้ใช้เลือกในช่องทางด้านซ้าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 การเลือกวัตถุ 3 มิติ

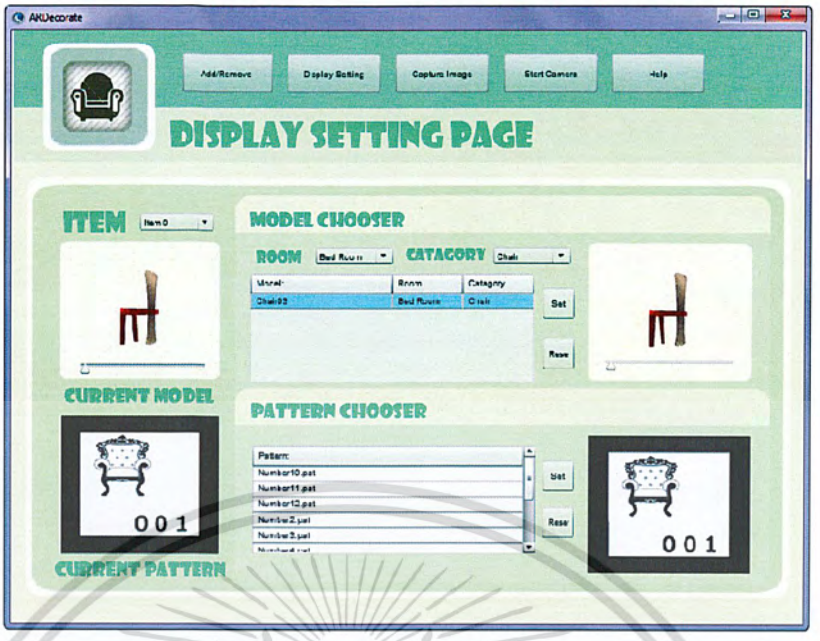
หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนโมเดลที่จะใช้ก็สามารถทำได้โดย เลือกไฟล์โมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการในช่อง Model Choose แล้วกดปุ่ม Set อีกครั้ง จะสังเกตได้ว่าโปรแกรมจะแสดงภาพโมเดลที่ผู้ใช้เลือกจะไปปรากฏในช่องทางด้านซ้ายแทน และถ้าต้องการยกเลิกให้เลือกITEMที่ต้องการกดจากนั้นปุ่ม Reset ในช่อง model Choose



รูปที่ 4.15 การเลือกวัตถุ 3 มิติเข้า item

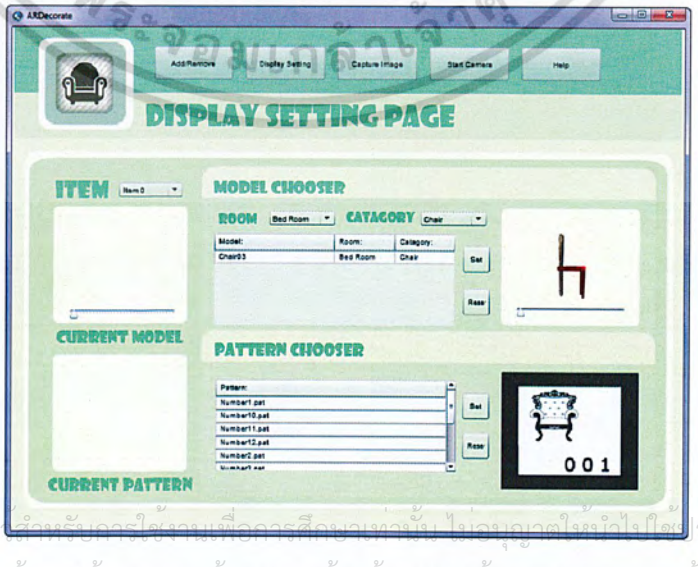
หลังจากผู้ใช้ทำการเลือกโมเดลเฟอร์นิเจอร์แล้ว ให้ทำการเลือกไฟล์ต้นแบบที่ใช้แสดงตำแหน่ง ในช่อง Pattern Choose โดยไฟล์ต้นแบบที่ถูกเลือกใช้งานกับITEM อื่นไปแล้วจะไม่สามารถใช้ได้อีก ผู้ใช้สามารถดูภาพสัญลักษณ์ของไฟล์ต้นแบบได้จากช่องทางขวามือ เมื่อได้ไฟล์ที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม Set ภาพต้นแบบปัจจุบันที่ผู้ใช้เลือก จะปรากฏอยู่ทางช่องด้านซ้าย และไฟล์ต้นแบบนั้นจะหายไปจากรายการต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การเลือกไฟล์ต้นแบบเข้า item

หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนต้นแบบที่จะใช้ก็สามารถทำได้โดย เลือกไฟล์โมเดลเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการในช่องPattern Choose แล้วกดปุ่ม Set อีกครั้ง จะสังเกตได้ว่าโปรแกรมจะแสดงภาพโมเดลที่ผู้ใช้เลือกจะไปปรากฏในช่องทางด้านซ้ายแทน และถ้าต้องการยกเลิกให้เลือกITEMที่ต้องการกดจากนั้นปุ่ม Reset

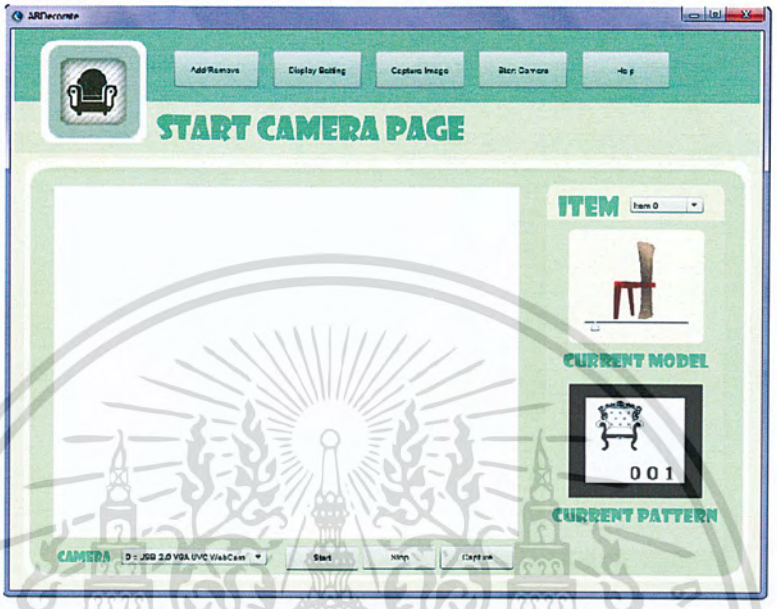


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 การ reset วัตถุ 3 มิติและไฟล์ต้นแบบใน item

4.2.3 Start Camera

ส่วนการตั้งค่ากล้อง และแสดงผลวีดีโอที่บันทึกวัตถุ 3 มิติลงไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง



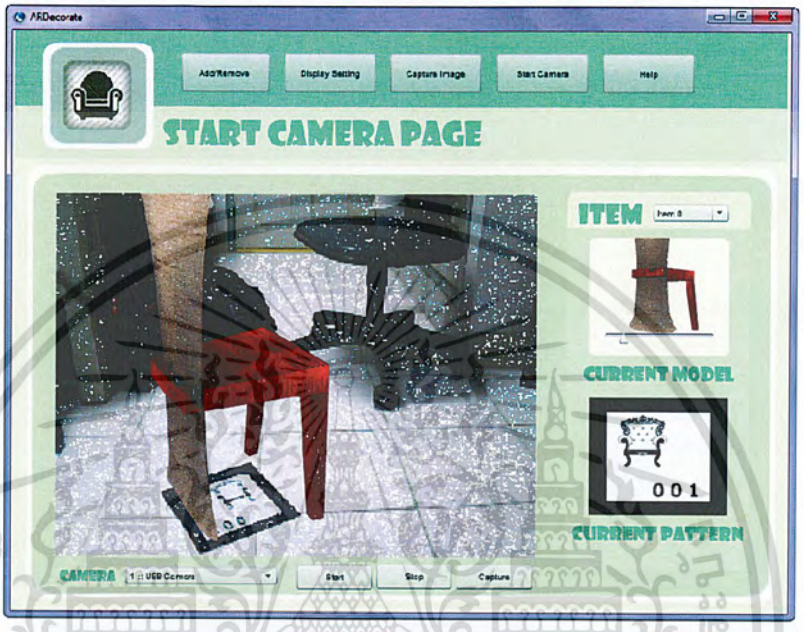
รูปที่ 4.18 หน้าการแสดงผลวีดีโอ

ผู้ใช้สามารถเลือกกล้องที่ต้องการใช้ได้จากช่อง Camera โดยโปรแกรมจะแสดงรายชื่อกล้องทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่เครื่องในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 การเลือกกล้องที่ต้องการ

กดปุ่มStart เพื่อเริ่มการทำงาน ผู้ใช้สามารถจำลองการจัดวางโมเดลเฟอร์นิเจอร์ได้ตามต้องการด้วยการวางภาพสัญลักษณ์ลงในสถานที่จริง แล้วเคลื่อนย้ายกล้องไปยังบริเวณรอบๆ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถขยับภาพสัญลักษณ์เพื่อปรับตำแหน่งการแสดงผลของโมเดลเฟอร์นิเจอร์ได้ตามต้องการ .

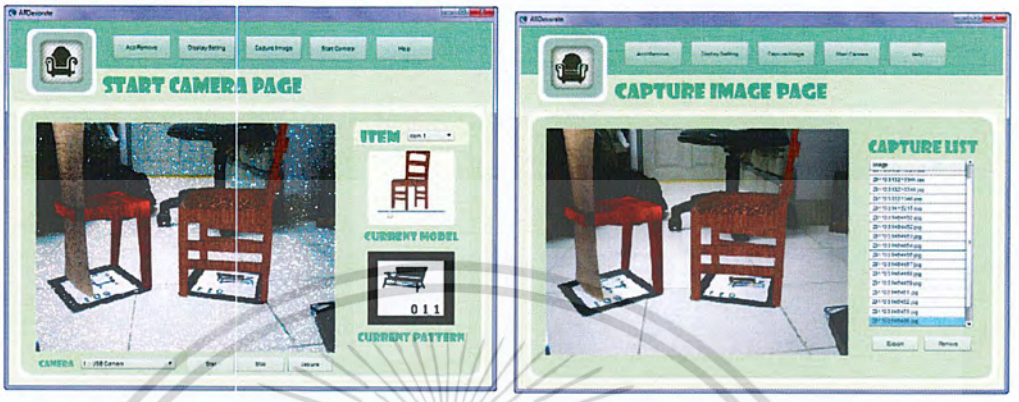


รูปที่ 4.20 การแทนที่วัตถุ 3 มิติลงในตำแหน่งที่ถูกต้อง 1 ชิ้น

รูปที่ 4.21 การแทนที่วัตถุ 3 มิติลงในตำแหน่งที่ถูกต้อง 2 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้สามารถจับภาพการแสดงผลขณะนั้นได้ด้วยการกดปุ่ม Capture Image โปรแกรมจะจับภาพในขณะนั้น และนำไปแสดงอยู่ในรายการ Capture List ของหน้า Capture Image



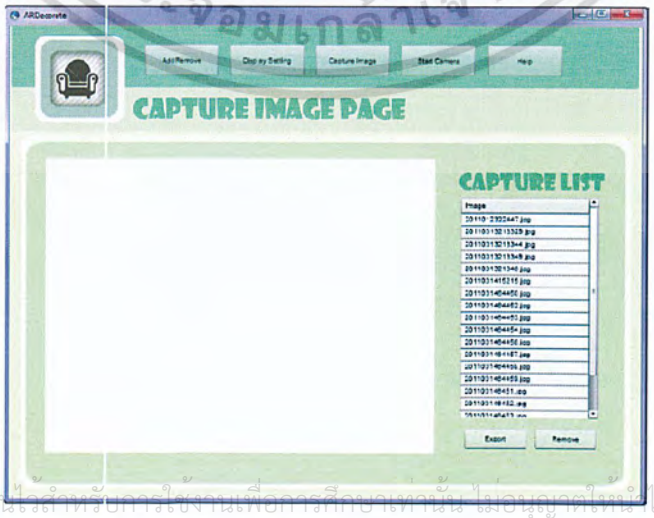
รูปที่ 4.21 ภาพที่เกิดจากการ capture

เมื่อต้องการเลิกใช้งานให้ผู้ใช้กดปุ่ม Stop โปรแกรมจะหยุดการทำงานของกล้อง

4.2.4 Capture Image

เป็นส่วนแสดงภาพที่เกิดจับภาพการแสดงผล และบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ เพื่อนำไปใช้

ผู้ใช้สามารถเลือกภาพที่ต้องการได้จากรายการภาพCapture แล้วกดปุ่ม Export เพื่อนำภาพไปใช้ต่อไปได้ โดยโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้ทำเลือกพื้นที่จัดเก็บรูป และตั้งชื่อรูป แล้วจึงกดปุ่มOK โปรแกรมการบันทึกไฟล์ดังกล่าวเป็นนามสกุล .jpg



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 หน้ารายการภาพ capture

ผู้ใช้สามารถลบรูปCapture ที่ไม่ต้องการได้โดยการกดเลือกไฟล์ ตามด้วยกดปุ่ม Remove โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างมาให้กด OK เพื่อยืนยันการลบภาพ และกดCancelเพื่อยกเลิก

4.2.5 Help

ส่วนแสดงการช่วยเหลือ และวิธีการใช้งานของโปรแกรม

ผู้ใช้สามารถศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรมได้ตามหัวข้อต่างๆที่มีอยู่ในเมนูHelp

รูปที่ 4.23 หน้าช่วยเหลือผู้ใช้

4.3 ผลการวิจัย

ปัญหาพิเศษ การพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์ 3 มิติจำลองในภาพวีดีโอสถานที่จริง นั้นเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดความประหยัดและความสะดวกในการทดลองตกแต่งห้อง เพียงเบื้องต้นเท่านั้น

เนื่องจากการทดลองและพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวพบว่าการใช้งานโปรแกรมนี้จำเป็นต้องอาศัยกล้องในการรับภาพที่มีมุมการจับภาพได้กว้างจึงจะสามารถใช้จำลองวัตถุขนาดใหญ่ในสถานที่จริงได้ดี และ การจำลองวัตถุจำนวนหลายชิ้นพร้อมๆกันจะทำให้หน่วยประมวลผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานหนักส่งผลให้การแสดงผลภาพเฟอร์นิเจอร์ในภาพวีดีโอสถานที่ขาดความต่อเนื่อง และหากเครื่องไม่มีประสิทธิภาพเพียงพออาจก่อให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานได้

ในขั้นตอนการออกแบบนั้นประสบปัญหาเล็กน้อยในการจัดวางส่วนติดต่อผู้ใช้ ให้เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากผู้ร่วมพัฒนามีจำนวนน้อยและมีมุมมองแตกต่างกับผู้ใช้ ผู้พัฒนาได้พยายามทดลองสร้างและทดลองใช้งานหลายครั้งเพื่อให้ออกแบบได้เหมาะแก่ผู้ใช้มากที่สุด

ในขั้นตอนการพัฒนาประสบปัญหาในการ compile โปรแกรมอยู่มากเนื่องจากโปรแกรมนี้ดึง library จากภายนอกมาใช้จำนวนมากซึ่งทำให้เสียเวลาในการ binding เป็นเวลานานการจะ debug แต่ละครั้งจึงใช้เวลานานตามไปด้วย

และปัญหาที่พบจากการใช้ FLARToolkit คือผู้พัฒนาจะต้องทำการหาข้อมูลจาก internet เป็นส่วนมากเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ อีกทั้งเอกสาร API ของ FLARToolkit ยังเป็นภาษาญี่ปุ่นทำให้มีความลำบากในการแปลและทำความเข้าใจ จึงมีผู้นำมาเผยแพร่ผ่านจำนวนไม่มากนักและบางข้อมูลก็อาจผิดพลาดได้ง่าย ในช่วงที่ผ่านมาเทคโนโลยีนี้มีผู้สนใจมากขึ้นเป็นจำนวนมากคาดว่าในอนาคตจะเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมากและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์ 3 มิติจำลองในภาพวีดีโอสถานที่จริงนี้มีจุดมุ่งหมายหลักคือการจำลองภาพเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติลงบนภาพสัญลักษณ์ให้ตำแหน่งและมุมถูกต้องเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกสบาย, ประหยัดต้นทุน, เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และวัตถุ 3 มิติในการตกแต่งห้อง โดยผู้ใช้จะสามารถจัดวางเฟอร์นิเจอร์ 3 มิติได้ตามที่ต้องการผ่านการจัดวางตำแหน่งและทิศทางของแผ่นภาพสัญลักษณ์ ผู้พัฒนาได้ออกแบบโปรแกรมเพื่อรองรับการเพิ่มเติม เช่น ให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มวัตถุ 3 มิติที่ต้องการเข้าไปยังโปรแกรมได้, ลบวัตถุ 3 มิติที่ไม่ต้องการใช้แล้ว, เพิ่มภาพต้นแบบและภาพสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้สร้างเอง, ลบภาพต้นแบบและภาพสัญลักษณ์ที่ไม่ต้องการใช้, และสามารถบันทึกภาพสัญลักษณ์ไปพิมพ์เพื่อใช้งาน เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรมยังมีส่วนของการจับภาพฉากแสดงผลและส่งออกภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆต่อไปได้

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์ 3 มิติจำลองในภาพวีดีโอสถานที่จริง ใช้ FLARToolkit ในการพัฒนาซึ่งเป็น Library ที่ใช้อยู่บน Action Script ทำให้สามารถนำไปสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ร่วมกับ Adobe Flash ได้ทำให้โปรแกรมมีความสวยงามน่าใช้และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้มากขึ้น การพัฒนาโปรแกรมนี้ไม่ใช้ระบบฐานข้อมูลในการบันทึกไฟล์หรือข้อมูลต่างๆจึงทำให้ไม่ต้องสร้างและทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลจึงเป็นการประหยัดเนื้อที่ของโปรแกรมเป็นอย่างมาก และโปรแกรมนี้ใช้ Adobe AIR Library ในการจัดการไฟล์ต่างๆบนเครื่องทำให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มลบไฟล์ต่างๆได้ โดยไม่มีปัญหาเช่นการใช้ Action Script เพียงอย่างเดียว

เนื่องจากโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์ 3 มิติจำลองในภาพวีดีโอสถานที่จริง ใช้ Adobe AIR จึงทำให้โปรแกรมที่สำเร็จแล้วสามารถติดตั้งได้หลาย Platform ไม่ขึ้นกับ OS ใดๆเพียงแต่เครื่องที่จะใช้นั้นจะต้องลง AIR Runtime ไว้ซึ่งในปัจจุบันเครื่องส่วนใหญ่ที่มีการใช้งาน Flash Player ก็จะติดตั้ง AIR Runtime ไว้ด้วยเสมอจึงสามารถใช้งานได้เกือบทุกที่

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยี Augmented Reality

หลังจากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมซึ่งใช้เทคโนโลยี Augmented Reality แล้วพบว่าเทคโนโลยีนี้มีข้อจำกัดอย่างมากในเรื่องการเติมแสงเงาให้วัตถุอย่างถูกต้องเนื่องจากกล้องไม่สามารถจับภาพเพื่อระบุตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงได้ จึงยังทำให้วัตถุ 3 มิติที่จำลองลงบนภาพวีดีโอขาดความสมจริงอยู่มาก และยังต้องพึ่งการสร้างพื้นผิววัตถุโดยการสร้าง UV ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในการสร้างเป็นอย่างมากเพื่อเพิ่มความสมจริงให้ชิ้นวัตถุ 3 มิติ

ข้อจำกัดในการใช้งานเทคโนโลยีนี้อีกหนึ่งประการ คือ การตรวจจับภาพในที่สว่างมากจนเกินไปไม่ได้เนื่องจากจะทำให้ขอบดำทึบแผ่นภาพสัญลักษณ์สะท้อนแสงจนภาพที่กล้องจับได้จะไม่สามรถหาตำแหน่งของแผ่นภาพสัญลักษณ์ได้

เทคโนโลยีนี้จำเป็นจะต้องใช้กล้องที่มีมุมการจับภาพที่กว้างเพื่อให้สามารถจับแผ่นภาพสัญลักษณ์ได้ทั่วถึงและหากต้องการจะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจำเป็นต้องใช้กล้องที่ไร้สายเพื่อให้สามารถจับภาพได้อย่างทั่วถึงตามที่ต้องการแต่กล้องประเภทนี้มีราคาที่ค่อนข้างแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็น Head Mount Display ยิ่งมีราคาแพงมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าโปรแกรมสำหรับช่วยตกแต่งห้องโดยใช้เฟอร์นิเจอร์ 3 มิติจำลองในภาพวีดีโอสถานที่จริงจะ สามารถช่วยให้การตกแต่งห้องสะดวก และประหยัดขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดของเทคโนโลยีอยู่หลายประการ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น ในอนาคตควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไป ดังนี้

1. การเพิ่มส่วนตรวจจับเงาของวัตถุจริงจากภาพเพื่อใช้คำนวณแหล่งที่มาของแสง และนำไปคำนวณแสงเงาที่ตกกระทบวัตถุเพื่อเพิ่มความสมจริงให้มากยิ่งขึ้น

2. การโหลดวัตถุจำนวนมากมาแสดงผลจะทำให้หน่วยประมวลผลทำงานหนักมากเพื่อช่วยให้หน่วยประมวลผลทำงานในส่วนนี้น้อยลงควรเริ่มจากการสร้างโมเดลวัตถุ 3 มิติให้มีความรัดกุมและมีจำนวนโพลีกอนให้น้อยเท่าที่ทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การสร้างพื้นผิววัตถุควรมีการทำการปรุงแต่งแสงเงา (Baking Texture) ลงบนพื้นผิววัตถุ 3 มิติ ก่อนนำมาใช้แสดงผลจะช่วยให้เกิดความสมจริงมากขึ้น

4. ควรเพิ่มส่วนการคำนวณตำแหน่งการวางวัตถุ 3 มิติโดยการนำตำแหน่งที่วางล่าสุดมาร่วมคำนวณด้วยเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวางวัตถุให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ไพบูรย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ. 2552. รู้ลึกเรียนลัด ActionScript3.0 for ADOBE FLASH CS4 PROFESSIONAL. พิมพ์ครั้งที่ 1. ส.เอเชียเพลส.

สุชีพ วงษ์ตาแสง. 2552. MAYA 3D ANIMATION BASIC. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงเรียนอินเตอร์เน็ตและการออกแบบ (NetDesign)

[Online].Available : http://wonderfl.net/static/asdoc/flar/

[Online].Available : http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/

[Online].Available : http://www.adobe.com/devnet/air/documentation.html

[Online].Available : http://dev.papervision3d.org/

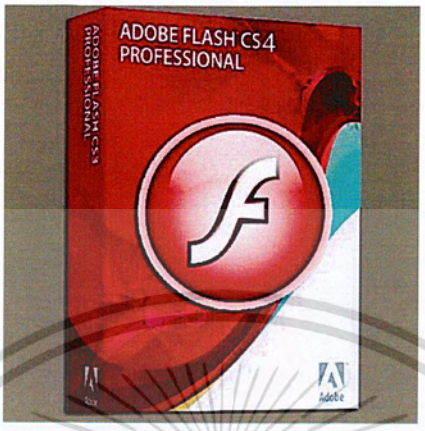
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

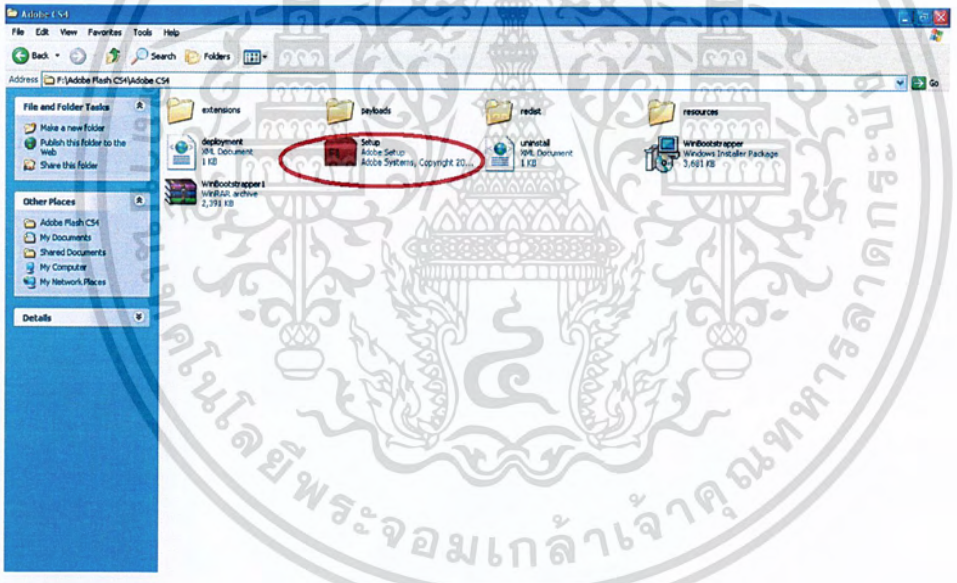
ภาคผนวก ก.

วิธีติดตั้งโปรแกรม Adobe Flash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 เปิด แฟ้มข้อมูล และทำการดับเบิลคลิก ไฟล์ Setup.exe ใน Folder \ADOBE CS4

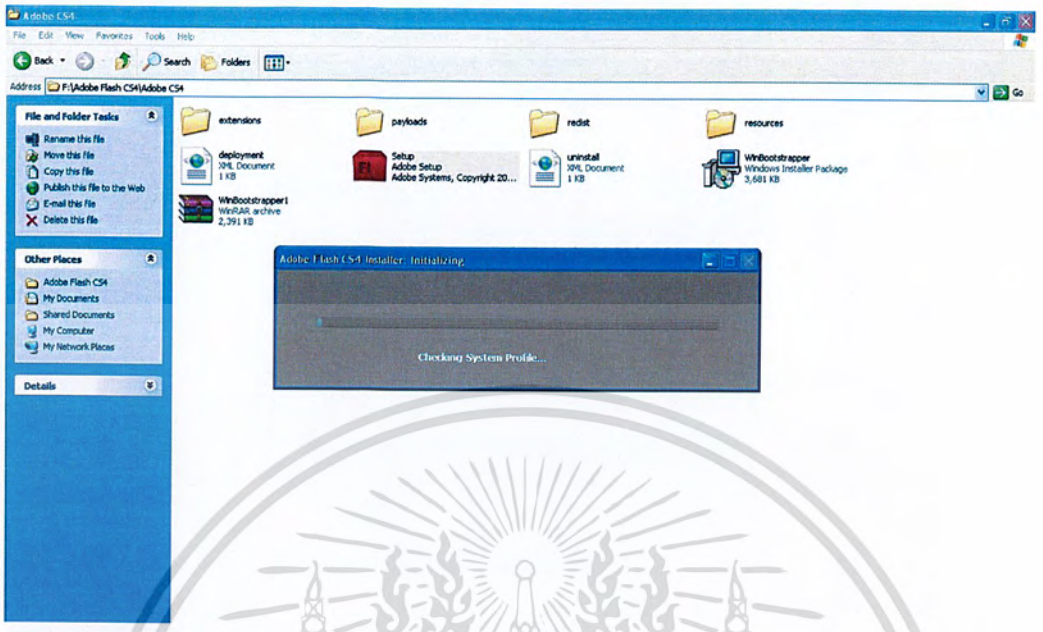




รูปที่ ก.1 ตัวติดตั้ง Adobe Flash CS4

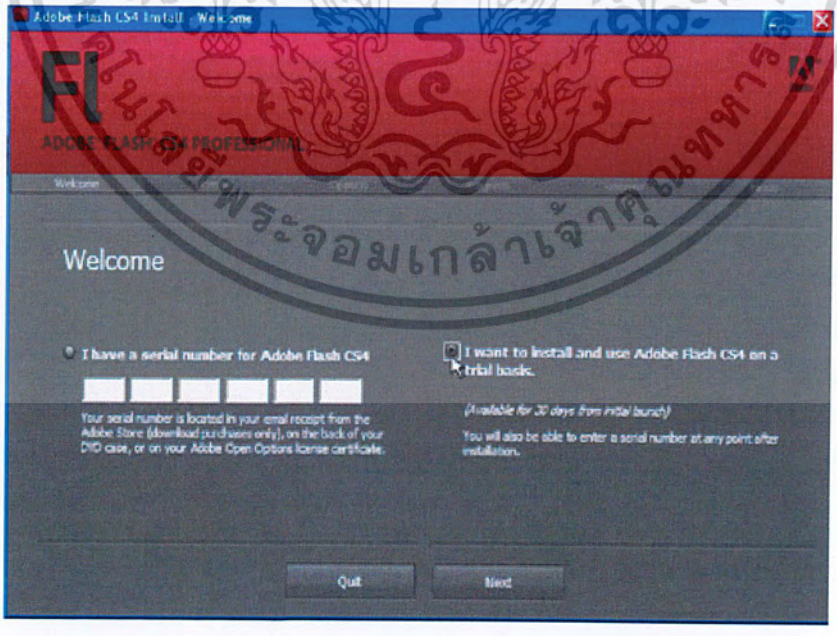
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 โปรแกรมจะทำการเตรียมความพร้อมในการ install



รูปที่ ก.2 การโหลดตัวติดตั้ง Adobe Flash CS4

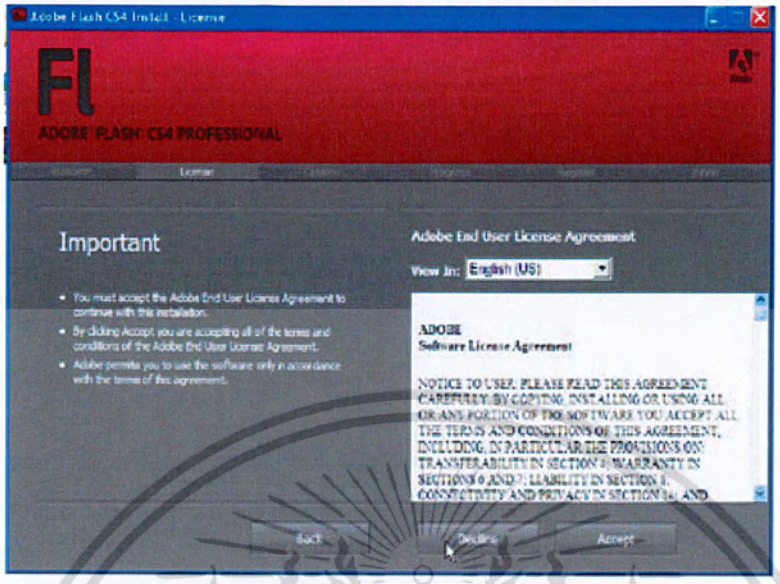
ขั้นที่ 3 ทำการใส่ PRODUCT KEY เพื่อยืนยันความถูกต้อง หรือ ลงแบบ Trial Version



รูปที่ ก.3 การใส่ Product Key ของ Adobe Flash CS4

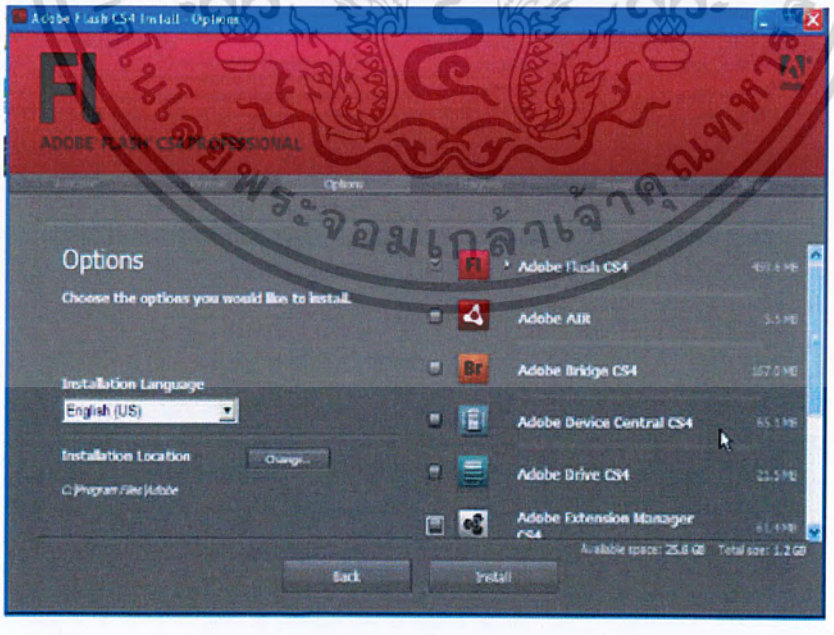
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 อ่านข้อตกลงในการใช้งาน และทำการยืนยัน ACCEPT เพื่อเริ่มดำเนินการ Install



รูปที่ ก.4 ข้อตกลงการใช้งาน Adobe Flash CS4

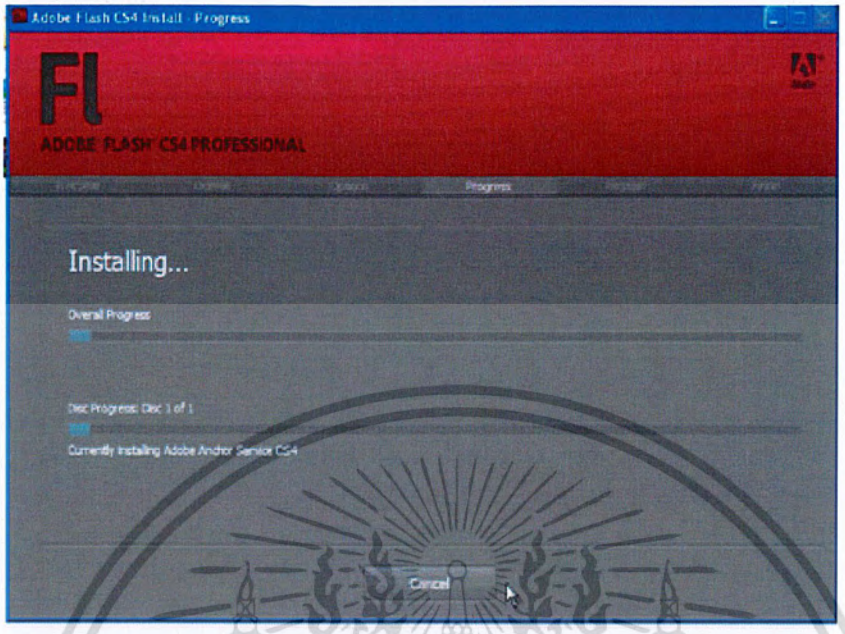
ขั้นที่ 5 เลือกประเภทโปรแกรมที่ต้องการจะลง และ โปรแกรม เสริมที่ทำงานร่วมกันกับโปรแกรม Flash



รูปที่ ก.5 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง

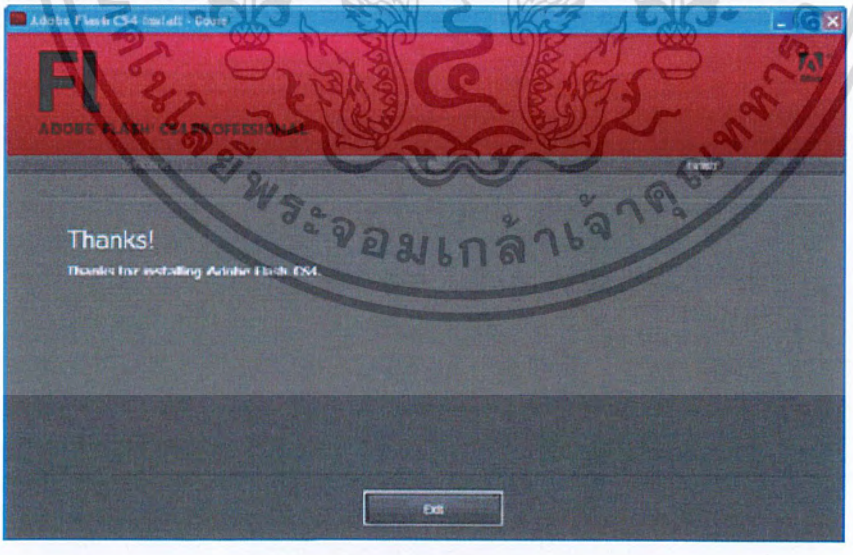
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 6 เริ่มดำเนินการ Install



รูปที่ ก.6 การติดตั้ง Adobe Flash CS4

ขั้นที่ 7 เมื่อเครื่องทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ จะแสดงหน้าต่างดังภาพ



รูปที่ ก.7 การติดตั้งที่เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

วิธีติดตั้งโปรแกรม Autodesk Maya 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

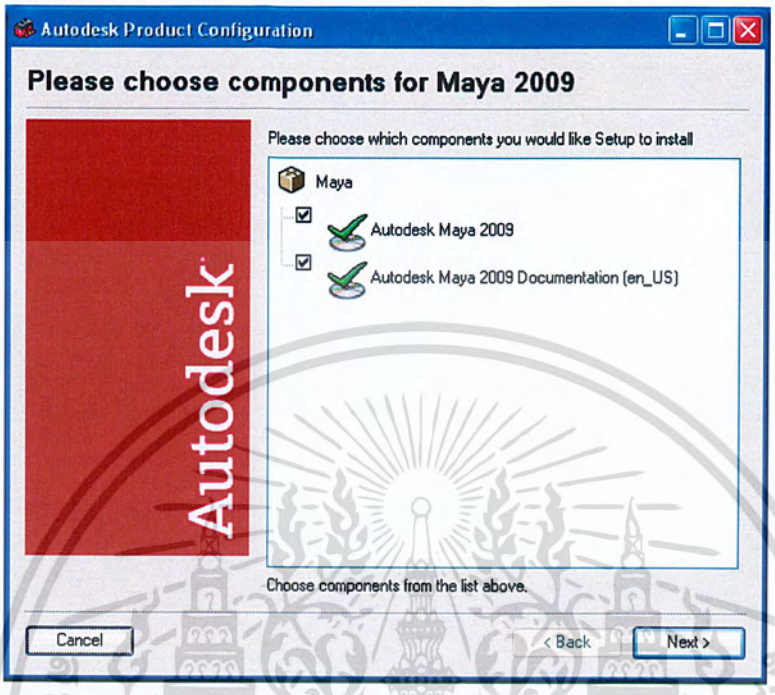
ขั้นที่ 1 เปิด แฟ้มข้อมูล และทำการดับเบิลคลิก ไฟล์ Setup.exe ใน Folder \Autodesk Maya2009

ขั้นที่ 2 อ่านขอตกลงในการใช้งาน ทำการยืนยัน (ACCEPT) การติดตั้งโปรแกรม และกดปุ่มNext

รูปที่ ข.1 ข้อตลกลงการใช้ Autodesk Maya 2009

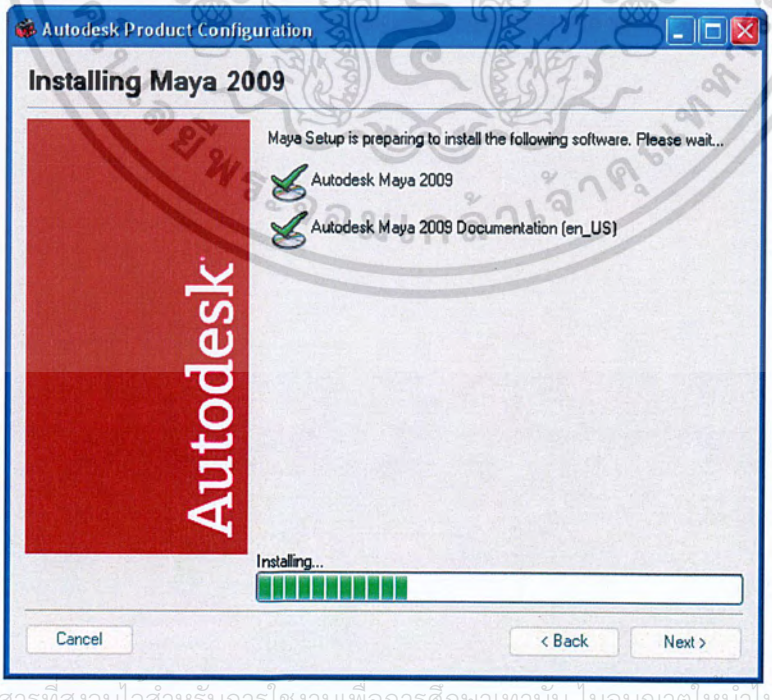
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้เลือกติดตั้ง Component ใน โปรแกรม Maya ให้เราทำเครื่องหมายถูกหน้า Component ที่ต้องการ



รูปที่ ข.2 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง

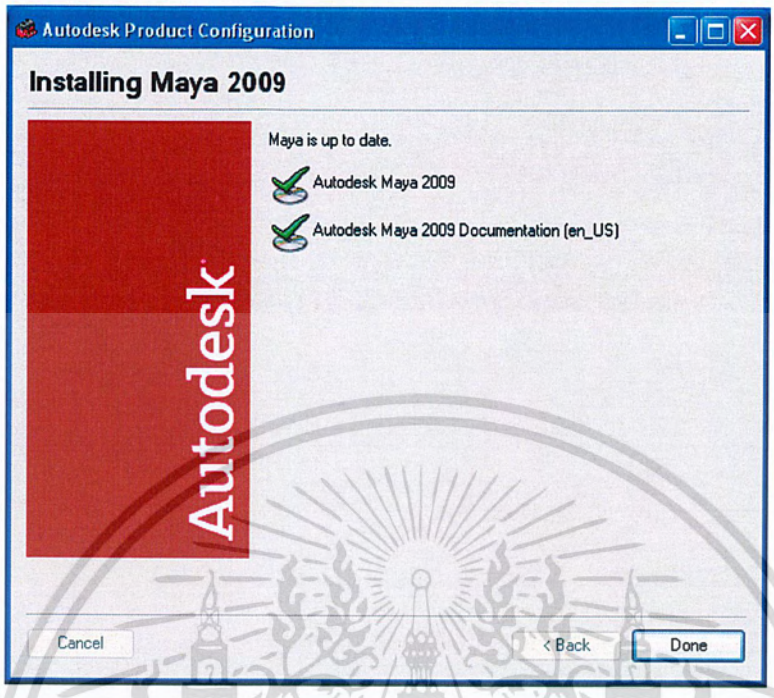
ขั้นที่ 4 เครื่องจะเริ่มดำเนินการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ข.3 การติดตั้งโปรแกรม Autodesk Maya 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 5 เมื่อเครื่องทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ จะแสดงหน้าต่างดังภาพ

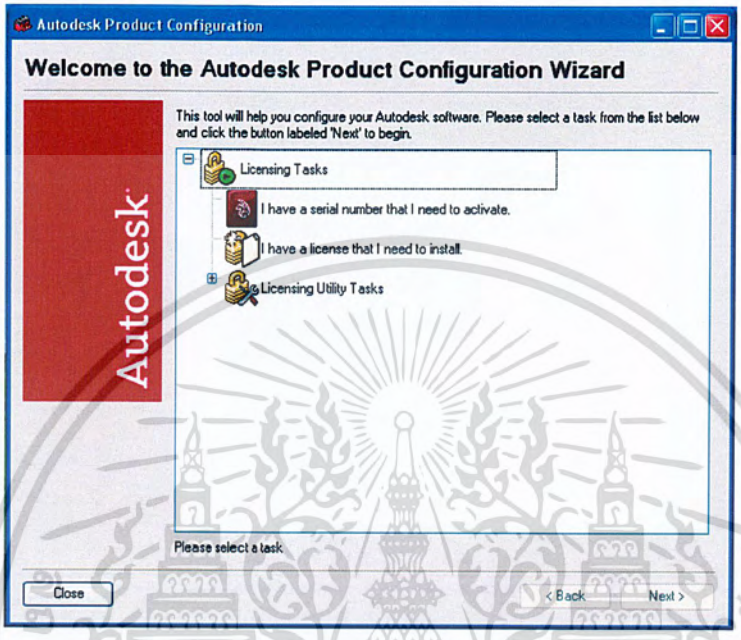


รูปที่ ข.4 หน้าต่างแสดงการติดตั้งโปรแกรม Autodesk Maya เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

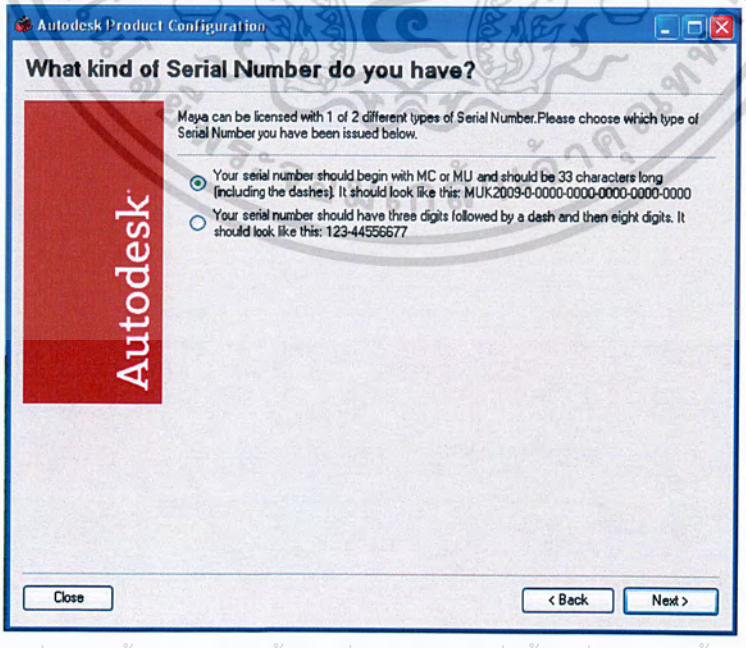
การติดตั้ง License ของโปรแกรม

ขั้นที่ 1 เมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมMaya 2009 ครั้งแรก โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Autodesk Product Configuration



รูปที่ ข.5 การเลือกวิธีติดตั้ง License

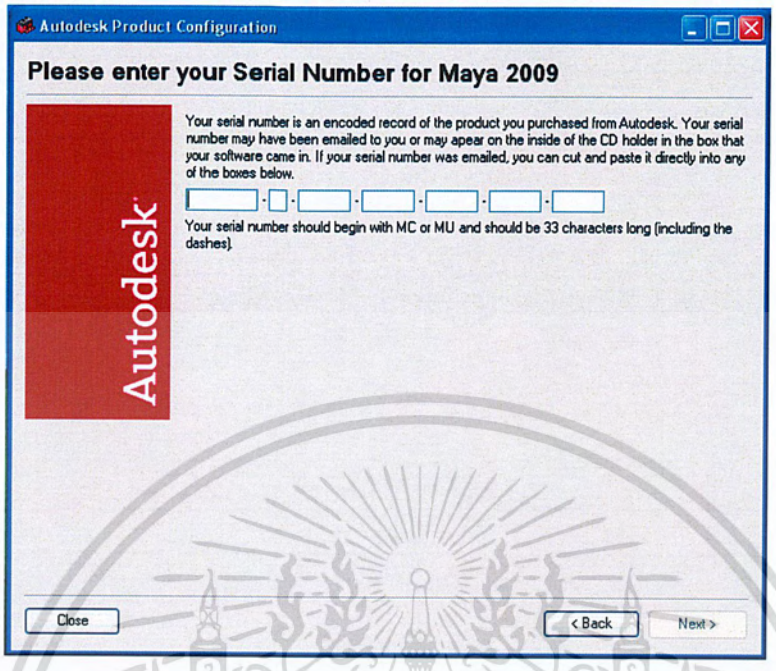
ขั้นที่ 2 เลือกประเภทของ Serial Number ที่เราจะใช้



รูปที่ ข.6 การเลือก Serial Number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 กรอกข้อมูล Serial Number แล้วกดปุ่ม Next จึงถือว่าเสร็จสิ้นการติดตั้ง License โปรแกรม



รูปที่ ข.7 การใส่ Serial Number

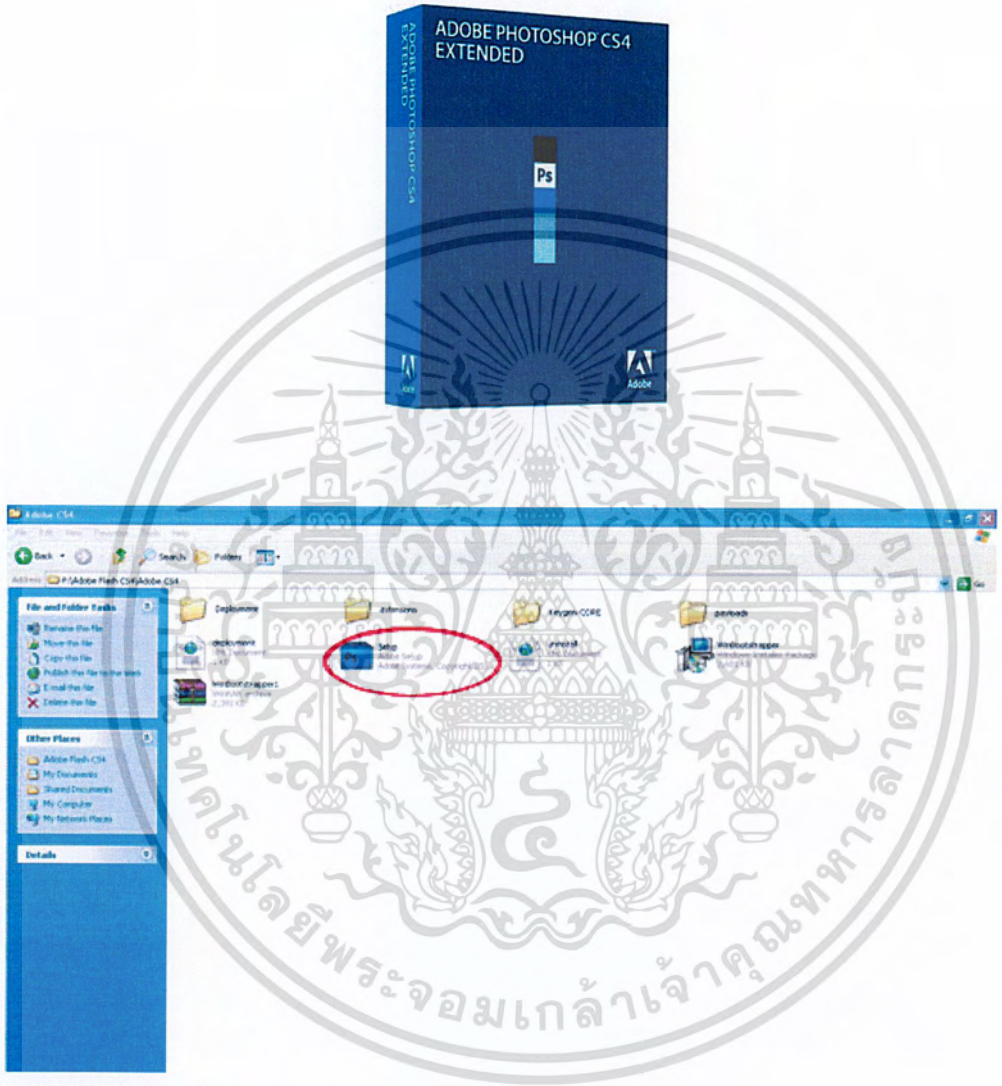
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีติดตั้งโปรแกรม Adobe Photoshop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

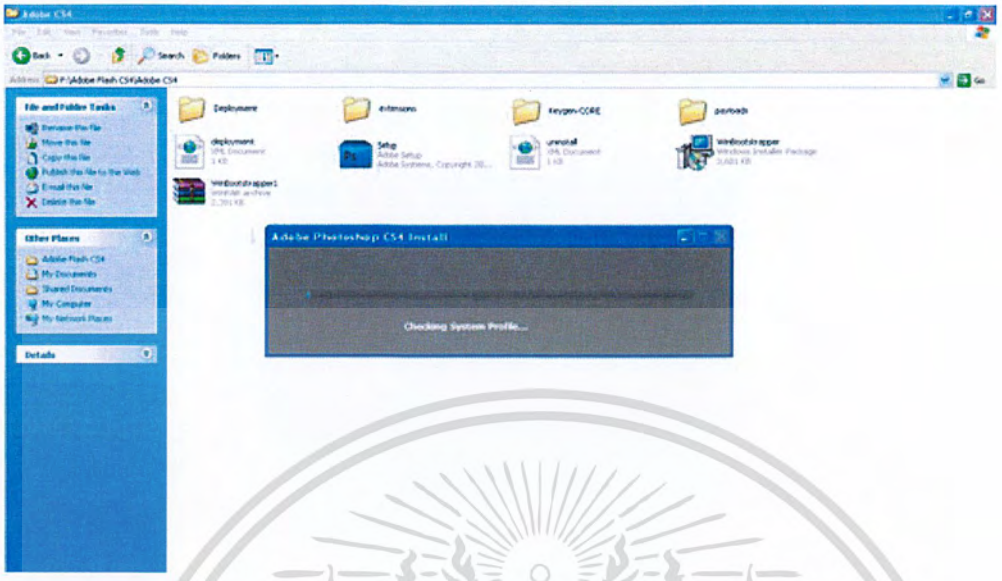
ขั้นที่ 1 เปิด แฟ้มข้อมูล และทำการดับเบิลคลิก ไฟล์ Setup.exe ใน Folder \ADOBE Photoshop CS4



รูปที่ ค.1 ตัวติดตั้ง Adobe Photoshop CS4

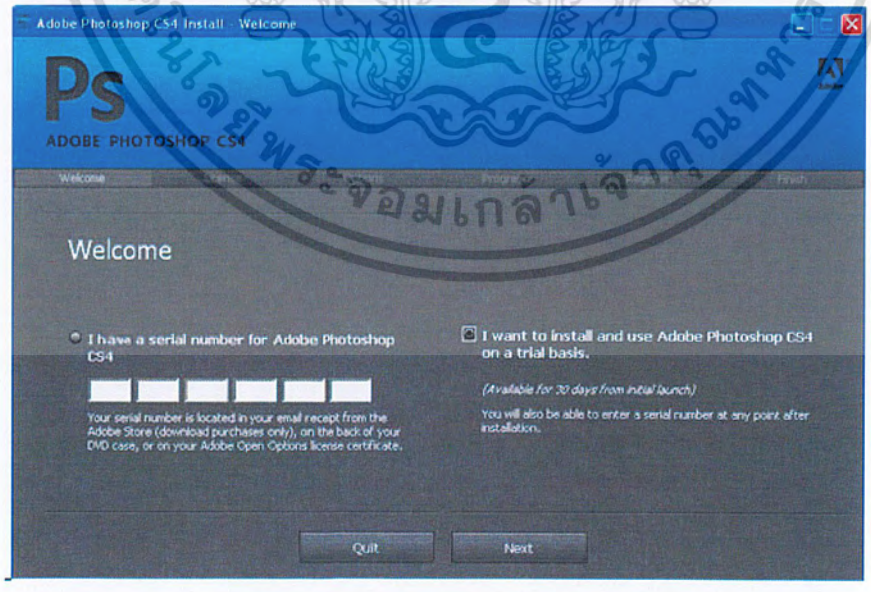
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 โปรแกรมจะทำการเตรียมความพร้อมในการ install



รูปที่ ค.2 การโหลดตัวติดตั้ง Adobe Photoshop CS4

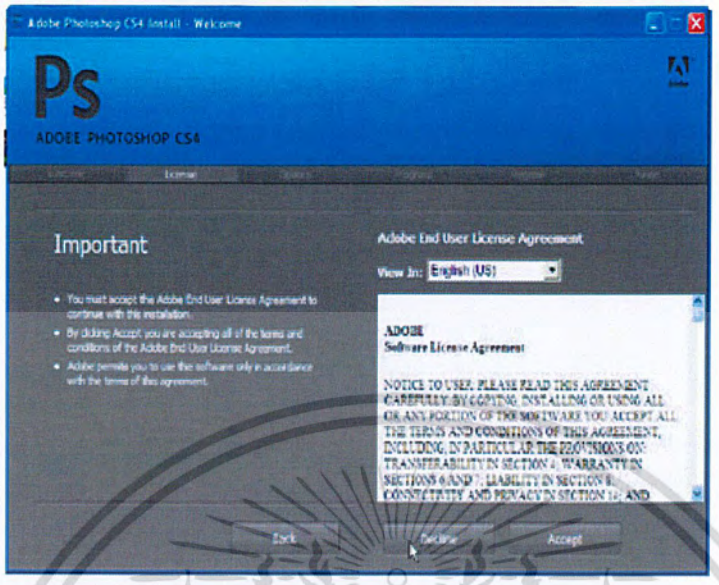
ขั้นที่ 3 ทำการใส่ PRODUCT KEY เพื่อยืนยันความถูกต้อง หรือ ลงแบบ Trial Version



รูปที่ ค.3 การใส่ Product Key ของ Adobe Photoshop CS 4

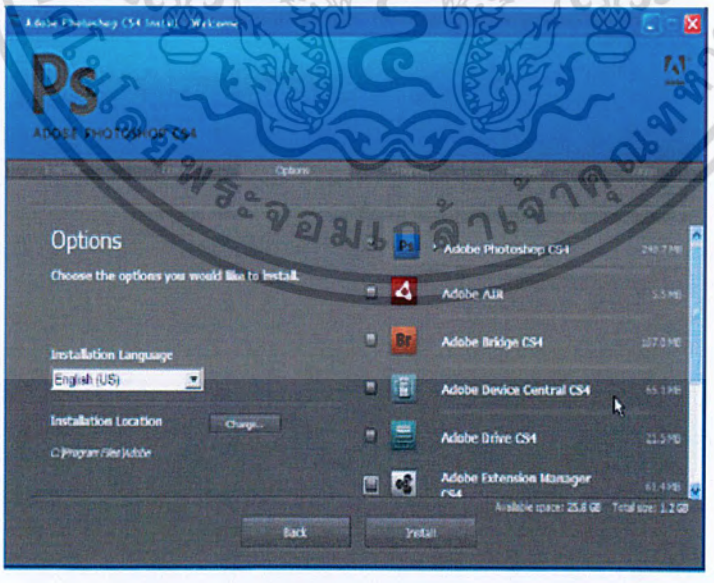
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 อ่านข้อตกลงในการใช้งาน และทำการยืนยัน ACCEPT เพื่อเริ่มดำเนินการ Install



รูปที่ ค.4 ข้อตกลงการใช้งาน Adobe Photoshop CS4

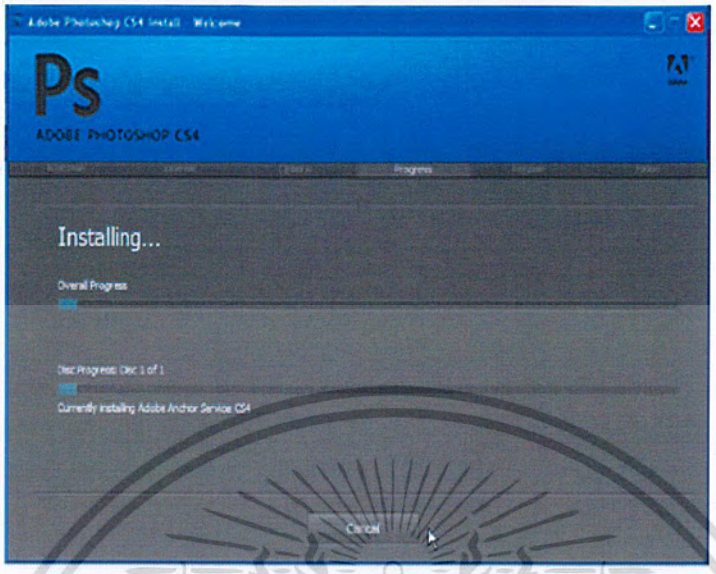
ขั้นที่ 5 เลือกประเภทโปรแกรมที่ต้องการจะลง และ โปรแกรม เสริมที่ทำงานร่วมกันกับโปรแกรม Adobe Photoshop



รูปที่ ค.5 รายการโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง

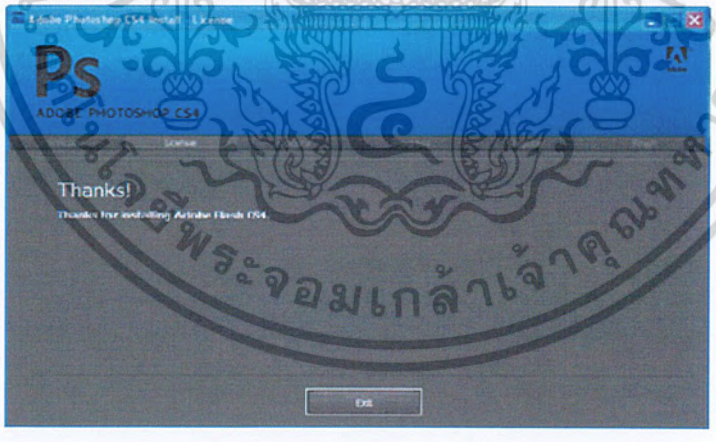
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 6 เริ่มดำเนินการ Install



รูปที่ ค.6 การติดตั้ง Adobe Photoshop CS4

ขั้นที่ 7 เมื่อเครื่องทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ จะแสดงหน้าต่างดังภาพ



รูปที่ ค.7 การติดตั้ง Adobe Photoshop CS4 สำเร็จ

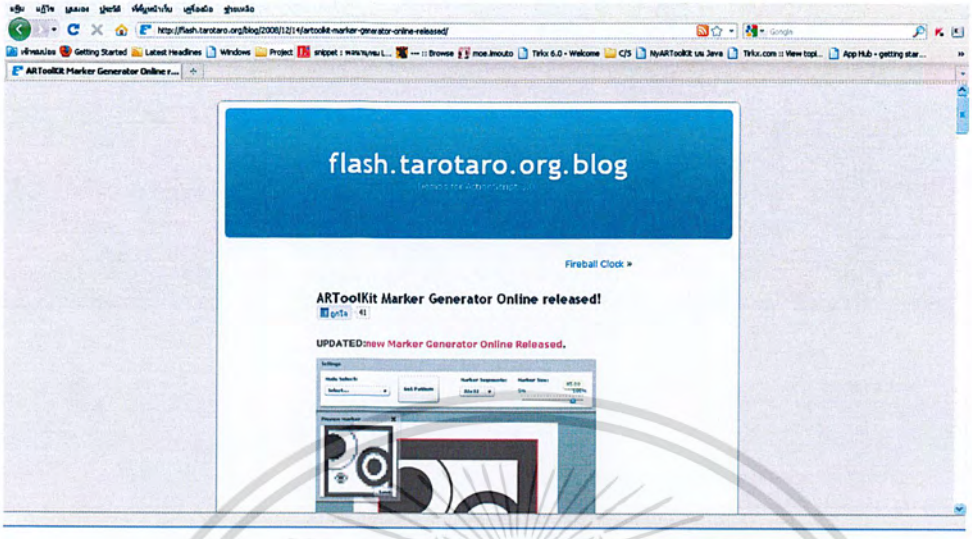
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

วิธีการใช้งานโปรแกรมMarker Generator

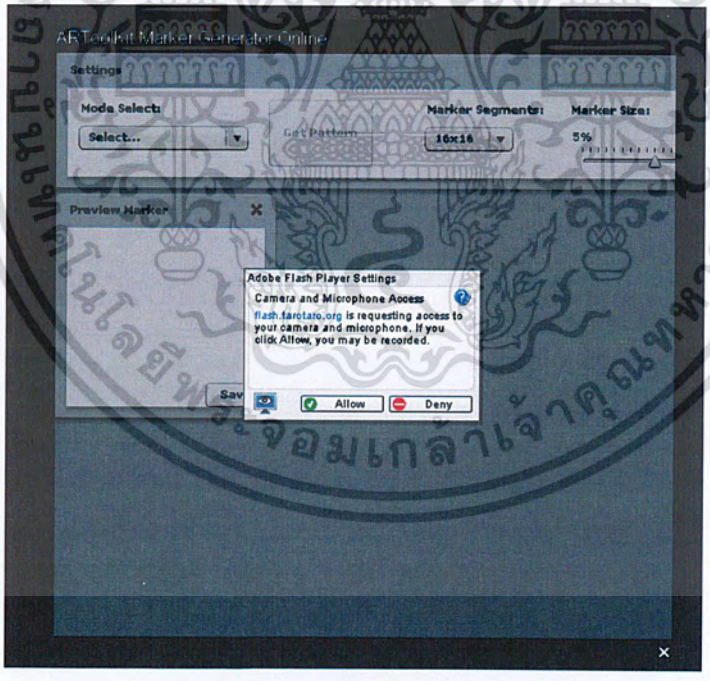
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 เปิด Browser จากนั้นเข้าไปที่ http://flash.tarotaro.org.blog



รูปที่ ง.1 หน้าเว็บสำหรับสร้างไฟล์ต้นแบบ

ขั้นที่ 2 กดที่ ARToolKit Marker Generator Online เพื่อเปิดโปรแกรมMarker Generator

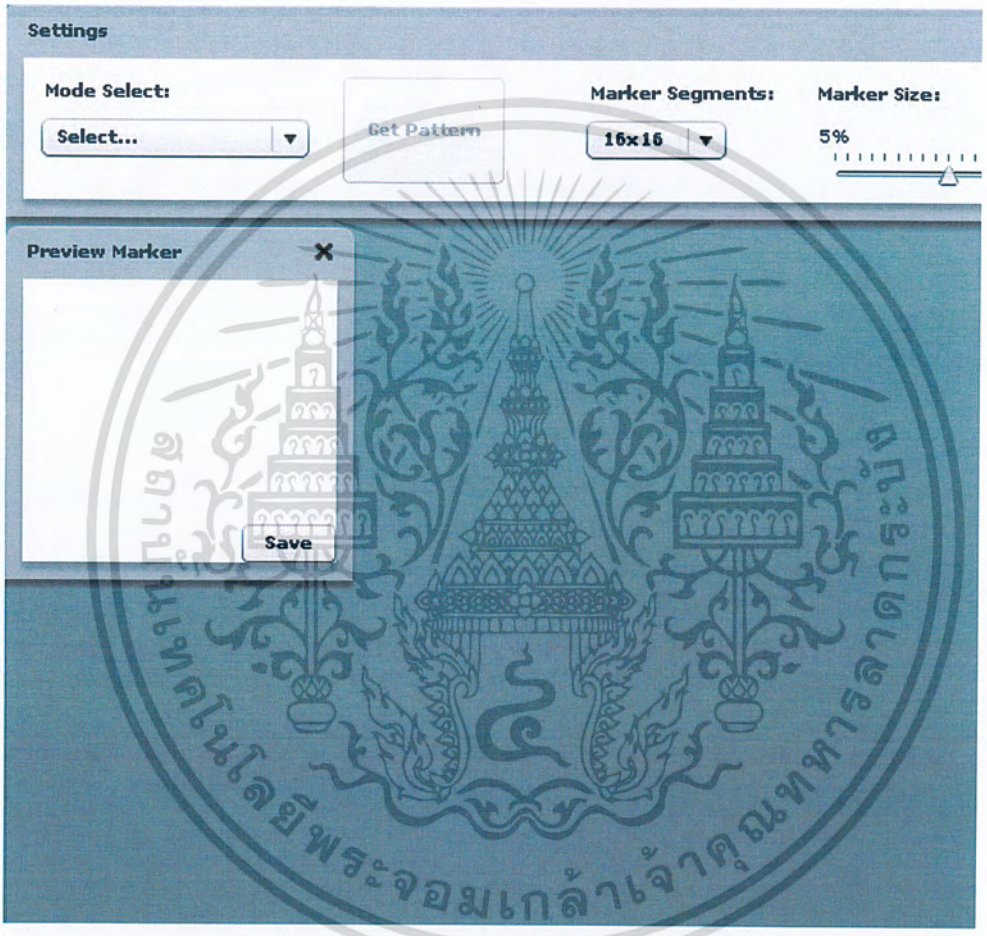


รูปที่ ง.2 การยินยอมใช้กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 เมื่อต้องการสร้างไฟล์ต้นแบบให้ตั้งค่าของต้นแบบดังนี้

1) Mode Select เป็นการกำหนดชนิดของภาพสัญลักษณ์ที่จะทำเป็นต้นแบบ
2) Marker Segment เป็นการกำหนดการแบ่งส่วนของภาพสัญลักษณ์
3) Marker Size เป็นการกำหนดขนาดของต้นแบบ

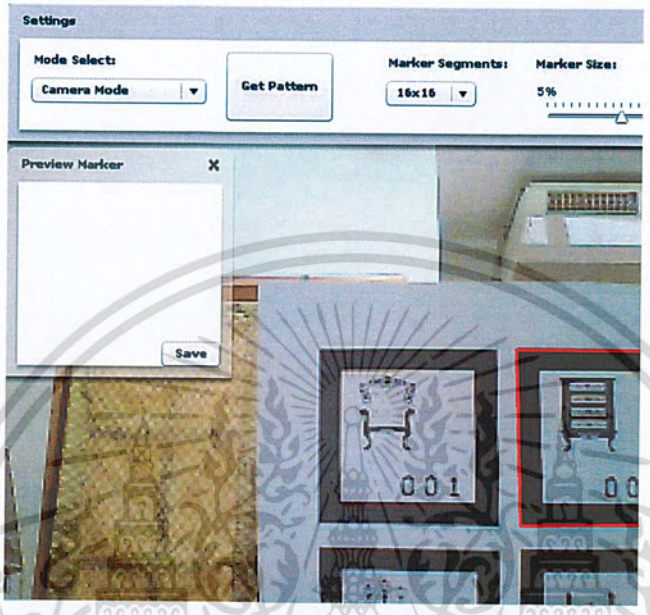


รูปที่ ง.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรมสร้างไฟล์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

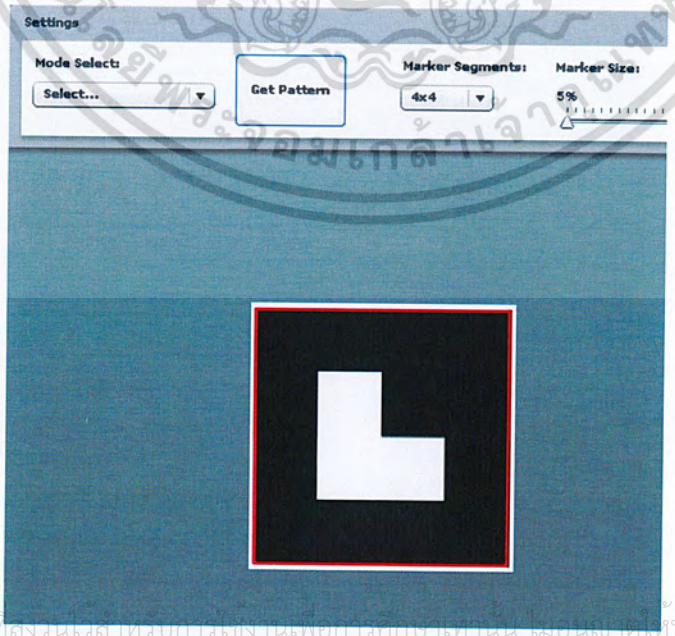
ขั้นที่ 3 ทำการสร้างต้นแบบ จากสัญลักษณ์ โดยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 นำภาพสัญลักษณ์ที่จะใช้ทำต้นแบบมาให้โปรแกรมทำการตรวจจับผ่านกล้อง โปรแกรมจะตรวจจับภาพ และแสดงกรอปสีแดงรอบบริเวณที่คิดว่าเป็นสัญลักษณ์ของภาพต้นแบบ



รูปที่ ง.4 การจับภาพสัญลักษณ์

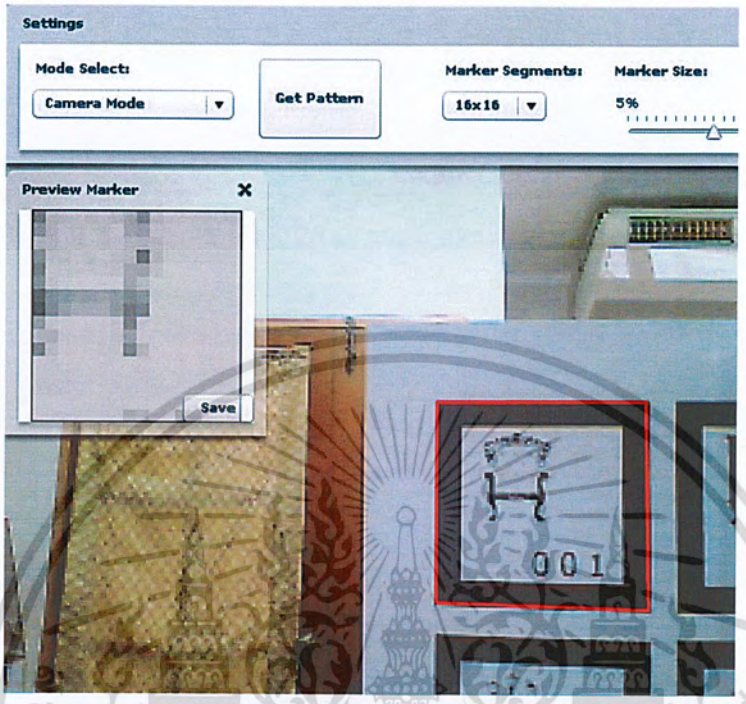
วิธีที่ 2 เปิดไฟล์รูปภาพสัญลักษณ์ที่จะใช้ โปรแกรมจะทำการตรวจจับ และแสดงกรอปสีแดงรอบบริเวณที่คิดว่าเป็นสัญลักษณ์ของภาพต้นแบบ



รูปที่ ง.5 ภาพสัญลักษณ์ที่จับได้

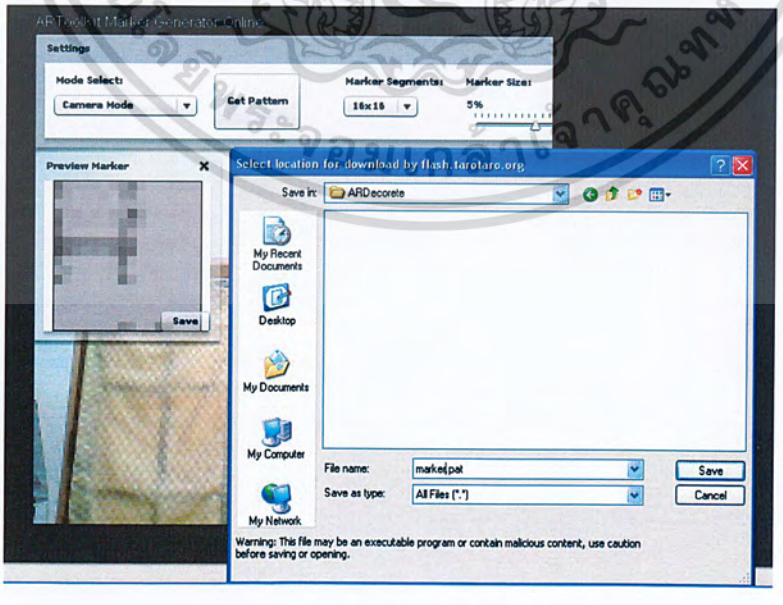
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 เมื่อโปรแกรมตรวจจับภาพสัญลักษณ์ได้ตรงตามที่ผู้ใช้ต้องการแล้ว ให้กดปุ่ม Get Pattern ข้อมูลของต้นแบบจะถูกนำไปแสดงอยู่ในช่อง Preview Marker



รูปที่ ง.6 ภาพสัญลักษณ์ที่ทำการแบ่ง segment แล้ว

ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Save ให้โปรแกรมบันทึกไฟล์ต้นแบบ เราจะได้ไฟล์นามสกุล.pat เพื่อนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ ง.7 การบันทึกไฟล์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้