ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง

DEVELOPMENT OF A COMPUTER AIDED GARDEN DESIGN PROGRAM USING AUGMENTED REALITY

H006367

โดย

ณัติฏิกาณต์ การสูงเนิน

NATTIKAN KARNSUNGNERN

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 06367
วัน,เดือน,ปี 14 มิ.ย. 2554

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

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF A COMPUTER AIDED GARDEN DESIGN PROGRAM USING AUGMENTED REALITY

NATTIKAN KARNSUNGNERN

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1/ 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองโครงการพัฒนาระบบงาน (SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT)

เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง

DEVELOPMENT OF A COMPUTER AIDED GARDEN DESIGN PROGRAM USING AUGMENTED REALITY

นางสาวณัติฎิกาณต์ การสูงเนิน

รหัสประจำตัว 50066403

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร)

.....กรรมการสอบ

(รศ.ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์)

.....กรรมการสอบ

(รศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง
นักศึกษา	นางสาวณัติฏิกาณต์ การสูงเนิน
รหัสนักศึกษา	50066403
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงโดยใช้หลักการของอิมเมจโปรเซสซิ่งผนวกเข้ากับซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit เป็นเครื่องมือวาดวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติซ้อนทับภาพจริงที่เป็นภาพเคลื่อนไหว ลักษณะโดยรวมของโปรแกรม คือ โปรแกรมสามารถที่จะกำหนดความสัมพันธ์ของแผ่นกระดาษ (Marker Card) กับโมเดลต้นไม้หรืออุปกรณ์ตกแต่งสวน 3 มิติที่ต้องการนำมาแสดงผลได้หลายมุมมอง อีกทั้งยังสามารถเพิ่มข้อมูลโมเดล 3 มิติที่ต้องการเข้าไปในระบบ และคำนวณราคาของโมเดล 3 มิติที่เลือกมาแสดงผลในรูปแบบของรายงานได้ ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงนอกจากจะช่วยสนับสนุนงานทางด้านธุรกิจการรับออกแบบสวนให้กับอสังหาริมทรัพย์แล้วยังช่วยเพิ่มภาพลักษณ์ในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม โดยการพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงนี้ ได้เลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนา คือ โปรแกรม Microsoft VS.NET 2003 โดยใช้ไลบรารี OpenGL และ ARToolKit ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และระบุตำแหน่งการแสดงผลภาพวัตถุเสมือนจริงได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Development of a Computer Aided Garden Design Program using Augmented Reality Technology
Student	Ms.Nattikan Karnsungnern
Student ID.	50066403
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2009
Advisor	Assoc. Prof. Dr.Nopporn Chotikakamthorn

ABSTRACT

This project is a development of a computer aided garden program by applying image processing and using augmented reality of ARToolKit which is a tool for created 3D virtual object with motion simulation. In using the program, user able to an applying between marker card and trees model or decorative accessories in 3D view. In addition to adding 3D models into the system and calculate the cost of choosing 3D model in a report form. This program development for virtual imagery design of garden using augmented reality of ARToolKit is not only support garden design business for real estate but also introduce good appearance of applying suitable technology. Following the program development for virtual imagery design of garden using augmented reality was developed by Microsoft VS.NET 2003, OpenGL library and ARToolKit to generating 3D model and identifies the right position for virtual object correctly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาโปรแกรมนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบังทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำการพัฒนาโปรแกรมนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการพัฒนาโปรแกรมนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ณัติฎิกาณต์ การสูงเนิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาโครงการ.....2

1.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ.....2

1.4 สภาพแวดล้อมในการพัฒนาโครงการ.....2

1.5 ขอบเขตของการพัฒนาโครงการ.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 เทคโนโลยีเสริมจริงและเครื่องมือในการพัฒนา.....4

2.1 เทคโนโลยีเสริมจริง(Augmented Reality) และเทคโนโลยีเสมือนจริง(Virtual Reality)..4

2.2 Monitor – Based Augmented Reality System.....7

2.3 ไลบรารี ARToolKit 9

2.3.1 โครงสร้างของ ARToolKit.....9

2.3.2 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชั่นที่พัฒนาจากARToolKit 11

2.3.3 ตัวอย่างโปรแกรมที่สร้างขึ้นด้วย ARToolKit.....12

2.4 ไลบรารี OpenGL (Open Graphic Library).....13

2.5 Coordinate System ในงานคอมพิวเตอร์กราฟฟิกและคอมพิวเตอร์วิชั่น.....14

2.5.1 Rendering Coordinate System 15

2.5.2 Transformation.....17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบระบบ.....19

3.1 ความต้องการหน้าที่การทำงานของโปรแกรม (Functional Requirement).....19

3.2 ยูสเคลสไดอะแกรม (Use case Diagram).....20

3.3 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram).....27

3.4 ซีเควสซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram).....29

3.5 การออกแบบหน้าจอโปรแกรม.....32

บทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมและทดสอบ.....37

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม.....37

4.2 การเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit.....37

4.2.1 โครงสร้างพื้นฐาน.....38

4.2.2 ฟังก์ชั่นของเทคโนโลยีเสริมจริง.....38

4.2.3 ฟังก์ชั่นรับค่าจากกล้องวีดีโอ.....39

4.3 การใช้งานฟังก์ชั่นของซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit พัฒนาโปรแกรม.....39

4.3.1 ขั้นแรก (Initialization).....40

4.3.2 การทำงานหลัก (Main Loop).....41

4.3.3 จบการทำงาน (Shutdown).....44

4.4 การเรียกใช้งานฟังก์ชั่นของซอฟต์แวร์ไลบรารีOpenGL.....44

4.5 การทดสอบโปรแกรม ARGarden Design.....46

บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ.....56

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงการ.....56

5.2 ข้อเสนอแนะ.....56

บรรณานุกรม.....58

ภาคผนวก.....59

ภาคผนวก ก. 60

การติดตั้ง GLUT บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows).....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows)...62
ตัวอย่างการเรียกใช้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit.....62
ภาคผนวก ข. 64
ขั้นตอนการติดตั้งและใช้งานโปรแกรม ARGarden Design.....65
ประวัติผู้เขียน.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 คำอธิบายยูสเคส Connect Camera.....22

3.2 คำอธิบายยูสเคส Place and Arrange.....23

3.3 คำอธิบายยูสเคส Chang Camera View.....23

3.4 คำอธิบายยูสเคส Save Display.....24

3.5 คำอธิบายยูสเคส Map PatternModel.....24

3.6 คำอธิบายยูสเคส Check Status.....25

3.7 คำอธิบายยูสเคส Add Model.....25

3.8 คำอธิบายยูสเคส Calculate.....26

3.9 คำอธิบายยูสเคส Create Report.....26

3.10 คำอธิบายคลาส Pattern.....27

3.11 คำอธิบายคลาส Mapping.....28

3.12 คำอธิบายคลาส Model.....28

4.1 อธิบายการเรียกใช้งานฟังก์ชั่นของโปรแกรม.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงอุปกรณ์ Head-Mounted Display.....5
2.2 ตัวอย่างการนำ AR ไปประยุกต์ใช้.....5
2.3 แสดงการประยุกต์ใช้ AR ในการสอนช่างของบริษัท BMW.....6
2.4 ตัวอย่างการนำ VR ไปประยุกต์ใช้.....7
2.5 แสดงองค์ประกอบของระบบ Monitor – Based Augmented Reality System.....7
2.6 แสดงองค์ประกอบของวัตถุในโลกจริงและในโลกเสมือนที่ซ้อนทับกัน.....8
2.7 สถาปัตยกรรมของโปรแกรม ARToolKit.....10
2.8 แสดงเส้นทางการส่งข้อมูลของโปรแกรม ARToolKit 10
2.9 แสดงหลักการทำงานของตัวอย่างแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาด้วยไลบรารี ARToolKit.....11
2.10 แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมARToolKit จนได้ภาพวัตถุเสมือนภาพกราฟฟิก.....12
2.11 แสดงเกมส์ที่แสดงผลเป็นภาพเสมือน.....12
2.12 แสดงแอปพลิเคชั่นพิพิธภัณฑ์เสมือน.....13
2.13 ภาพการแสดงผลภาพกราฟฟิกที่มีความกว้าง ยาว และลึกให้แสดงบน Marker Card.....14
2.14 หลักการสร้างภาพเสมือนบนแผ่นกระดาษ(Marker card).....15
2.15 แสดงวัตถุทั้งหมดที่สร้างขึ้นใน world coordinate และการกำหนด view coordinate.....15
2.16 แสดงการกำหนดตำแหน่งและทิศทางการมองวัตถุ.....16
2.17 แสดงการกำหนดตำแหน่งกล้องที่ตำแหน่งบนแกน Z ทางด้านบวก.....16
2.18 การฉายภาพวัตถุแบบ Parallel projection.....17
2.19 แสดง viewing volume ที่ถูกกำหนดโดย glOrtho().....17
2.20 แสดงตำแหน่งภาพที่ถ่ายจากกล้องโดยวิธีการ perspective projection.....18
3.1 รูปแสดง Use case diagram ของโปรแกม.....20
3.2 รูปแสดง Class Diagram ของโปรแกรม.....27
3.3 รูปแสดง Sequence System Diagram ของโปรแกรม.....29
3.4 รูปแสดง Sequence Add Model Diagram ของโปรแกรม.....30
3.5 รูปแสดง Sequence Map Pattern Diagram ของโปรแกรม.....30
3.6 รูปแสดง Sequence Calculate Price Diagram ของโปรแกรม.....31
3.7 รูปแสดง View Status Diagram ของโปรแกรม.....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.8 การออกแบบหน้าหลักของโปรแกรม.....32
3.9 การออกแบบหน้าแสดงสถานะของโปรแกรม.....32
3.10 การออกแบบหน้ากำหนดความสัมพันธ์ของแพทเทิร์นกับโมเดลสามมิติ.....33
3.11 การออกแบบหน้าเพิ่มโมเดลสามมิติ.....33
3.12 การออกแบบหน้าแสดงผลโปรแกรมที่รับค่าจากกล้องเวปแคม.....34
3.13 การออกแบบหน้าแสดงคำนวณราคาโมเดลที่เลือกใช้.....35
3.14 การออกแบบหน้าแสดงรายงาน.....35
3.15 การออกแบบหน้าช่วยเหลือผู้ใช้งาน.....36
4.1 แสดงโครงสร้างแบบลำดับขั้นของไลบราลี.....38
4.2 รูปแสดงการถ่ายภาพแผ่นกระดาษ(Marker Card) ด้วยกล้องเวปแคม.....42
4.3 รูปแสดงที่เก็บไฟล์(textfile) ชื่อ object_data.txt.....43
4.4 รูปแสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม ARGarden Design.....46
4.5 รูปแสดงเมนู Status ของโปรแกรม.....47
4.6 รูปแสดงรายการโมเดลของโปรแกรม.....47
4.7 รูปแสดงการเปลี่ยนโมเดล.....48
4.8 รูปแสดงข้อความบอกว่าได้ทำการสร้างความสัมพันธ์สมบูรณ์แล้ว.....48
4.9 รูปแสดงเมนู Mapping ของโปรแกรม.....49
4.10 รูปแสดงเมนูรายการโมเดล 3 มิติทั้งหมด.....49
4.11 รูปแสดงข้อความการบันทึกสมบูรณ์.....50
4.12 รูปแสดงเมนู Add Model ของโปรแกรม.....50
4.13 รูปแสดงข้อความเตือนเมื่อผู้ใช้งานเปิดโปรแกรมโดยยังไม่ได้เชื่อมต่อกล้องที่ต้องให้.....51
4.14 รูปแสดงหน้าจอการตั้งค่าการใช้งานกล้องเวปแคม 51
4.15 รูปแสดงเมนู Display ของโปรแกรม.....52
4.16 รูปแสดงเมนู Report ของโปรแกรม.....52
4.17 รูปแสดงรายงาน.....53
4.18 รูปแสดงเมนู Help and About ของโปรแกรม.....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.19 รูปแสดงตำแหน่งการจับภาพของกล้องของโปรแกรม ARGarden Design 54
4.20 รูปแสดงการเรียกใช้งานการบันทึกภาพหน้าจอของโปรแกรม.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้การใช้งานด้านกราฟฟิกของภาพ 3 มิติ (Three-dimensional) ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความน่าสนใจและการนำไปใช้งานจนประสบความสำเร็จไม่ว่าจะเป็นการนำกราฟฟิกภาพ 3 มิติเป็นส่วนหนึ่งที่นำไปใช้ทางการแพทย์โดยการสร้างภาพอวัยวะซ้อนทับภาพที่เกิดจากการทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) การสร้างปรากฏการณ์ลวงตาต่างๆ ในภาพยนต์ ทางการทหารจะสร้างเหตุการณ์จำลองในการฝึกซ้อมกระโดดร่ม หรือเหตุการณ์จำลองในการฝึกให้ทหารขับเครื่องบิน ทางการศึกษา และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เนื่องจากความสามารถที่ตรวจจับ การตัดแบ่งขอบเขตระบุตำแหน่ง การรู้จำ การเลื่อน (translation) และการหมุน (rotation) ของวัตถุสังเคราะห์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลภาพกราฟฟิกให้ปรากฏในจอคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมจริงมากที่สุด

การนำเอาเทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality : AR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนารูปแบบการใช้งานติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สังเคราะห์วัตถุเสมือนจริงลงไปในสภาพแวดล้อมจริง ที่ต้องใช้เทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality : VR) โดยที่วัตถุเสมือนนั้นๆ จะถูกสร้างมาผสมกับสภาพแวดล้อมในโลกจริงในรูปแบบ 3 มิติ และแสดงผลแบบที่ผู้ใช้กับระบบมีความสอดคล้องกันสามารถโต้ตอบกับระบบที่สร้างขึ้น (real time) เทคโนโลยีเสริมจริงเป็นเทคนิคช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรับรู้ระบบที่สร้างขึ้นของผู้ใช้งานด้วยข้อมูลดิจิทัลที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ โดยผ่านจากการสวมใส่อุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายแว่นตา หรืออุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ ทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ตามความเป็นจริง เทคโนโลยีเสริมจริงใช้เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ที่คล้ายคลึงกับระบบภาพเสมือนจริงแต่ทั้งสองระบบมีความแตกต่างกันที่ เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นระบบที่สร้างภาพกราฟฟิกจำลองสถานการณ์ขึ้นมาทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุด ในขณะที่เทคโนโลยีเสริมจริงเป็นเทคนิคที่รวมภาพระหว่างภาพจริงที่ได้จากกล้องวีดีโอในมุมมองของผู้ใช้พร้อมกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สร้างขึ้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทำให้เกิดแรงบันดาลใจ ในการศึกษาทฤษฎี และวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองภาพกราฟฟิก 3 มิติ โดยใช้วิธีการของคอมพิวเตอร์กราฟฟิก และเทคโนโลยีเสริมจริง โดยใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ที่ใช้เทคนิคหลักการของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) ในการคำนวณตำแหน่งจริงที่ได้จากกล้องถ่ายภาพ และอ้างอิงกับตำแหน่งที่กำหนดไปยังแผ่นกระดาษ (Marker card) ที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมทิศทางของวัตถุ 3 มิติเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะใช้งานร่วมกับกล้องวีดีโอ นำมาพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนเพื่อใช้ประโยชน์ในการช่วยเพิ่มภาพลักษณ์ของการใช้เทคโนโลยี เพื่อนำเสนอการออกแบบสวนด้วยภาพกราฟฟิกให้กับธุรกิจรับออกแบบสวนให้เกิดความน่าสนใจ และยังเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมนี้มุ่งหวังเพื่อศึกษา และประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิก เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ด้วยวิธีการของซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit มาใช้ในการแสดงผลภาพกราฟฟิก 3 มิติในตำแหน่งที่ถูกต้อง

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีหลายอย่างเช่น Image Processing, Computer Graphic เป็นต้น ในการพัฒนาระบบงานมีการศึกษาทฤษฎีที่นำมาใช้ดังนี้

1. ศึกษาการเขียนโปรแกรมในแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) โครงการนี้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ C++ ในการพัฒนาโปรแกรม
2. ศึกษาการใช้งานบน Microsoft Visual C++ ในชุดงาน Microsoft Visual Studio.NET
3. ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ร่วมกับไลบรารี OpenGL เพื่อสร้างโปรแกรมประยุกต์ที่รับภาพจากกล้องเว็บแคม เพื่อซ้อนแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นกับภาพของสภาพแวดล้อมจริง และแสดงภาพที่ได้ทางจอภาพ
4. ศึกษาหลักการทางคอมพิวเตอร์กราฟฟิก และคอมพิวเตอร์วิชั่นเกี่ยวกับการ Rendering Coordinate System, Transformation

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาพัฒนาระบบงานนี้มีขอบเขตของการศึกษา คือ การศึกษาทฤษฎีทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิกเกี่ยวกับการวาด ระบุพิกัดภาพโคออร์ดิเนต 3 มิติ (Rendering Coordinate System) และการฉายภาพบนระนาบการมองเห็น (Perspective Projection) พร้อมทั้งทำการศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ร่วมกับซอฟต์แวร์ไลบรารี OpenGL เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงให้ใช้งานติดต่อกับกล้องเว็บแคมเพื่อรับสัญญาณภาพ และแสดงผลภาพวัตถุ 3 มิติซ้อนทับภาพจริงให้ตรงกับตำแหน่งและลวดลายบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นกระดาษ (Marker Card) ที่กำหนดไว้ ผู้ใช้งานสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมที่สร้างขึ้นอย่างทันทีทันใด (real time)

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาและทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่มีความสามารถในการแสดงผลภาพกราฟฟิก 3 มิติในตำแหน่งที่กำหนด โดยแสดงภาพตอบสนองต่อทิศทาง ระยะห่าง และความยาวโฟกัสของกล้องเว็บแคมที่จับภาพแผ่นกระดาษ (Marker card) ในแบบอัตโนมัติ
2. ศึกษาและพัฒนาเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถแสดงผลให้ดูเสมือนหนึ่งว่าแบบจำลอง 3 มิติมีอยู่ในภาพเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (real time)
3. พัฒนาโครงการที่มีการใช้งานอุปกรณ์การแสดงผลภาพจอคอมพิวเตอร์ และกล้องเว็บแคมให้แสดงผลเทคโนโลยีเสริมจริงที่มีประสิทธิภาพ โดยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์
4. ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolkit ร่วมกับซอฟต์แวร์ไลบรารี OpenGL เพื่อแสดงผลภาพกราฟฟิกในเทคโนโลยีเสริมจริง
5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การนำทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์กราฟฟิกจากที่ได้ศึกษา สามารถพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และมีประโยชน์ต่อธุรกิจรับออกแบบสวนเป็นการนำเสนอการออกแบบสวนในแบบ 3 มิติ การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาในลักษณะ Object Oriented ซึ่งสามารถนำ Object ต่างๆ ไปใช้งานที่มีความสอดคล้อง หรือเกี่ยวข้องกันได้ (Reuse) นอกจากนี้ยังคาดหวังว่าโปรแกรมที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality) ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะสามารถนำไปพัฒนาและเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อนำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ด้านอื่นๆ ต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เทคโนโลยีเสริมจริงและเครื่องมือในการพัฒนา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรม และพื้นฐานของการพัฒนาโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิก ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) และเทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality) หลักการ Coordinate System ในงานคอมพิวเตอร์กราฟฟิกและคอมพิวเตอร์วิชั่น ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ไลบรารี OpenGL และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษา และใช้ในการพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง

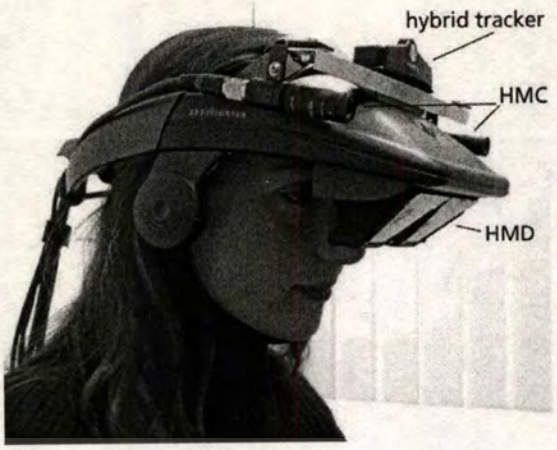
2.1 เทคโนโลยีเสริมจริง(Augmented Reality) และเทคโนโลยีเสมือนจริง(Virtual Reality)

เทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality : AR) คือ ระบบการรวบรวมภาพระหว่างภาพจริงที่ได้จากกล้องวีดีโอในมุมมองของผู้ใช้พร้อมกับข้อมูลหรือวัตถุเสมือนที่มีลักษณะเป็นภาพกราฟฟิกเพื่อเป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดในสภาพแวดล้อมจริงนั้นๆ โดยภาพเสมือนที่ผู้ใช้มองเห็นจะต้องเปลี่ยนแปลง และตอบสนองแบบทันทีทันใด (real time) เทคโนโลยีเสริมจริงจึงเป็นระบบที่สามารถวางซ้อนทับระหว่างวัตถุสังเคราะห์สามมิติเข้ากับภาพจริงที่มองเห็นของผู้ใช้ตามตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งการสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวทำได้โดยการติดตาม บันทึกตำแหน่ง (detect position) และการเปลี่ยนทิศทาง (orientation) ของการใช้อุปกรณ์และผลจากผู้ใช้ การใช้ข้อมูลนี้จะใช้ขณะที่มีการสร้างมิติของภาพ (graphic rendering)

การใช้งานเทคโนโลยีเสริมจริงมักมีข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การนำเข้าข้อมูลที่ใช้มีลักษณะคล้ายกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น อุปกรณ์ใส่ศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) เป็นต้น เทคโนโลยีเสริมจริงใช้เทคนิคการแสดงผล 2 แบบดังนี้ (สยาม เจริญเสียง)

- การนำภาพเสมือนที่สังเคราะห์มาแล้วซ้อนทับในสภาพแวดล้อมจริงที่ผู้ใช้มองเห็น (Optical See-through Head-Mounted Display)
- แบบที่นำภาพจริงที่ได้จากกล้องวีดีโอกับภาพเสมือนมาสังเคราะห์รวมกันก่อนแล้วจึงแสดงผลให้ผู้ใช้งานมองเห็น (Video See-through Head-Mounted Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงอุปกรณ์ Head-Mounted Display

ด้วยความสามารถของเทคโนโลยีเสริมจริงจึงมีการนำมาประยุกต์ใช้โดยสร้างแอพพลิเคชั่นที่ตอบสนองต่อการใช้งานในหลากหลายด้านดังนี้

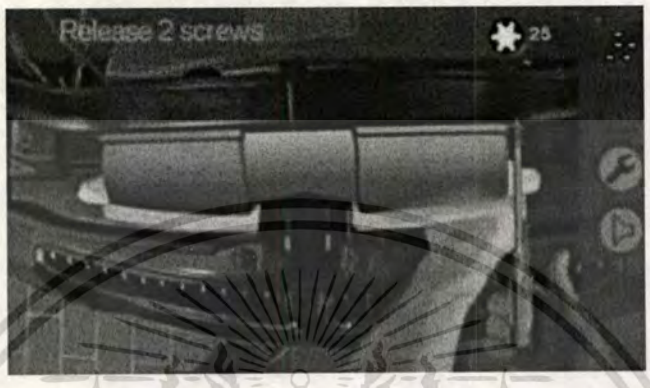
- ด้านการแพทย์เพื่อให้แพทย์สามารถทำการผ่าตัดไปยังบริเวณที่ผู้ใช้งานไม่เห็นได้โดยการมองไปที่ภาพอุลตราซาวด์ที่ปรากฏซ้อนอยู่บนร่างกายของคนไข้ หรือทำการจำลองภาพสังเคราะห์ให้ซ้อนทับลงในภาพที่ได้จากการทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) ด้วยคุณสมบัติการแสดงผลภาพเป็นแบบสามมิติทำให้แพทย์สามารถใช้งานแอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นได้หลายมุมมอง

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการนำ AR ไปประยุกต์ใช้

- ด้านการทำงานของพนักงานดับเพลิงที่สามารถมองเห็นโครงสร้าง แผนผังทางหนีไฟของอาคารที่ไฟกำลังไหม้อยู่ เพื่อช่วยให้พวกเขาสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่มองไม่เห็นได้
- ด้านการบันเทิงใช้สร้างปรากฏการณ์ลวงตาในภาพยนต์ หรือการรายงานข่าวทางโทรทัศน์มีการสร้างภาพกราฟฟิกขึ้นมาในขณะที่มีการรายงานสด ทำให้การรายงานข่าวมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

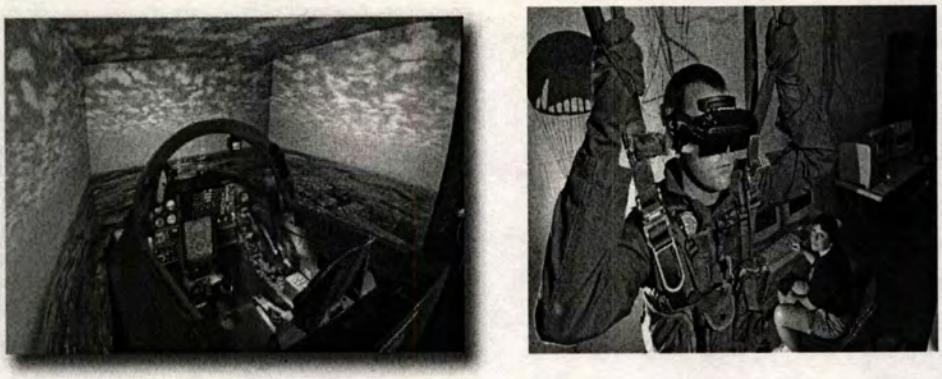
- ด้านการผลิตและซ่อมแซมเครื่องจักร ประโยชน์ที่จะได้ในงานนี้คือทำให้ช่างเข้าใจและปฏิบัติงานได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการฝึกสอนโดยใช้การสร้างวัตถุสังเคราะห์ซ้อนทับภาพของอุปกรณ์จริงและมีการแสดงข้อความในขณะที่ช่างทำการซ่อมอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ด้วย บริษัทผลิต และจำหน่ายรถยนต์ BMW ใช้เทคโนโลยีเสริมจริงในการสร้างคู่มือการซ่อมแซมรถยนต์ให้ช่างในบริษัททำการศึกษา



รูปที่ 2.3 แสดงการประยุกต์ใช้ AR ในการสอนช่างของบริษัท BMW

Augmented Reality เป็นวิทยาการแขนงหนึ่งที่มีผู้ศึกษาควบคู่มากับเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality : VR) คือ การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ประกอบกันเพื่อจำลองสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์มีความรู้สึกเหมือนตัวเองได้เข้าไปอยู่ในสถานที่ที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น และสามารถเข้าไปสัมผัสกับสิ่งที่ปรากฏอยู่บนจอภาพได้เหมือนจริงคือภาพ 3 มิตินั่นเอง อุปกรณ์ในการนำเข้าข้อมูลจึงต้องพัฒนาให้สามารถรับรู้ข้อมูลได้ใน 3 ระนาบ คือ แกน x แกน y และแกน z โดยสามารถรับรู้ได้หลายรูปแบบของประสาทสัมผัสของมนุษย์ซึ่งได้แก่ ภาพ เสียง และสัมผัส ซึ่งอินเตอร์เฟสแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน อินเตอร์เฟสที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์มีนอกเหนือจากการใช้จอภาพ คีย์บอร์ด แล้วยังจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ในการนำเข้าข้อมูลอื่นด้วย เช่น อุปกรณ์ใส่ศีรษะ (Head Mounted Display : HMD) คือ แว่นเพื่อดูภาพ 3 มิติ ใส่หูฟัง สวมถุงมือ (Sensor Glove) เพื่อให้เกิดความรู้สึกเสมือนสัมผัสกับวัตถุในจอภาพ เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน เช่น ทางด้านสถาปัตยกรรมสร้างระบบเสมือนจริงช่วยให้นักออกแบบเสนองานแก่ลูกค้าด้วยระบบ 3 มิติ และเดินผ่านเข้าไปในห้องต่างๆ ตามโครงสร้างทางกายภาพที่ออกแบบไว้ เพื่อที่สามารถจับสิ่งต่างๆ เคลื่อนย้ายได้ตามความต้องการ ทางด้านกีฬาจะเป็นการประสานทักษะทางด้านกีฬาของผู้เชี่ยวชาญกับคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของเทคโนโลยีการสื่อสารมาสร้างในระบบเสมือนจริง เพื่อใช้ในการฝึกทักษะด้านกีฬา เช่น เทนนิส กอล์ฟ ซึ่งจะช่วยให้นักกีฬาสามารถเรียนรู้ ฝึกซ้อม และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการเล่นกีฬาได้ นอกจากนี้นักบินยังใช้ฝึกทักษะในสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่ไม่สามารถทำได้ในชีวิตจริงเนื่องจากมีความเสี่ยงเกินไป

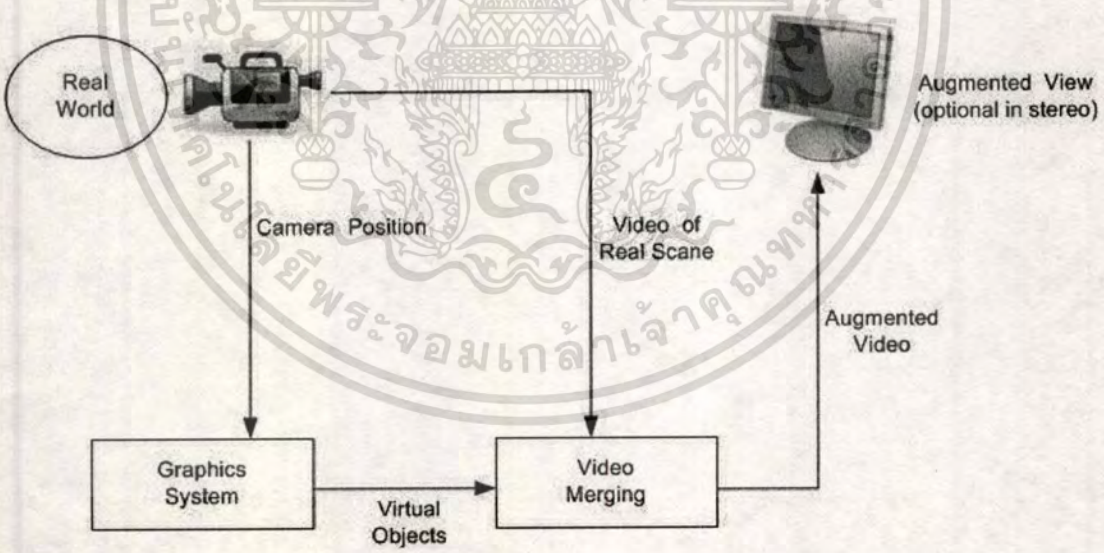
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการนำ VR ไปประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีเสริมจริงใช้เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ที่คล้ายคลึงกับเทคโนโลยีเสมือนจริงแต่ทั้งสองระบบนี้มีความแตกต่างกันอยู่ที่เทคโนโลยีเสมือนจริงพยายามสร้างโลกที่เสมือนจริงแห่งใหม่แทนที่โลกแห่งความเป็นจริงในขณะที่เทคโนโลยีเสริมจริงพยายามเพิ่มเติมข้อมูลจากภาพที่ได้จากการสังเคราะห์ใช้รวมเข้ากับโลกแห่งความเป็นจริงได้ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เนคเทค สวทช.)

2.2 Monitor – Based Augmented Reality System



รูปที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบของระบบ Monitor – Based Augmented Reality System

เทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality) ที่ใช้แสดงภาพผ่านทางจอมอนิเตอร์มีส่วนประกอบตามรูปที่ 2.5 ใช้เทคนิคแบบ Monitor-Based Augmented Reality System เพื่อผสมผสานภาพที่ถ่ายด้วยกล้องวีดีโอแล้วนำมาผสมกับวัตถุสังเคราะห์สามมิติที่สร้างขึ้นแล้วแสดงผลออกมาทางจอมอนิเตอร์มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.กล้องวีดีโอเป็นส่วนที่นำสัญญาณภาพจากสิ่งแวดล้อมจริงเข้าสู่ระบบ

2. ระบบตรวจหาตำแหน่งของกล้องวีดีโอ (Camera position) เพื่อบอกตำแหน่งของกล้อง ใช้ระบบสังเคราะห์วัตถุสามมิติ

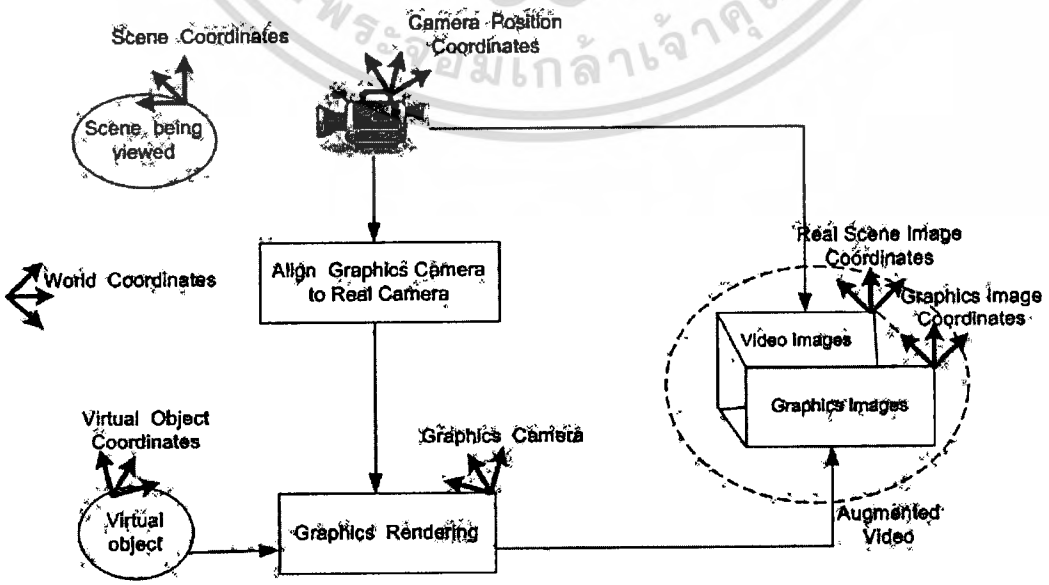
3. ระบบสังเคราะห์วัตถุสามมิติที่จะทำการแสดงผลบนหน้าจอมอนิเตอร์ไปผสมรวมกับภาพจริง (Graphics System)

4. ระบบประมวลผลวัตถุสังเคราะห์สามมิติรวมกับภาพที่ถ่ายจากกล้องวีดีโอ (Video Merging) ผลที่ได้ คือ ภาพวีดีโอที่นำเสนอทางจอมอนิเตอร์ (Augmented Video)

5. หน้าจอมอนิเตอร์แสดงภาพของเทคโนโลยีเสริมจริงที่สร้างขึ้น (Augmented View)

จุดมุ่งหมายสำคัญของเทคโนโลยีเสริมจริง คือ ต้องทำให้ผู้ที่ดูภาพวัตถุสังเคราะห์สามมิติที่สร้างขึ้นแสดงผลอย่างกลมกลืนในฉากหลังที่เป็นภาพจริง และวัตถุสังเคราะห์ต้องมีการตอบสนองในแบบทันทีทันใด (real time) เสมือนหนึ่งเป็นวัตถุจริงที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น สามารถเปลี่ยนตามระยะห่าง หรือตามระยะโฟกัสของกล้องที่เปลี่ยนไป สามารถตอบสนองต่อการถูกบังคับจากวัตถุจริง

การบันทึกภาพโดยอุปกรณ์บันทึกภาพอย่างเช่น กล้องวีดีโอ กล้องถ่ายภาพนิ่ง กล้องเว็บแคม การเปลี่ยนตำแหน่ง และทิศทางการมอง (Viewing transformation) จากโลกสามมิติ (3D world) ให้กลายเป็นการแสดงผลแบบสองมิติ (2D image plane) ที่จอภาพมอนิเตอร์ กล่าวได้ว่าอุปกรณ์บันทึกภาพทำหน้าที่ฉายภาพวัตถุบนระนาบการมองภาพ (perspective projection) ซึ่งปัจจัย (parameter) ของตัวอุปกรณ์ซึ่งแบ่งเป็นสองอย่าง คือ ปัจจัยภายในซึ่งได้แก่ ความยาวโฟกัส ตำแหน่งของกล้อง ความเพี้ยนของเลนส์ และปัจจัยภายนอก ได้แก่ ตำแหน่งของกล้อง มุมกล้อง ซึ่งทั้งหมดรวมกันเป็นตัวกำหนดลักษณะของภาพที่นำมาแสดงผล จะเป็นข้อมูลที่ระบบสังเคราะห์วัตถุใช้ในการสร้าง และผสมวัตถุในภาพด้วย



รูปที่ 2.6 แสดงองค์ประกอบของวัตถุในโลกจริงและในโลกเสมือนที่ซ้อนทับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไลบรารี ARToolKit

ARToolKit เป็นซอฟต์แวร์ไลบรารีที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ARToolKit พัฒนาคำสั่งด้วยภาษา C และ C++ ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ไลบรารี ARToolKit ได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์

ARToolKit ถูกออกแบบมาให้ทำงานได้บนระบบปฏิบัติการต่างๆ อาทิ เช่น SGI IRIX/ Linux/ Mac OS X และ PC Windows(95/ 98/ NT/ 2000/ XP) ในปัจจุบันนี้ ARToolKit รับพัฒนาโปรแกรมออกมาหลายเวอร์ชั่น ซึ่งแต่ละเวอร์ชั่นการทำงานแต่ละฟังก์ชั่นมีความคล้ายคลึงกันทุกเวอร์ชั่นของโปรแกรม ARToolKit รองรับภาพที่ได้จากการถ่ายจากวีดีโอ และการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงขึ้นมาในลักษณะของภาพกราฟฟิก ดังนั้นประสิทธิภาพของโปรแกรมจึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และความแตกต่างของฮาร์ดแวร์แสดงผลแต่ละชนิดที่เลือกนำมาใช้งาน

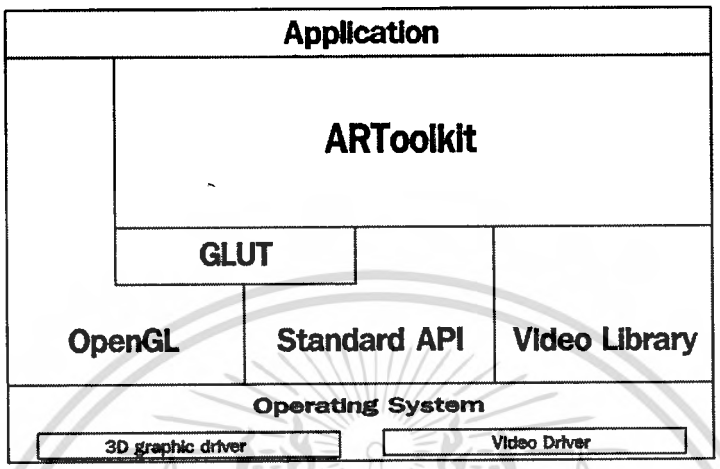
สิ่งที่สำคัญของการสร้างภาพวัตถุเสมือน คือ การคำนวณตำแหน่งของภาพที่ได้รับมาจากกล้องวีดีโอ หรือจากการสร้างภาพกราฟฟิกขึ้นมา ซึ่งโปรแกรม ARToolKit จะใช้เทคนิคหลักการของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) ในการคำนวณตำแหน่งจริงที่ได้จากกล้องถ่ายภาพมาและอ้างอิงกับตำแหน่งที่กำหนดไปยังแผ่นกระดาษ (Marker card) โดยมีการติดตามตำแหน่งของภาพนั้นด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่โปรแกรมสามารถจะทำได้ คือ 30 เฟรมต่อวินาทีบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (800 MHz Pentium III) ARToolKit จึงเป็นแบบอย่างการใช้งานระหว่างกล้องวีดีโอกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากความเร็วและการสร้างภาพวัตถุเสมือนเป็นสิ่งใหม่ที่น่าสนใจ (Hirokazu K, et. al. 2000)

2.3.1 โครงสร้างของ ARToolKit

ARToolKit ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานติดต่อแอปพลิเคชั่นกับระบบปฏิบัติการ แต่ ARToolKitไม่สามารถทำงานกับระบบปฏิบัติการได้โดยตรง จำเป็นต้องมี API (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นอินเตอร์เฟสชนิดหนึ่งที่ให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนคำสั่งการเรียกใช้งานต่างๆ ของโปรแกรม API จึงมีหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานของโปรแกรมนั้นกับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และวีดีโอไลบรารี ซึ่งมีชุดคำสั่งที่ทำให้ การทำงานของกล้องวีดีโอกับโปรแกรมมีการทำงานเชื่อมต่อกันได้กับระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ ARToolKit จะใช้งานการสร้างภาพ 3 มิติจาก OpenGL เพื่อแสดงผลเป็นภาพวัตถุเสมือน การทำงานของ ARToolKit ร่วมกับ OpenGL ต้องมี GLUT (OpenGL Utility Toolkit) ซึ่ง GLUT สนับสนุนในการเขียนโปรแกรมด้านกราฟฟิก โดยจะมีชุดคำสั่งพิเศษเพิ่มขึ้นมาเพื่อช่วยผู้ใช้งานโปรแกรม เช่น การสร้างหน้าต่างใหม่ การติดต่อกับอุปกรณ์มาตรฐาน เช่น คีย์บอร์ด เมาส์และแผ่นกระดาษ (Marker card) ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโปรแกรมจำเป็น

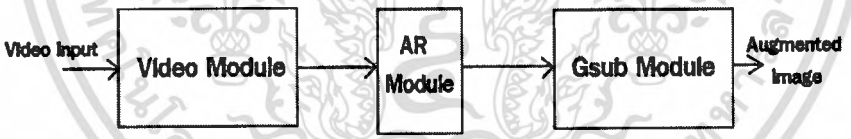
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมี ไดร์เวอร์ของการใช้งานภาพ 3 มิติ และกล้องวีดีโอ เพราะไดร์เวอร์ คือ โปรแกรมทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานงานระหว่างฮาดร์แวร์ และระบบปฏิบัติการให้สามารถทำงานร่วมกันได้ (Hirokazu K, et. al. 2000)



รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมของโปรแกรม ARToolKit

ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอปพลิเคชั่นที่ขึ้นต่อ ARToolKit ซึ่งจะเชื่อมต่อกับวีดีโอเพื่อรับภาพเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยผ่านโมดูลต่างๆ เพื่อทำการประมวลผลภาพที่ได้ ให้ออกมาในรูปแบบของภาพเสมือนแต่ละโมดูลที่เกี่ยวข้องมีดังนี้



รูปที่ 2.8 แสดงเส้นทางการส่งข้อมูลของโปรแกรม ARToolKit

Video Module : ขั้นตอนที่เก็บรวบรวมภาพที่ได้มาจากการจับภาพของกล้องวีดีโอในแต่ละเฟรมให้อยู่ในมาตรฐานแพลตฟอร์ม SDK

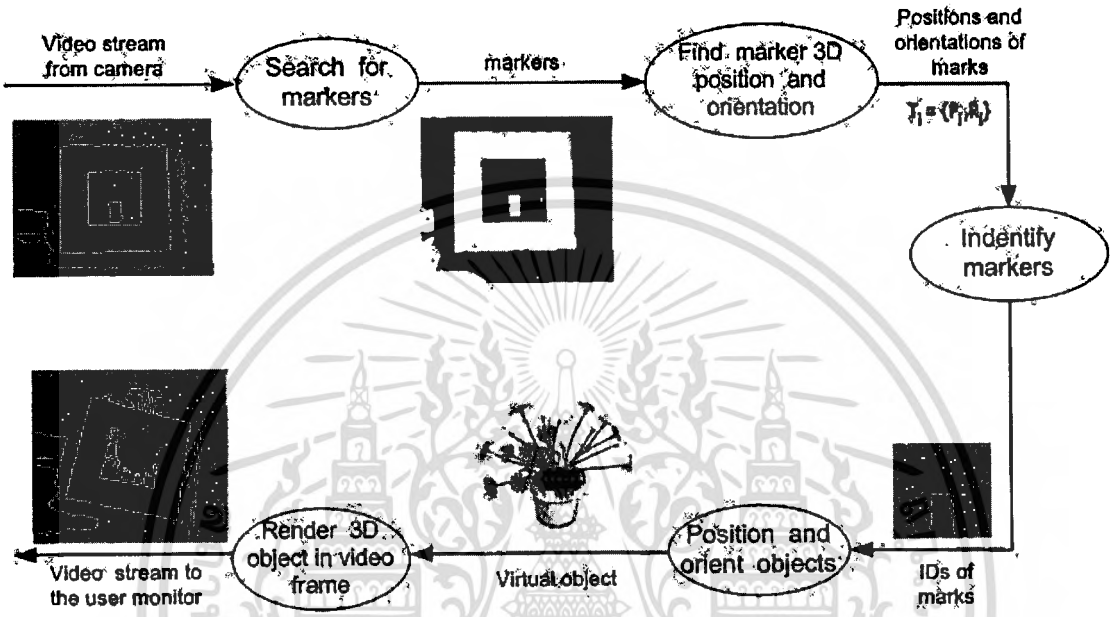
AR Module : ส่วนสำคัญของโมดูลที่ติดตามและจดจำตำแหน่งค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงของภาพในแต่ละเฟรม

Gsub Module : ขั้นตอนที่เก็บรวบรวมภาพกราฟฟิกจากการเลื่อนตำแหน่งของภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอบนพื้นฐานการใช้งานของ OpenGL และมีไลบรารี GLUT เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก GLUT จะมีชุดคำสั่งพิเศษเพิ่มขึ้นมาเพื่อช่วยสนับสนุนการใช้งานให้ง่ายขึ้น เช่น การสร้างหน้าต่างใหม่ การติดต่อกับอุปกรณ์มาตรฐานจำพวก คีย์บอร์ด และเมาส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาจาก ARToolKit

การทำงานของ ARToolKit เป็นแอปพลิเคชั่นที่สร้างภาพเสมือนวางทับซ้อนกับภาพที่อ้างอิงกับวีดีโอ สิ่งสำคัญอยู่ที่การหาตำแหน่งกรอบสี่เหลี่ยมที่บอกว่าแผ่นกระดาษ (Marker Card) มีการหมุนเอียงไปในแนวใด เพื่อสามารถแสดงผลภาพเสมือนจริงให้ผสมกับฉากหลังได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

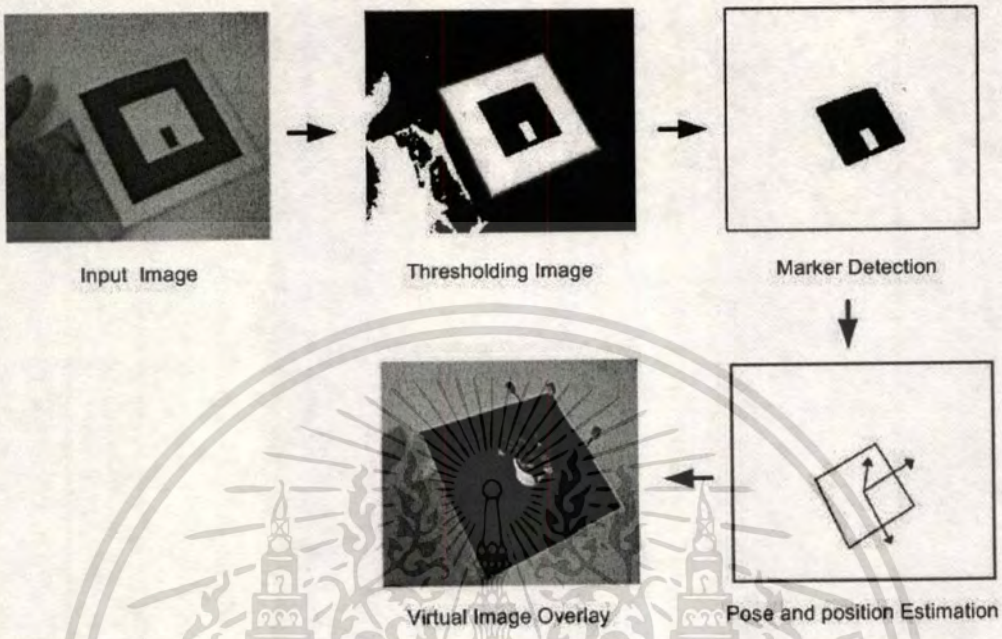


รูปที่ 2.9 แสดงหลักการทำงานของตัวอย่างแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาด้วยไลบรารี ARToolKit

1. รับภาพจากกล้องวีดีโอที่ถ่ายภาพแผ่นกระดาษ (Marker card) จากนั้นโปรแกรมจะทำการเปลี่ยน แปลงสีให้มีค่าเป็น 1, 0 ภาพที่ได้นั้นจะมีแค่สีดำกับสีขาว
2. กำหนดจุดรอบกรอบสีดำที่เห็นชัดให้ได้กรอบสี่เหลี่ยมใหม่ขึ้นมา เพื่อนำสี่เหลี่ยมที่ได้นี้มาสร้างเป็นภาพต้นแบบ
3. ใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดตำแหน่งของภาพสี่เหลี่ยมที่ได้ใช้อ้างอิงกับตำแหน่งที่ได้จากการถ่ายจากกล้องวีดีโอโดยใช้สูตรเมตริกซ์ 3 x 4
4. จะได้ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยหลักการ Coordinate System มาตั้งค่าเพื่อกำหนดตำแหน่งของวัตถุเสมือนและวัตถุที่ได้จากการกล้อง ในกรณีที่มีการ์ดหลายๆ อันจะมีตัว IDs เป็นสัญลักษณ์ที่อยู่ตรงกลางแผ่นกระดาษ (Marker card) เพื่อกำหนดการแสดงผลภาพกราฟฟิกที่แตกต่างกัน
5. วัตถุสังเคราะห์ที่วาดขึ้นอยู่บนตำแหน่งจริง ที่ได้ทำการกำหนดค่าไว้ ซึ่งต้องใช้ OpenGL เพื่อสร้างวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติขึ้นมา
6. ขั้นตอนสุดท้าย คือ การแสดงผลของภาพวัตถุเสมือนที่ผู้ใช้งานเห็นเป็นภาพ 3 มิติบนแผ่นกระดาษที่มือถืออยู่ และสามารถควบคุมภาพ 3มิติได้โดยหมุนแผ่นกระดาษเพื่อเปลี่ยนแปลงทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการการทำงานของโปรแกรมที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ ทำให้ทราบว่าภาพกราฟฟิกที่ได้นั้น จะแสดงผลบนแผ่นกระดาษ (Marker card) นี่คือตัวอย่างของแอปพลิเคชั่นแสดงผลภาพของวัตถุเสมือน

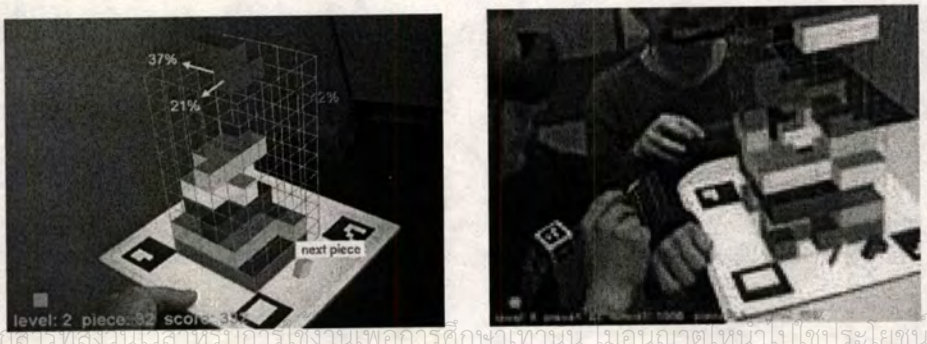


รูปที่2.10 แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม ARToolKit จนได้ภาพวัตถุเสมือนภาพกราฟฟิก

2.3.3 ตัวอย่างโปรแกรมที่สร้างขึ้นด้วย ARToolKit

การแสดงภาพวัตถุ 3 มิติบนแผ่นกระดาษ (Marker card) ที่อยู่บนมือที่เราถืออยู่นั้น เป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก และสามารถทำให้เห็นผลได้จริงด้วยซอฟต์แวร์ไลบราลีที่เรียกว่า ARToolKit มีการพัฒนาแอปพลิเคชั่นจนสามารถนำไปใช้งานได้ การนำมาใช้งานในปัจจุบันมีหลากหลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งประเภทการนำแอปพลิเคชั่นมาใช้งานได้ดังนี้ (Eric W., et. al. 2003)

- เพื่อความบันเทิง สามารถสร้างภาพ 3 มิติได้ตามจินตนาการ เช่น การพัฒนาเกมส์ที่แสดงผลเป็นภาพเสมือน โดยผู้เล่นสามารถควบคุมทิศทางการเล่นได้อย่างสมจริง



รูปที่2.11 แสดงเกมส์ที่แสดงผลเป็นภาพเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อการศึกษา สร้างแอปพลิเคชั่นขึ้นมาเพื่ออธิบายเป็นภาพ 3 มิติ เช่น นักเรียนสามารถอ่านหนังสือกายวิภาคศาสตร์ด้วยแอปพลิเคชั่นที่แสดงร่างกายของมนุษย์แสดงอวัยวะต่างๆ ในร่างกายเป็นภาพที่เสมือนจริงทำให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น หรือแพทย์สามารถสร้างแอปพลิเคชั่นแสดงภาพของหัวใจ การไหลเวียนโลหิตที่ผ่านเข้าออกหัวใจ ในลักษณะของภาพ 3 มิติที่เป็นภาพเสมือนจริงได้
- เพื่อการนำเสนอ สามารถสร้างแอปพลิเคชั่นในการสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือน คือ ใช้ภาพเสมือนแสดงสิ่งของหรือสถานที่สำคัญ โดยผู้ใช้งานสามารถมองเห็นเป็นภาพ 3 มิติ แอปพลิเคชั่นแสดงรายการสินค้า และอื่นๆ อีกมากมาย

รูปที่2.12 แสดงแอปพลิเคชั่นพิพิธภัณฑ์เสมือน

2.4 ไลบรารี OpenGL (Open Graphic Library)

OpenGL เป็นซอฟต์แวร์ไลบรารีที่ผู้พัฒนาใช้สำหรับเขียนโปรแกรมติดต่อกับฮาร์ดแวร์เพื่อการแสดงภาพกราฟฟิก โดยที่ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง OpenGL จะมีคำสั่งสำหรับการวาดภาพพื้นฐาน คือ จุด เส้น รูปเหลี่ยมต่างๆ และการแสดงภาพแรสเตอร์ ซึ่งคำสั่งพื้นฐานมีอยู่ประมาณ 120 คำสั่งที่สามารถใช้กำหนดคุณลักษณะและควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน 3 มิติ ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ไลบรารี OpenGL ได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์

OpenGL ออกแบบมาสำหรับใช้งานร่วมกับภาษา C และ C++ มีฟังก์ชันสำหรับการแสดงคุณสมบัติของวัตถุ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูป ความกว้างของเส้น สีที่วาด หรือคุณลักษณะของเท็กเจอร์ (texture) สำหรับการวาดวัตถุ OpenGL มีฟังก์ชั่นสำหรับการสร้างวัตถุ 2 มิติ และ 3 มิติ การแสดงภาพกราฟฟิกมีทั้งการใส่แสงให้กับวัตถุ 3 มิติ และการปะติดภาพลงบนพื้นผิว (Texture mapping)

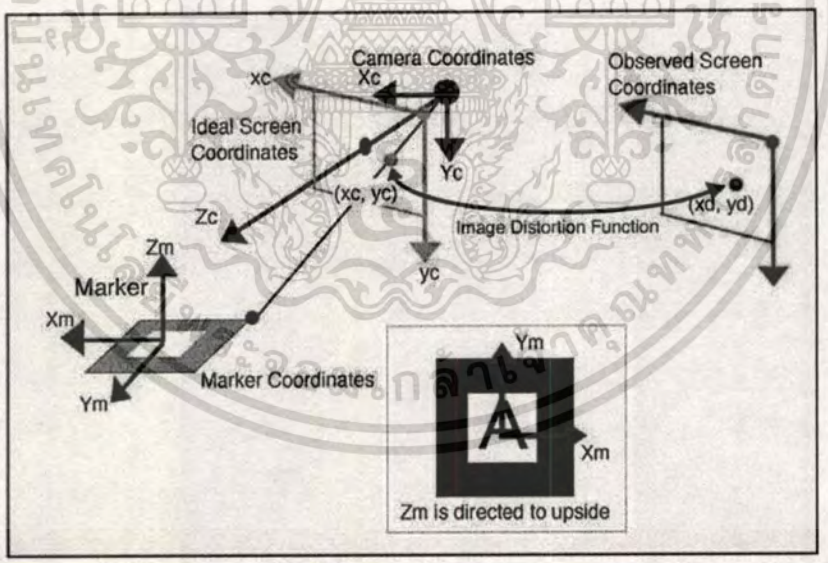
เนื่องจากโครงสร้างของ OpenGL เป็นอินเทอร์เฟซที่เป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ และสามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการหลายๆ แบบไม่ว่าจะเป็น Windows, UNIX, IBM OS/2 หรือ Apple Mac OS ด้วยเหตุผลที่ OpenGL ถูกออกแบบให้ทำงานโดยไม่ยึดติดกับระบบ สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนทุกๆ แพล็ตฟอร์ม (Independent Platform) ทำให้ OpenGL ไม่มีคำสั่งที่จัดการกับระบบปฏิบัติการเลย อีกทั้งยังไม่มีคำสั่งเพื่อรับอินพุตจากผู้ใช้ จึงเป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาโปรแกรมที่จะต้องออกแบบ และเขียนโค้ดเพื่อให้ทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (วิทวัส วิทยาชำนาญกุล, 2547)

2.5 Coordinate System ในงานคอมพิวเตอร์กราฟฟิกและคอมพิวเตอร์วิชั่น

การกำหนดตำแหน่งของภาพเป็นสิ่งสำคัญ ถ้ากำหนดตำแหน่งผิดจะทำให้พิกัดผิดพลาดได้ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยขั้นตอนการประมวลผลภาพ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะวัตถุที่แตกต่างกันได้ (Computer vision algorithm) และการ Rendering ภาพโดยรูปทรงพื้นฐาน คือ จุด, เส้น และรูปเหลี่ยม รูปทรงของวัตถุ 3 มิติจะถูกกำหนดตำแหน่งเป็นคู่ลำดับ 3 มิติ (X, Y, Z) ซึ่ง (X, Y) กำหนดจุดพิกเซล และ Z เก็บค่าความลึกของภาพ ลักษณะของรูปทรงที่เหมาะสม คือ ขอบของรูปเหลี่ยมจะต้องไม่ตัดกันเอง รูปทรงของรูปเหลี่ยมจะต้องไม่แหว่งเว้าเข้าไปภายในรูปเหลี่ยม แต่ไม่มีข้อกำหนดสำหรับจำนวนมุมของรูปเหลี่ยม ข้อบังคับเหล่านี้ทำให้การแสดงผลมีความรวดเร็ว และหากใช้รูปเหลี่ยมที่ไม่เหมาะสมก็อาจทำให้การ rendering ภาพผิดพลาดได้ (Hirokazu K, et. al. 1999)

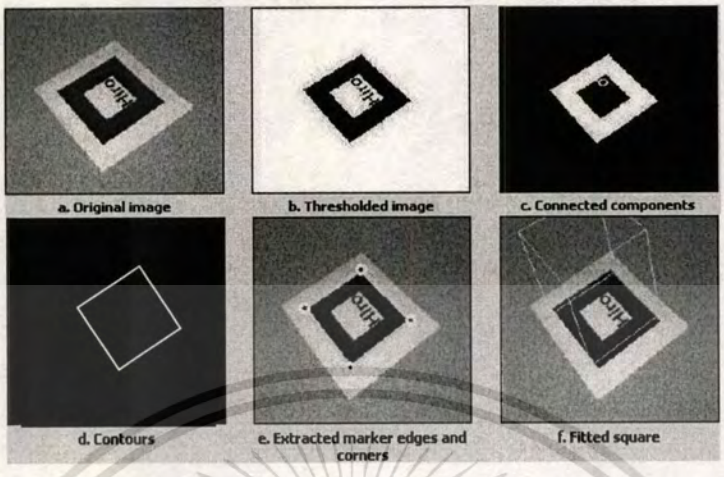


รูปที่ 2.13 ภาพการแสดงผลแบบจำลองที่มีความกว้าง ยาว และลึกโดยใช้ ARToolKit

ARToolKit มีพื้นฐานการหาค่าที่ใกล้เคียงกับการประมาณตำแหน่งโดยใช้โครงสร้างของข้อมูลที่รวดเร็ว เพื่อความถูกต้องที่มีการวัดขอบเขตจริงที่ได้จากกล้อง อันดับแรกต้องประกาศตำแหน่ง ที่ได้จากการจับภาพโดยกล้องวีดีโอ แล้วหาตำแหน่ง World Coordinate คือ (x, y, z) ตำแหน่งของวัตถุในโลกแห่งความเป็นจริง อ้างอิงกับจุดศูนย์กลางให้ขึ้นอยู่กับว่าจะกำหนดจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหนเป็นจุดศูนย์กลาง ตัวอย่างการนำหลักการ Computer Vision Algorithm สร้างภาพรูปทรงเสมือน เพื่อแสดงผลบนแผ่นกระดาษ (Marker card)

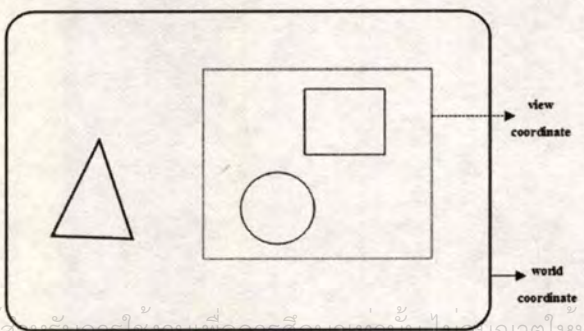


รูปที่ 2.14 หลักการสร้างภาพเสมือนบนแผ่นกระดาษ(Marker card)

2.5.1 Rendering Coordinate System

เป็นหลักการในคอมพิวเตอร์กราฟฟิก คือ การวาด และระบุพิกัดโคออร์ดิเนต 3 มิติ แต่ว่าจอภาพยังคงเป็น 2 มิติ ดังนั้นการแสดงผลจึงต้องทำการแปลงจากโคออร์ดิเนต 3 มิติให้เป็นโคออร์ดิเนต 2 มิติเพื่อระบุตำแหน่งพิกเซลได้

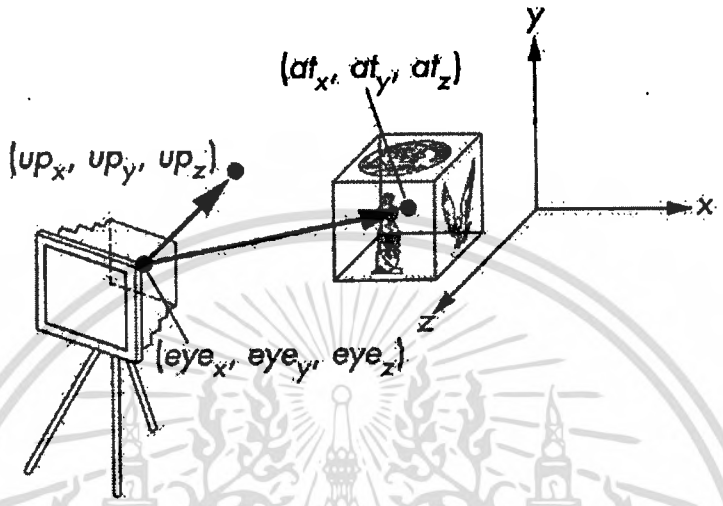
การสร้างภาพวัตถุที่โมเดลแล้วโปรเจ็กต์ไปยังตำแหน่งบนโปรเจ็กต์ชั่นเฟรม ซึ่งเรียกว่าการ rendering coordinate หลักการโปรเจ็กต์ชั่นที่นำมาใช้แสดงภาพให้มีลักษณะเป็นภาพ 3 มิติภาพที่ได้จะแสดงความใกล้ไกลของวัตถุ ขนาดภาพวัตถุจะมีขนาดเล็กลงเมื่อวัตถุอยู่ไกลจากฉากรับภาพมาก และมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อวัตถุอยู่ใกล้กับฉาก คือ perspective projection ที่คล้ายกับหลักของการถ่ายภาพ ในการสร้างวัตถุ 3 มิติ วัตถุจะถูกสร้างในตำแหน่งต่างๆกันบนฉาก วัตถุที่ถูกสร้างทั้งหมดจะถูกสร้างอยู่ในการกำหนดมุมมองของกล้อง (world coordinate) เราสามารถกำหนดมุมมอง (view coordinate) เพื่อเลือกดูเฉพาะบางส่วนหรือจะดูวัตถุทั้งหมดในส่วนใดของ การกำหนดมุมมองของกล้องและกำหนดการมองวัตถุ (projection)



รูปที่ 2.15 แสดงวัตถุทั้งหมดที่สร้างขึ้นใน world coordinate และการกำหนด view coordinate

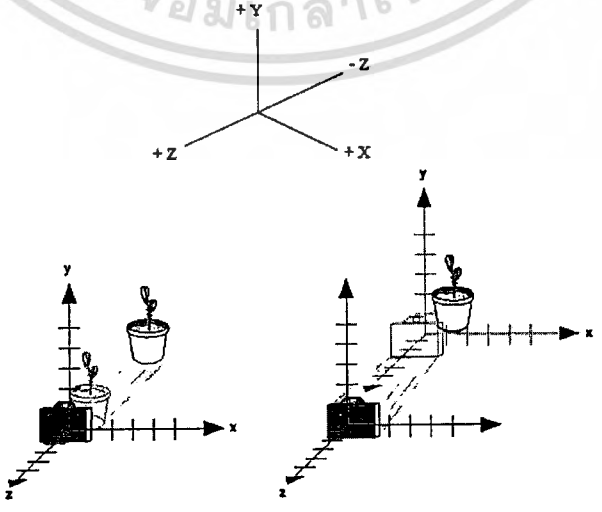
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดมุมมองของวัตถุในส่วนใดของ world coordinate คือ การกำหนดทิศทางของกล้องว่ากล้องตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใด มองไปที่จุดไหนบน world coordinate และมุมกล้องเป็นอย่างไร ตัวอย่างเช่น ใน OpenGL ใช้คำสั่ง gluLookAt(eyeX, eyeY, eyeZ, atX, atY, atZ, upX,upY, upZ) ในการกำหนดคุณลักษณะของกล้อง



รูปที่ 2.16 แสดงการกำหนดตำแหน่งและทิศทางการมองวัตถุ

ลักษณะการมองวัตถุมี 2 แบบ คือ มองวัตถุแบบขนาน (orthographic projection) และการมองไปข้างหน้า (perspective projection) ซึ่งจะเป็นการกำหนดพื้นที่ในการมองเห็น (viewing volume) ในส่วนที่เรากำลังมองอยู่นั้น ส่วนของวัตถุที่อยู่ในพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จะถูกแสดงออกทางหน้าจอแสดงผล ส่วนที่อยู่นอกพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จะถูกตัดออก (clipped) ไม่แสดงออกทางหน้าจอแสดงผล (ปรเมศวร์ ห่อแก้ว)



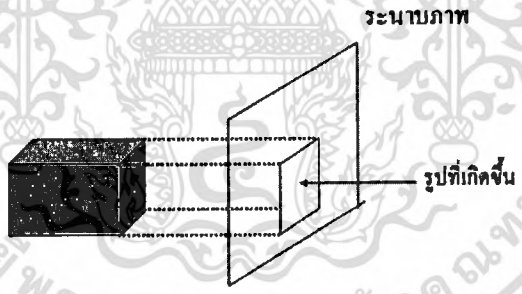
รูปที่ 2.17 แสดงการกำหนดตำแหน่งกล้องที่ตำแหน่งบนแกน Z ทางด้านบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ...ชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

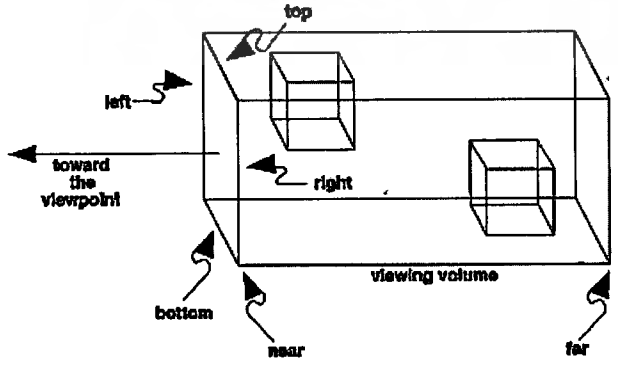
Viewing transformation เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางการมอง ซึ่งจะหมายถึง การเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางของกล้องนั่นเอง Viewing transformation จะเกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งหรือการหมุนภาพของกล้องที่กำหนดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการมองภาพวัตถุ เช่น ใน OpenGL ใช้คำสั่ง gluLookAt() ในการกำหนดทิศทางการมอง คำสั่งนี้จะเกิดจากการทำงานร่วมกันของสองคำสั่ง คือ คำสั่งหมุน (rotate) และคำสั่งย้ายกล้อง (translate) เพื่อให้ได้มุมมองของวัตถุตามลักษณะของกล้องที่กำหนดไว้ (ปรเมศวร์ ห่อแก้ว)

2.5.2 Transformation

orthographic projection หรือ Parallel projection เป็นการฉายภาพวัตถุไปตั้งฉากกับระนาบการมอง (projection plane) ซึ่งระนาบการมองจะเป็นการมองขนานไปกับแกนใดแกนหนึ่ง เช่น การมองที่ด้านหน้าของวัตถุ ระนาบการมองจะไปขนานกับแกน Z ขนาดของวัตถุที่เกิดจากการฉายวัตถุแบบขนานกับระนาบการมองจะมีขนาดเท่าเดิม ตัวอย่างคำสั่งใน openGL เพื่อกำหนด orthographic projection คือ glOrtho(lef,right, buttom,top,near,far) ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดพื้นที่ที่สามารถมองเห็นวัตถุ



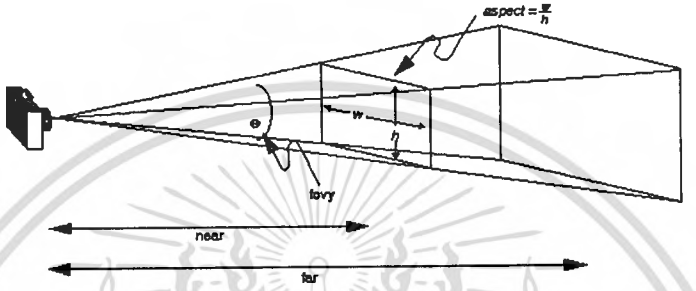
รูปที่ 2.18 การฉายภาพวัตถุแบบ Parallel projection



รูปที่ 2.19 แสดง viewing volume ที่ถูกกำหนดโดย glOrtho()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
06367

Perspective Projections เป็นการฉายภาพวัตถุลงบนระนาบการมองภาพ โดยวัตถุจะถูกฉายเข้าสู่ตำแหน่งที่ตามองวัตถุนั้นอยู่ (center of projection) วัตถุที่อยู่ใกล้ตาจะมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่อยู่ไกลจากตา พื้นที่ที่สามารถมองเห็นวัตถุได้จะคล้ายกับพีรามิด วัตถุที่อยู่ใกล้ด้านหน้าของ viewing volume มีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับขนาดจริง ส่วนวัตถุที่อยู่ไกลออกไปจากด้านหน้าของ viewing volume จะมีขนาดเล็กลงตัวอย่างคำสั่งที่ใช้ใน OpenGL คือ gluPerspective(fovy,aspect,near,far) (ปรเมศวร์ ห่อแก้ว)



รูปที่ 2.20 แสดงตำแหน่งภาพที่ถ่ายจากกล้องโดยวิธีการ perspective projection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงได้ทำการออกแบบโดยใช้ UML (Unified Modeling Language) ซึ่งเป็นภาษารูปภาพ หรือสัญลักษณ์มาตรฐานในการสร้างแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ และออกแบบระบบเชิงวัตถุจึงง่ายต่อการทำความเข้าใจ การสร้างแบบจำลองด้วยแผนภาพของ UML เพื่อนำมาใช้อธิบายโครงสร้างของระบบในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอด้วยแบบจำลองดังต่อไปนี้

3.1 ความต้องการหน้าที่การทำงานของโปรแกรม (Functional Requirement)

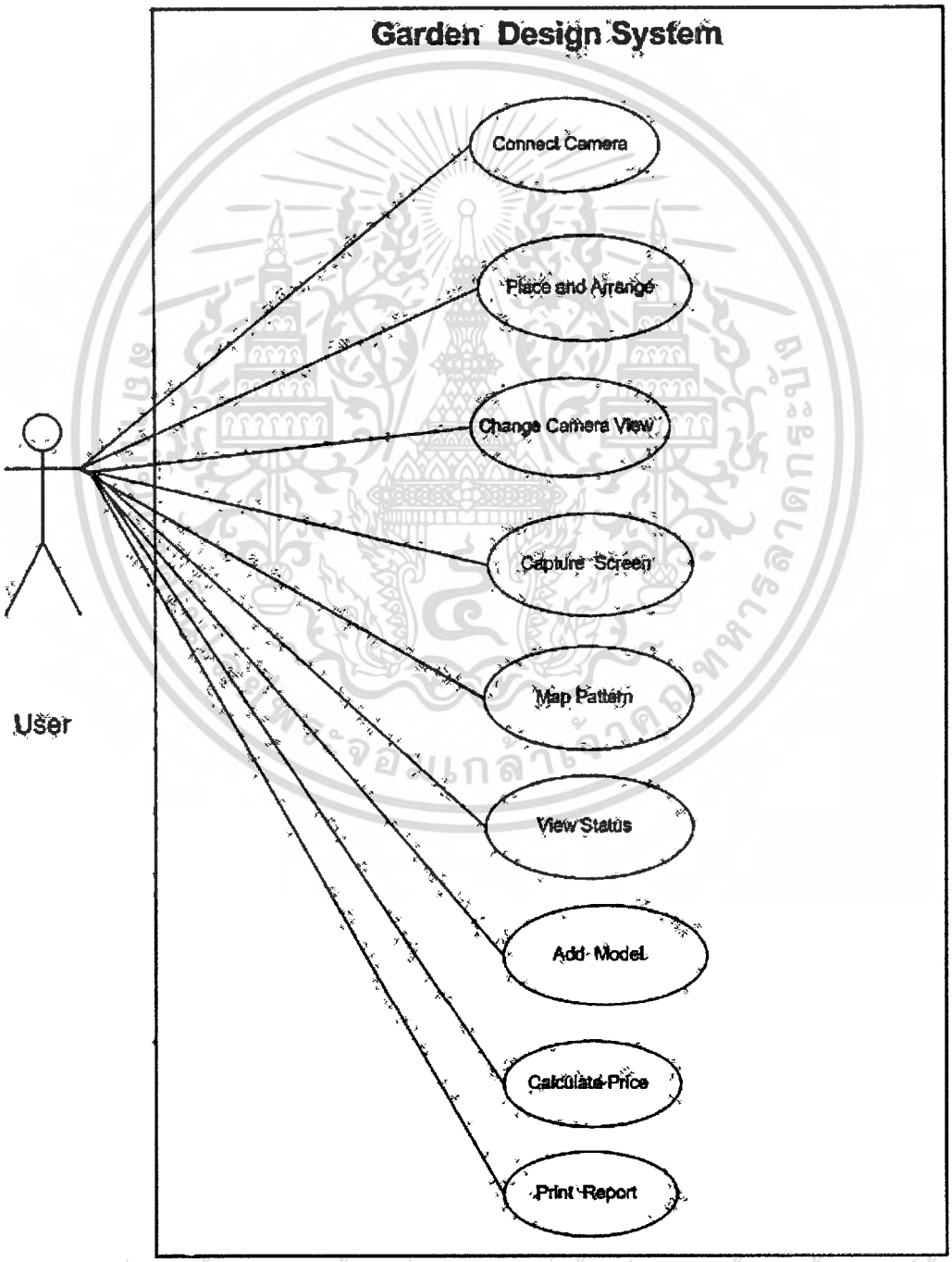
โปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงเป็นโปรแกรมที่สามารถแสดงผลภาพ 3 มิติ โดยใช้อุปกรณ์การแสดงผลด้วยจอภาพคอมพิวเตอร์ และกล้องเว็บแคมได้ ภาพ 3 มิติที่แสดงผลทางจอภาพโดยจะแสดงบนตำแหน่งที่ถูกต้องตามแผ่นกระดาษแต่ละอัน (Marker Card ID) ตามที่กล้องเว็บแคมถ่ายภาพสิ่งแวดล้อมของการใช้งานโปรแกรมได้ในขณะนั้น โปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงมีหน้าที่การทำงานดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมมีฟังก์ชั่นการเลือกตั้งค่ากล้องเว็บแคมก่อนใช้งานโปรแกรม โดยกำหนดขนาดหน้าจอที่ใช้ในการแสดงผลโปรแกรม
2. โปรแกรมแสดงสถานะของโมเดลต้นไม้ และอุปกรณ์ตกแต่ง 3 มิติที่ผู้ใช้งานทำการเลือกใช้อยู่
3. โปรแกรมแสดงข้อมูลของโมเดล 3 มิติที่มีอยู่ในระบบ เช่น ชื่อต้นไม้ ราคา รายละเอียดได้
4. โปรแกรมสามารถเพิ่มข้อมูลโมเดล 3 มิติเข้าไปในระบบได้
5. โปรแกรมสามารถจัดการความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดลต้นไม้ที่ผู้ใช้งานทำการเลือกใช้ได้
6. โปรแกรมสามารถบันทึกภาพหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรมลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นไฟล์รูปภาพ (.bmp) ได้
7. โปรแกรมสามารถคำนวณราคาของโมเดล 3 มิติที่ผู้ใช้งานเลือกแสดงผลในรูปแบบของรายงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

ยูสเคสไดอะแกรมเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงขั้นตอนการทำงานที่สำคัญของระบบ หรืองานที่ระบบจะต้องปฏิบัติ เพื่อตอบสนองต่อผู้กระทำต่อระบบที่เรียกว่าแอกเตอร์ (Actor) โดยจะแทนสัญลักษณ์เป็นรูปคน หน้าที่ที่ระบบจะต้องปฏิบัติใช้สัญลักษณ์วงรี เรียกว่ายูสเคส (Use Case) และความสัมพันธ์ระหว่างผู้กระทำต่อระบบกับระบบจะให้สัญลักษณ์เส้นตรง ที่เรียกว่ารีเลชั่น (Relation) โปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงประกอบด้วยแอกเตอร์และยูสเคสดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแสดง Use case diagram ของโปรแกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกเตอร์ คือ ผู้กระทำต่อระบบในโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง มี 1 แอกเตอร์ คือ ผู้ใช้งาน (User) เป็นผู้ที่ใช้งานโปรแกรมทั่วไปที่สามารถใช้งานโปรแกรมได้ทุกฟังก์ชั่นของโปรแกรม

ยูสเคส คือ หน้าที่ที่ระบบจะต้องปฏิบัติได้ซึ่งในโปรแกรมประกอบด้วย 9 ยูสเคส ดังต่อไปนี้

1. Connect Camera เป็นฟังก์ชั่นในการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดขนาดหน้าจอการแสดงผลโปรแกรมด้วยตั้งค่าของกล้องเว็บแคมได้
2. Place and Arrange ผู้ใช้งานวางแผ่นกระดาษ(Marker Card) และเปลี่ยนตำแหน่งการวางแผ่นกระดาษ แล้วโปรแกรมตรวจจับหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อแสดงผลโมเดลสามมิติได้อย่างถูกต้อง
3. Change Camera View ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองกล้องได้
4. Capture Screen บันทึกหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรมเป็นไฟล์รูปภาพได้ ผู้ใช้งานสามารถเลือกตำแหน่งบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่จะบันทึกภาพเป็นนามสกุลบิตแมพ (.bmp)
5. Map Pattern เป็นฟังก์ชั่นที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ แล้วบันทึกความสัมพันธ์ที่เลือกได้
6. View Status เป็นฟังก์ชั่นที่แสดงสถานะของการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ
7. Add Model เพิ่มโมเดล 3 มิติเข้าสู่ระบบได้ มีการตรวจสอบชื่อของโมเดลว่ามีอยู่ในระบบแล้วหรือไม่
8. Calculate Price สรุปรายละเอียดโมเดลที่เลือกใช้ และคำนวณเงินได้
9. Print Report พิมพ์รายงานแสดงรายชื่อต้นไม้ รูปของ ราคาต่อหน่วย และราคารวมต้นไม้ที่เลือกใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคส Connect Camera

Use case name	Connect Camera	
Primary Actor	User	
Goal	แสดงหน้าจอของการแสดงผลของโปรแกรมและตรวจจับตำแหน่งของแพทเทิร์นเพื่อแสดงผลโมเดล 3 มิติ	
Precondition	เชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับ USB port	
Post condition	แสดงผลหน้าจอของโปรแกรมส่วนที่รับค่าจากกล้องเว็บแคม	
Step	User	System
	1.ผู้ใช้งานเปิดใช้งานโปรแกรม 2.ผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่อกล้องเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานโปรแกรม 3.ผู้ใช้ทำการ calibration camera เป็นการปรับกล้องก่อนการใช้งาน 4.ทำ calibration camera ในหลายๆ มุมมองของภาพเพื่อให้กล้องจดจำตำแหน่งการแสดงผลที่ดีที่สุด 5.ผู้ใช้งานเลือกตั้งค่าการใช้งานกล้องเว็บแคมเมื่อเปิดใช้งานโปรแกรม โดยกำหนดคุณสมบัติของสีและการบีบอัด (color space/compression) ขนาดหน้าจอการแสดงผล(output size) ความเร็วในการถ่ายภาพต่อเฟรม (frame rate)	1.ตรวจสอบว่าได้เชื่อมต่อกล้องกับคอมพิวเตอร์หรือไม่ ถ้าเชื่อมต่อแล้วโปรแกรมแสดงผลหน้าจอหลักของโปรแกรมทันที แต่ถ้าผู้ใช้งานยังไม่เชื่อมต่อโปรแกรมจะแสดงข้อความว่าให้ทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมก่อน 2.แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม 3.แสดงหน้าจอการทำ calibration camera เป็นขั้นตอน 4.บันทึก calibration camera เพื่อใช้ในโปรแกรม 5. รับค่าที่ผู้ใช้งานกำหนดแล้วแสดงผลหน้าจอโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคส Place and Arrange

Use case name	Place and Arrange	
Primary Actor	User	
Goal	ผู้ใช้งานวางแผ่นกระดาษ (Marker Card) เพื่อจัดตำแหน่งของการแสดงผลโมเดล 3 มิติ	
Precondition	ผู้ใช้งานปริ้นภาพของแผ่นกระดาษ (Marker Card) เพื่อใช้งานกับโปรแกรม	
Post condition	โปรแกรมแสดงผลโมเดล 3 มิติได้ตรงตามตำแหน่งที่ผู้ใช้งานจัดวางไว้	
Step	User	System
	เพิ่ม ลดหรือปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นกระดาษ (Marker Card)	ตรวจจับตำแหน่งของแผ่นกระดาษในหน้าจอของโปรแกรมแล้วแสดงผลโมเดล 3 มิติให้ตรงกับแผ่นกระดาษ (Marker Card)

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายยูสเคส Change Camera View

Use case name	Change Camera View	
Primary Actor	User	
Goal	ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองกล้องได้	
Precondition	ผู้ใช้งานต้องเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ และกล้องเว็บแคมนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้	
Post condition	โปรแกรมแสดงภาพโมเดล 3 มิติตามตำแหน่งของแผ่นกระดาษ(Marker Card) เมื่อมุมมองของกล้องเปลี่ยนแปลง	
Step	User	System
	ผู้ใช้งานทำการเคลื่อนย้ายกล้องเว็บแคมที่ถ่ายแผ่นกระดาษ (Marker Card) ในมุมต่างๆ	โปรแกรมคำนวณตำแหน่งของแผ่นกระดาษ (Marker Card) แล้วทำการแสดงภาพกราฟฟิกที่ซ้อนทับภาพจริงในตำแหน่งที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายยูสเคส Capture Screen

Use case name	Capture Screen	
Primary Actor	User	
Goal	บันทึกหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรมเป็นไฟล์ภาพได้	
Precondition	กดปุ่ม save เพื่อทำการบันทึกภาพ	
Post condition	ได้ไฟล์ภาพที่นามสกุล .bmp	
Step	User	System
	1.กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมเป็นไฟล์รูปภาพ 2.เลือกบันทึกไฟล์ไว้ที่ต้องการ พิมพ์ชื่อไฟล์และเลือกนามสกุลไฟล์ภาพ กด Save	1.มีข้อความขึ้นเพื่อบอกให้ผู้ใช้งานเลือกบันทึกไฟล์ไว้ที่ใด 2.บันทึกไฟล์ภาพนั้นไว้ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายยูสเคส Map Pattern

Use case name	Map Pattern	
Primary Actor	User	
Goal	กำหนดให้แพทเทิร์นแสดงโมเดล 3 มิติได้	
Precondition	ต้องมีแพทเทิร์นที่ต้องการเปลี่ยนโมเดล 3 มิติอยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรม	
Post condition	โปรแกรมจะทำการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ	
Step	User	System
	1.ใช้งานที่เมนู Mapping กดปุ่ม Change Model เพื่อทำการเปลี่ยนโมเดล 3 มิติที่อยู่ในระบบที่สามารถเปลี่ยนให้แสดงผลในแพทเทิร์นที่เลือกมาได้ 2. กดปุ่มเพื่อเลือกโมเดล 3 มิติที่มีอยู่ในระบบ 3. กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกความสัมพันธ์ใหม่ที่กำหนด	1. แสดงรายการของโมเดล 3 มิติให้ผู้ใช้เลือก 2. แสดงชื่อและรูปของโมเดลใหม่ที่เลือก 3. ทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล (Mapping) เพื่อกำหนดค่าการแสดงผลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 คำอธิบายยูสเคส View Status

Use case name	View Status	
Primary Actor	User	
Goal	แสดงสถานะของการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ	
Precondition	ต้องมีการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติไว้ก่อนแล้ว	
Post condition	โปรแกรมจะทำการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ	
Step	User	System
	1. กดปุ่มเมนู Status ที่แท็บเมนูด้านบนของโปรแกรม 2. กดที่รูปของโมเดล 3. กดที่ปุ่ม Mapping	1. แสดงสถานะของการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ 2. แสดงรายการโมเดลทั้งหมด 3. สร้างความสัมพันธ์ที่ถูกกำหนด

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายยูสเคส Add Model

Use case name	Add Model	
Primary Actor	User	
Goal	นำโมเดล 3 มิติเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมได้ เพื่อแสดงผลโมเดล 3 มิตินั้นบนหน้าจอแสดงผลของโปรแกรม	
Precondition	โมเดล 3 มิติที่เพิ่มต้องเป็นนามสกุล .obj ไฟล์วัสดุของโมเดลนั้นนามสกุล .mtl และไฟล์รูปภาพของโมเดล .jpg	
Post condition	โปรแกรมมีข้อมูลของโมเดล 3 มิติเพิ่มขึ้น	
Step	User	System
	1.ผู้ใช้งานกดปุ่มเมนู Add Model ที่แท็บเมนูด้านบนของโปรแกรม 2.ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเกี่ยวกับโมเดลและเพิ่มไฟล์โมเดลใหม่ที่นามสกุล.obj ไฟล์วัสดุของโมเดลนั้นนามสกุล.mtl และไฟล์รูปภาพของโมเดล .jpg เมื่อต้องการยืนยันข้อมูลให้ผู้ใช้กดปุ่มSave	1. เปิดหน้าจอโปรแกรม New Model 2. ตรวจสอบว่าชื่อของโมเดลที่เพิ่มใหม่ตรงกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วหรือไม่ ถ้าตรงระบบจะขึ้นข้อความเตือนกรอกข้อมูลครบหรือไม่ ถ้ากรอกข้อมูลไม่ครบจะขึ้นเตือนให้ผู้ใช้งานกรอกให้ครบ หรือถ้ากรอกข้อมูลครบแล้วจะทำการเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูลและแสดงข้อความว่าได้บันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 คำอธิบายยูสเคส Calculate Price

Use case name	Calculate Price	
Primary Actor	User	
Goal	สรุปรายละเอียดโมเดลที่เลือกใช้และคำนวณเงินได้	
Precondition	ต้องมีโมเดลที่แสดงผลในเฟรมการแสดงผลของโปรแกรม	
Post condition	ต้องมีข้อมูลของโมเดลอยู่ในฐานข้อมูล	
Step	User	System
	1. กดปุ่ม Report	1. แสดงรายการโมเดลที่แสดงผลอยู่และมีรายละเอียดของชื่อโมเดล ราคาต่อหน่วย จำนวนต้นไม้ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ มีการคำนวณเงิน
	2. กดเลือกจำนวนต้นไม้ตามที่ต้องการ	2. แสดงตัวเลขตามที่ผู้ใช้งานกำหนดในช่องราคารวม (Total Price)
	3. กดปุ่ม Total Price	3. แสดงราคารวม

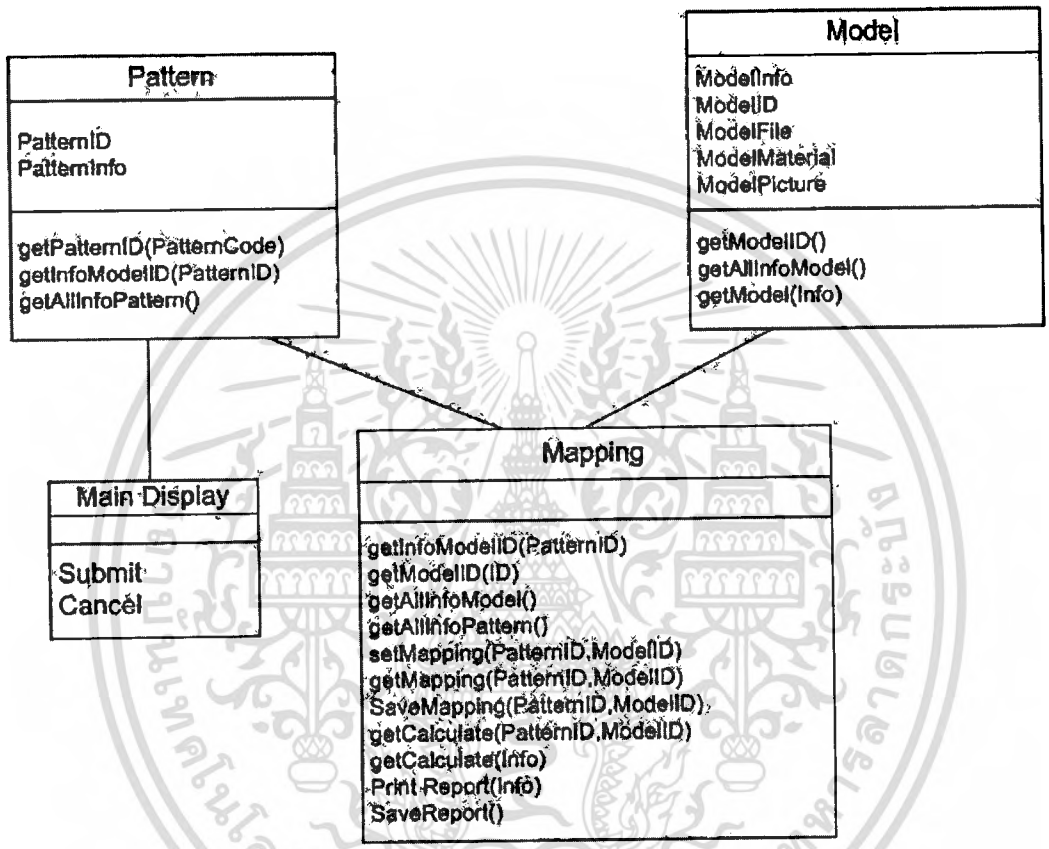
ตารางที่ 3.9 คำอธิบายยูสเคส Print Report

Use case name	Print Report	
Primary Actor	User	
Goal	พิมพ์รายงานสรุปราคาของโมเดลต้นไม้ที่เลือกได้	
Precondition	ผู้ใช้ต้องทำการคำนวณราคาโมเดลต้นไม้ที่เลือกแล้วกดปุ่ม Print Report	
Post condition	ได้รายงานสรุปชื่อ รูป ราคาต่อหน่วย ราคารวมของโมเดลต้นไม้ที่เลือกได้	
Step	User	System
	1. กดปุ่ม Print Report	1.แสดงรายงานสรุปรายการโมเดลที่แสดงผลอยู่และมีรายละเอียดของชื่อโมเดล ราคาต่อหน่วย จำนวนต้นไม้และราคารวมที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้
	2. กดปุ่ม Print	2. โปรแกรมส่งคำสั่งพิมพ์เอกสารไปยังเครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)

คลาสไดอะแกรมเป็นแผนภาพที่ใช้ในการแสดงกลุ่มของคลาส โครงสร้างของคลาส และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ในคลาสจะประกอบด้วยชื่ออ็อบเจกต์ (Object) คือ สิ่งที่เรากำลังสนใจอยู่ แอททริบิวต์ (Attribute) คือ รายละเอียดของอ็อบเจกต์ และเมธธอด (Method) คือ ความสามารถของการกระทำได้ของอ็อบเจกต์นั้นๆ



รูปที่ 3.2 รูปแสดง Class Diagram ของโปรแกรม

ตารางที่ 3.10 คำอธิบายคลาส Pattern

Class name	Pattern	
	ชื่อ	คำอธิบาย
Attribute	PatternID	เก็บค่า ID ของแพทเทิร์นแต่ละตัว
	PantterInfo	เก็บข้อมูลของแพทเทิร์นแต่ละตัว
Method	getPatternID(PatternCode)	เรียกใช้ค่าแพทเทิร์นแต่ละตัว
	getInfoModelID(PatternID)	เรียกใช้ค่าโมเดล 3 มิติที่มีความสัมพันธ์กับแพทเทิร์น
	getAllInfoPattern()	เรียกใช้ค่าข้อมูลของแพทเทิร์น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คำอธิบายคลาส Mapping

Class name	Mapping	
	ชื่อ	คำอธิบาย
Method	getInfoModelID(PatternID)	เรียกใช้ค่าโมเดล 3 มิติที่มีความสัมพันธ์กับแพทเทิร์น
	getModelID(ID)	เรียกใช้ค่าโมเดล 3 มิติแต่ละตัว
	getAllInfoModel()	เรียกใช้ค่ารายละเอียดของโมเดล 3 มิติแต่ละตัว
	getAllInfoPattern()	เรียกใช้ค่ารายละเอียดของแพทเทิร์นแต่ละตัว
	setMapping(PatternID,ModelID	กำหนดค่าความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติที่ใช้แสดงผล
	getMapping(PatternID,ModelID)	เรียกใช้ค่าที่กำหนดรายละเอียดของแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ
	SaveMapping(PatternID,ModelID)	บันทึกค่าความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติที่ใช้แสดงผล
	getCalculate(PatternID,ModelID)	เรียกใช้ค่ารายละเอียดของโมเดล 3 มิติ, ราคา
	getCalculate(Info)	เรียกใช้ค่าข้อมูลรายละเอียดแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติที่ใช้แสดงผล
	PrintReport(Info)	พิมพ์รายงานจากข้อมูลรายละเอียดที่บันทึกไว้
	SaveReport()	บันทึกรายงาน

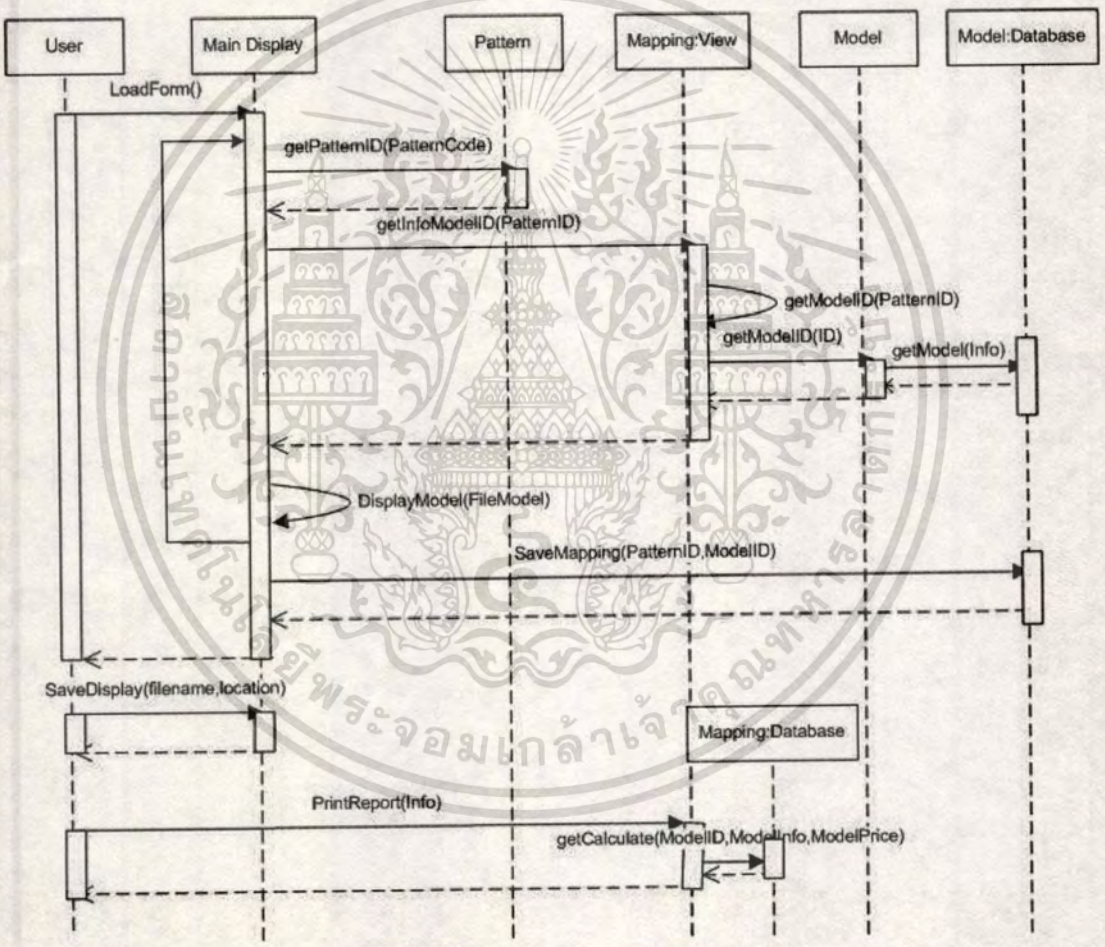
ตารางที่ 3.12 คำอธิบายคลาส Model

Class name	Mapping	
	ชื่อ	คำอธิบาย
Attribute	ModelInfo	รายละเอียดของโมเดล 3 มิติ
	ModelID	เก็บค่า ID ของโมเดล 3 มิติแต่ละตัว
Method	getModelID()	เรียกใช้ค่าโมเดล 3 มิติแต่ละตัว
	getAllInfoModel()	เรียกใช้ค่ารายละเอียดของโมเดล 3มิติทั้งหมด
	getModel(Info)	เรียกใช้ค่ารายละเอียดของโมเดล 3 มิติแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

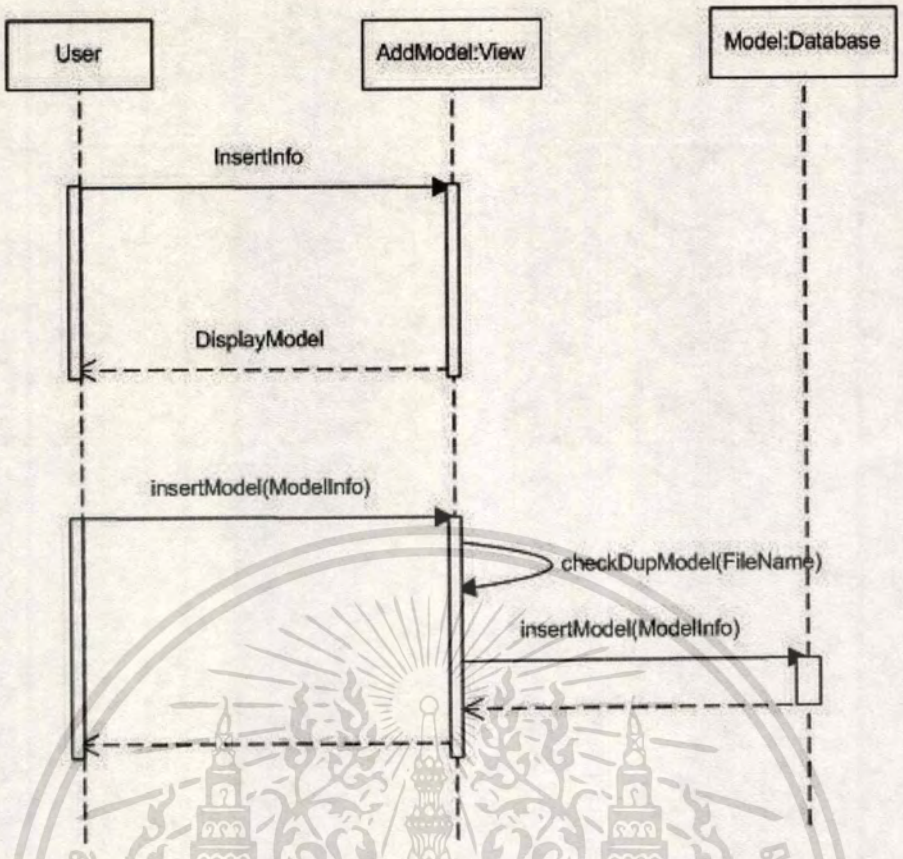
3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

ซีเควนซ์ไดอะแกรมเป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานโปรแกรมกระทำตามลำดับ โดยเริ่มจากผู้ใช้งานเปิดโปรแกรม ARGarden Design โปรแกรมจะมีปุ่มเมนูให้ผู้ใช้งานเลือกกระทำแล้วเมื่อผู้ใช้งานต้องการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติ (Mapping) จะต้องกำหนดในแต่ละแพทเทิร์นว่าต้องการเปลี่ยนโมเดล จากนั้นระบบจะแสดงรายการโมเดลทั้งหมดให้ผู้ใช้งานทำการเลือกเปลี่ยนแปลง แล้วผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม Display แล้วโปรแกรมจะแสดงหน้าจอที่รับค่าจากกล้องเว็บแคมเพื่อแสดงการซ้อนทับโมเดล 3 มิติที่ผู้ใช้เลือกบนตำแหน่งของภาพสิ่งแวดล้อมจริงได้อย่างถูกต้อง

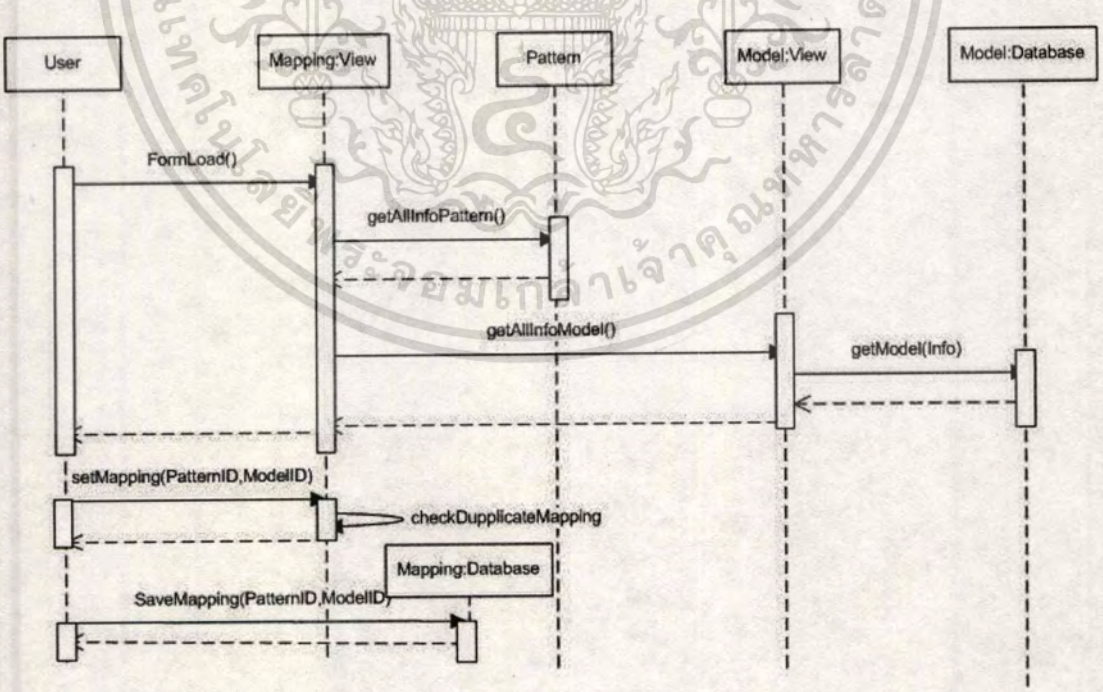


รูปที่ 3.3 รูปแสดง Sequence System Diagram ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

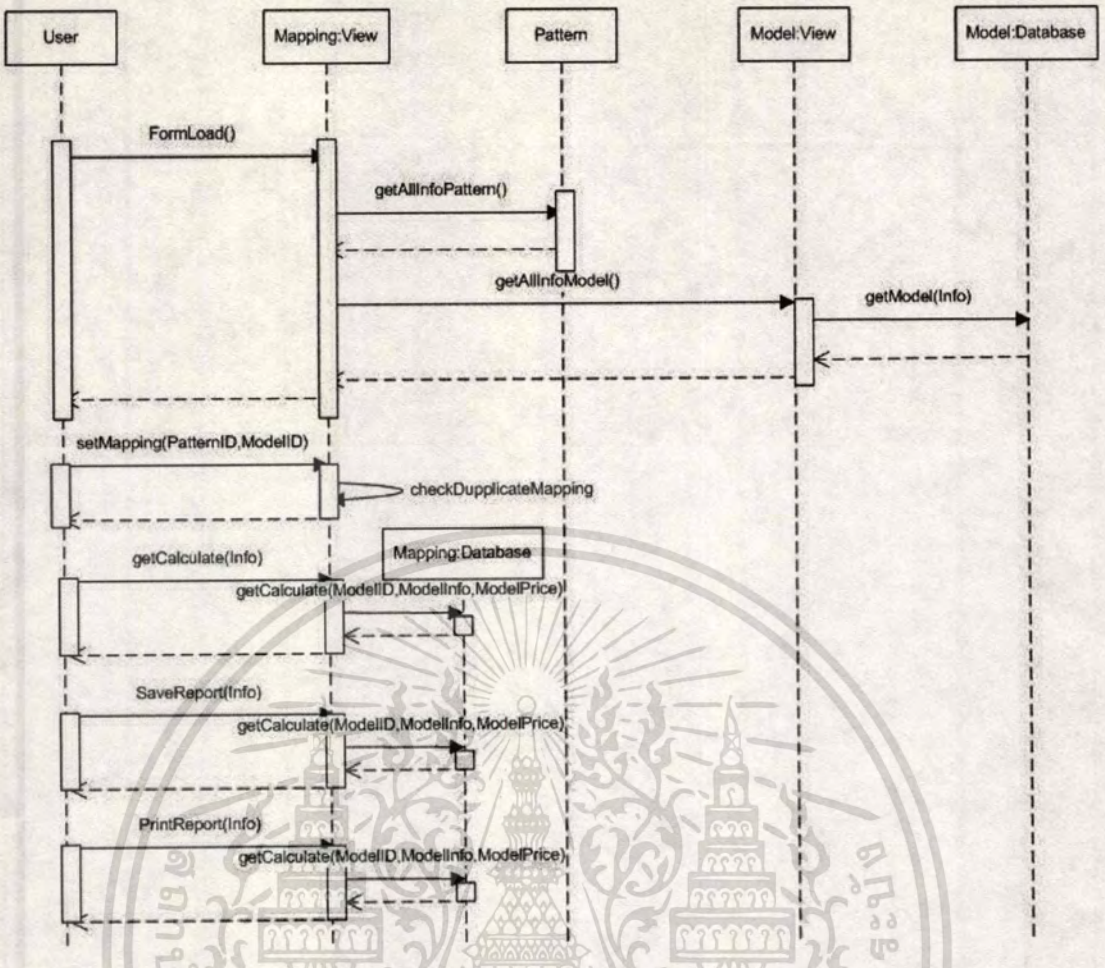


รูปที่ 3.4 รูปแสดง Sequence Add Model Diagram ของโปรแกรม

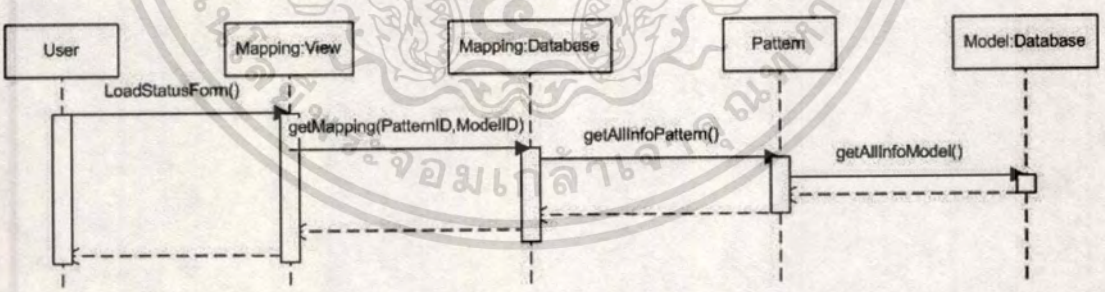


รูปที่ 3.5 รูปแสดง Sequence Map Pattern Diagram ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 รูปแสดง Sequence Calculate Price Diagram ของโปรแกรม

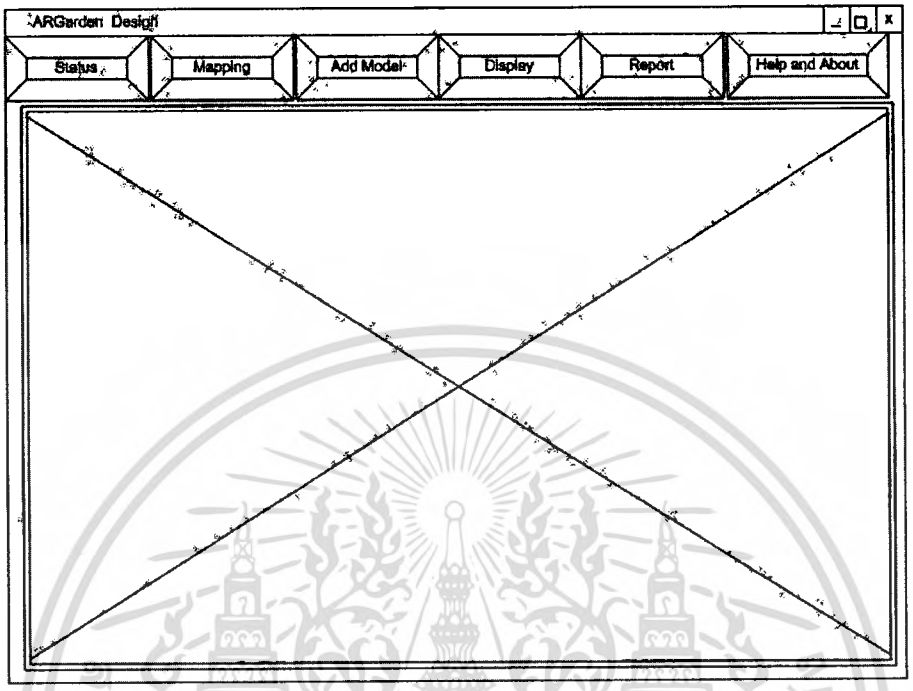


รูปที่ 3.7 รูปแสดง View Status Diagram ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบหน้าจอโปรแกรม

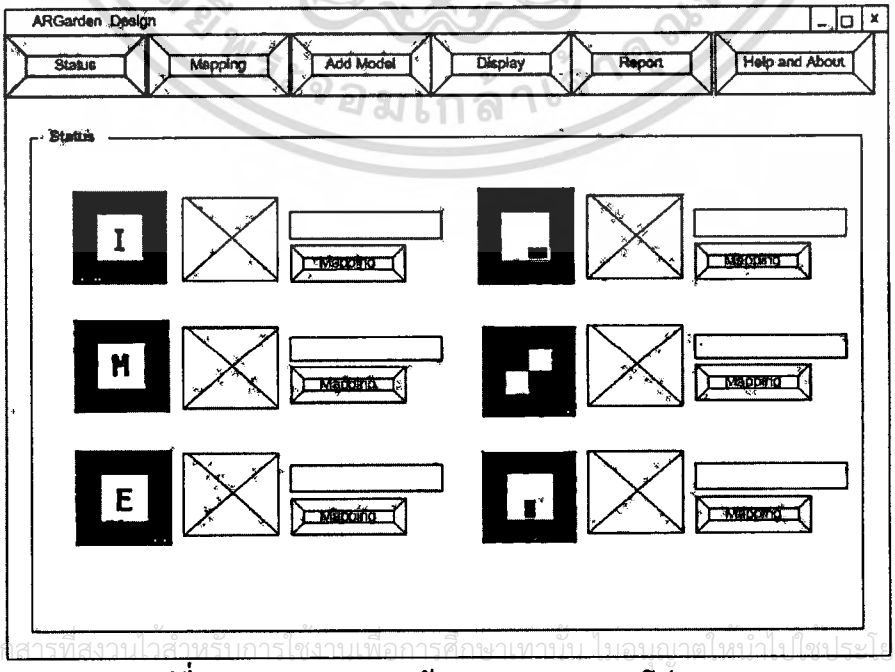
3.5.1 หน้าหลักของโปรแกรม (Main Program)



รูปที่ 3.8 การออกแบบหน้าหลักของโปรแกรม

เมื่อเปิดโปรแกรม ARGarden Design หน้าจอโปรแกรมหลักของโปรแกรมจะแสดงปุ่มเมนูให้ผู้ใช้ทำการเลือกใช้งาน ดังนี้

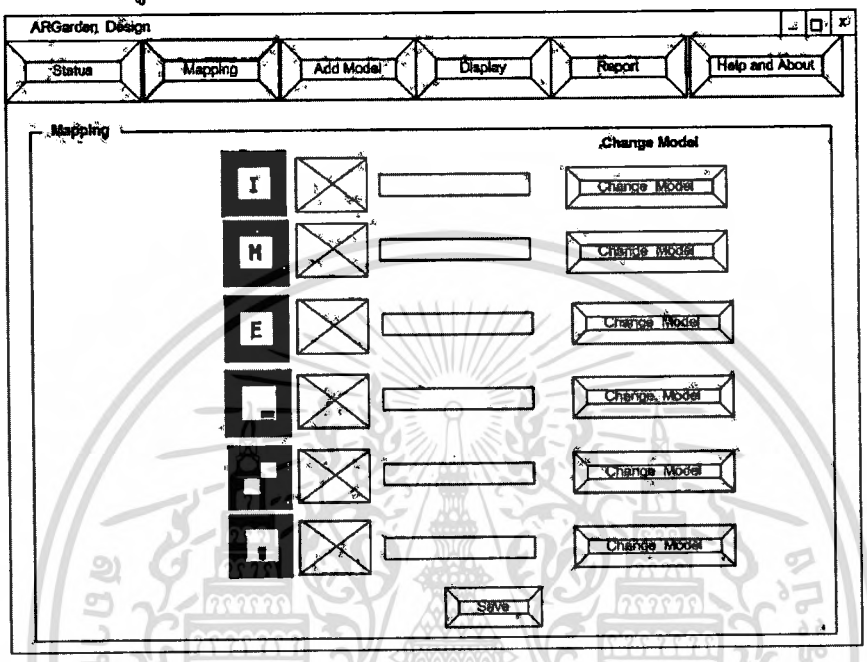
- เมนู Statusโปรแกรมจะแสดงสถานะของการแสดงผลแพทเทิร์นไหนถูกกำหนดให้แสดงผลโมเดล 3 มิติตัวไหนอยู่



รูปที่ 3.9 การออกแบบหน้าแสดงสถานะของโปรแกรม

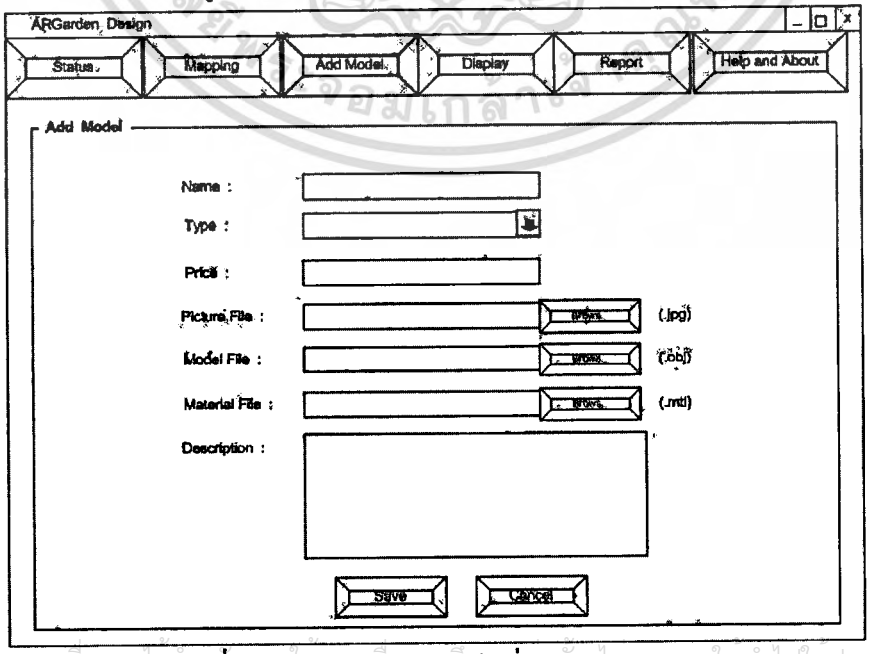
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนู Mapping เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนการแสดงผลในแต่ละแพทเทิร์นก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยการกดปุ่ม Change Model เมื่อผู้ใช้งานทำการกำหนดโมเดล 3 มิติที่ใช้ในแต่ละแพทเทิร์นแล้ว ผู้ใช้งานต้องบันทึกการเปลี่ยนแปลงโดยกดปุ่ม Save โปรแกรมจะขึ้นข้อความบอกว่าการบันทึกเสร็จสมบรูณ์แล้ว



รูปที่ 3.10 การออกแบบหน้ากำหนดความสัมพันธ์ของแพทเทิร์นกับโมเดลสามมิติ

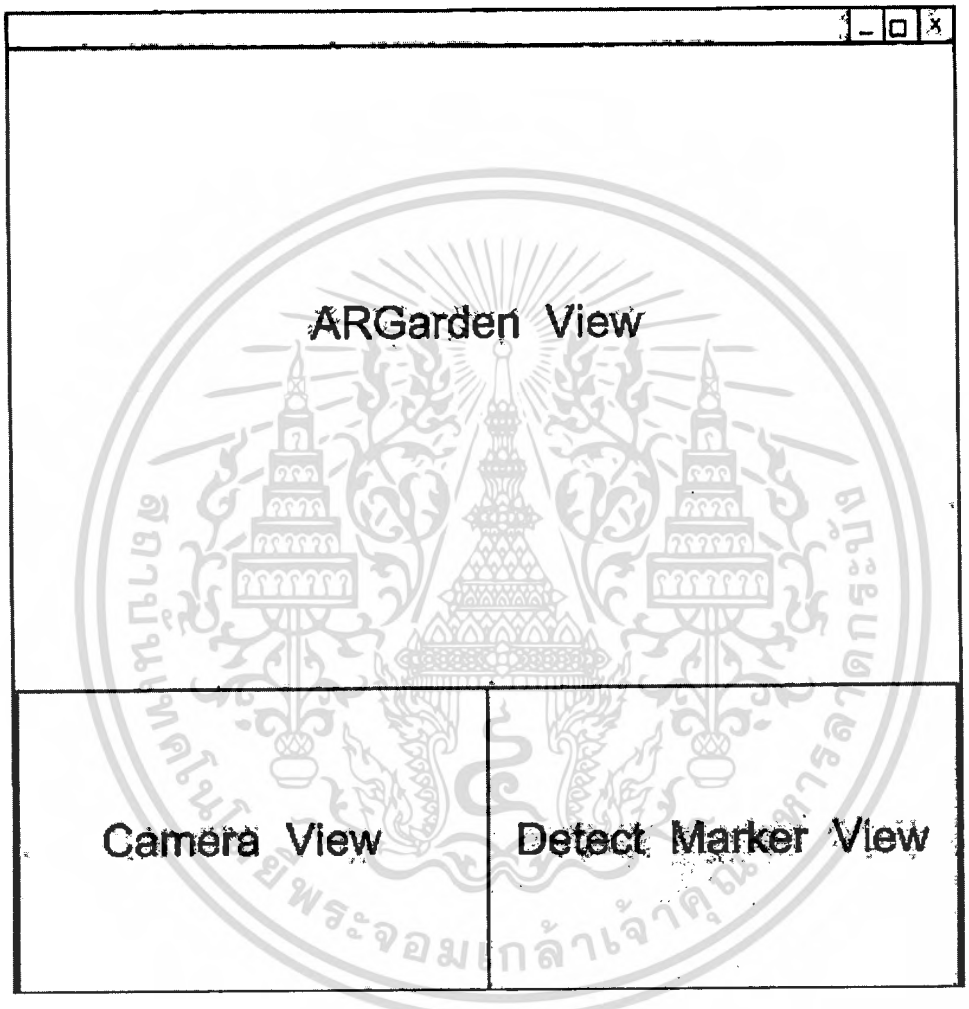
- เมนู Add model ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มโมเดลสามมิติของต้นไม้ และอุปกรณ์ตกแต่งเข้าสู่ระบบได้



รูปที่ 3.11 การออกแบบหน้าเพิ่มโมเดลสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

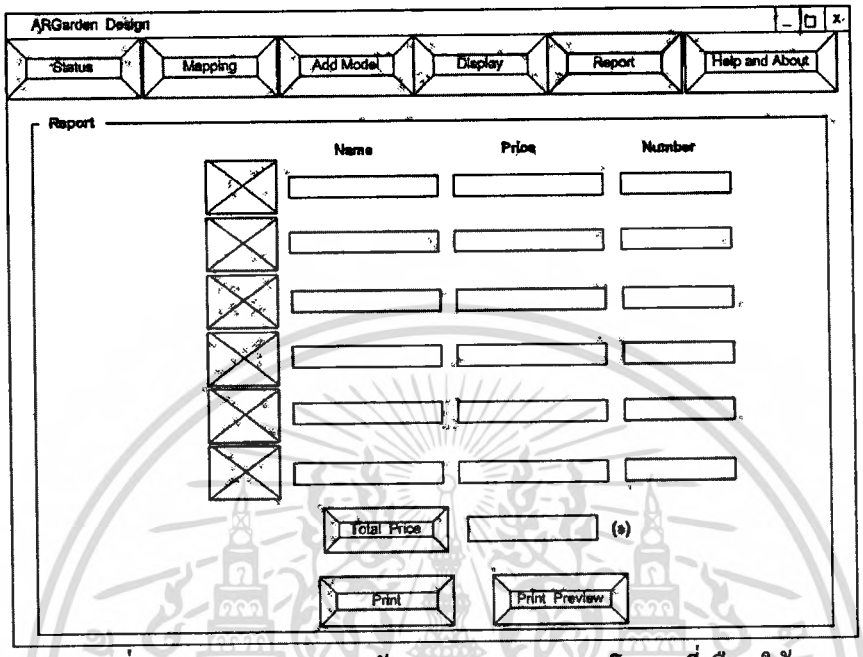
- เมนู Display แสดงหน้าจอโปรแกรมที่ประมวลผลโมเดล 3 มิติเพื่อซ้อนทับกับภาพจริงที่รับเข้ามาจากกล้องเว็บแคมได้อย่างถูกต้อง หน้าจอของโปรแกรมจะถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ หน้าจอโปรแกรมที่ใช้เทคโนโลยีเสริมจริง (ARGarden View) หน้าจอรับสัญญาณภาพจากกล้องเว็บแคม (Camera View) และหน้าจอแสดงการตรวจจับตำแหน่งของแผ่นกระดาษ (Detect Marker View)



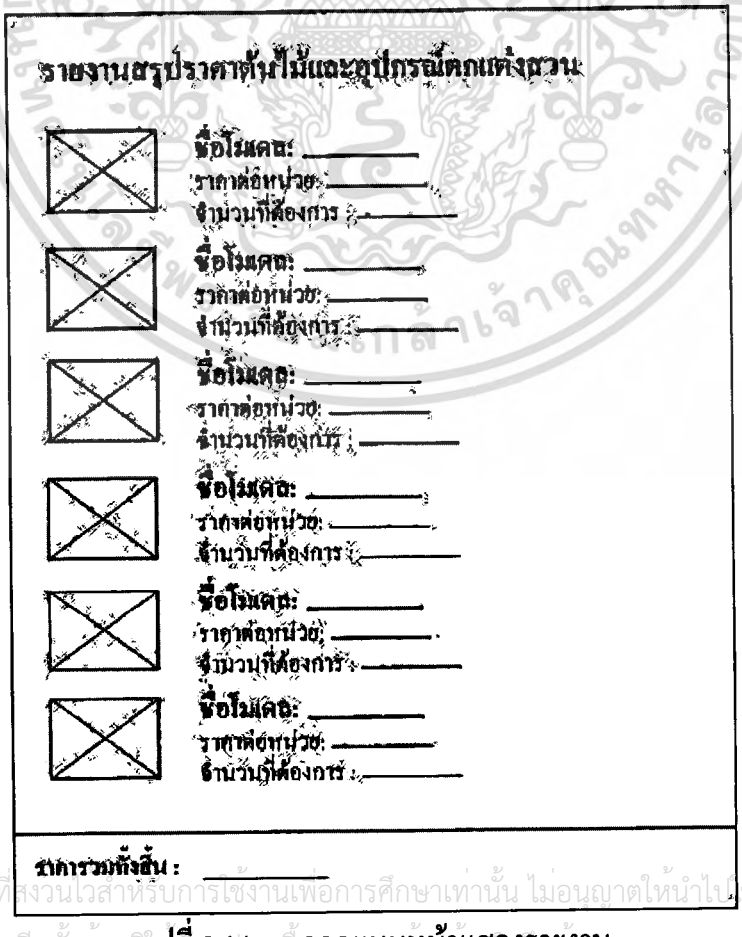
รูปที่ 3.12 การออกแบบหน้าแสดงผลโปรแกรมที่รับค่าจากกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนู Report แสดงรายการเลือกใช้โมเดล แสดงชื่อโมเดล รูปภาพ ราคา และคำนวณราคารวมทั้งหมด มีปุ่มให้กด Print เพื่อสั่งพิมพ์รายงานได้ทันที และปุ่ม Print Preview เพื่อแสดงตัวอย่างก่อนพิมพ์



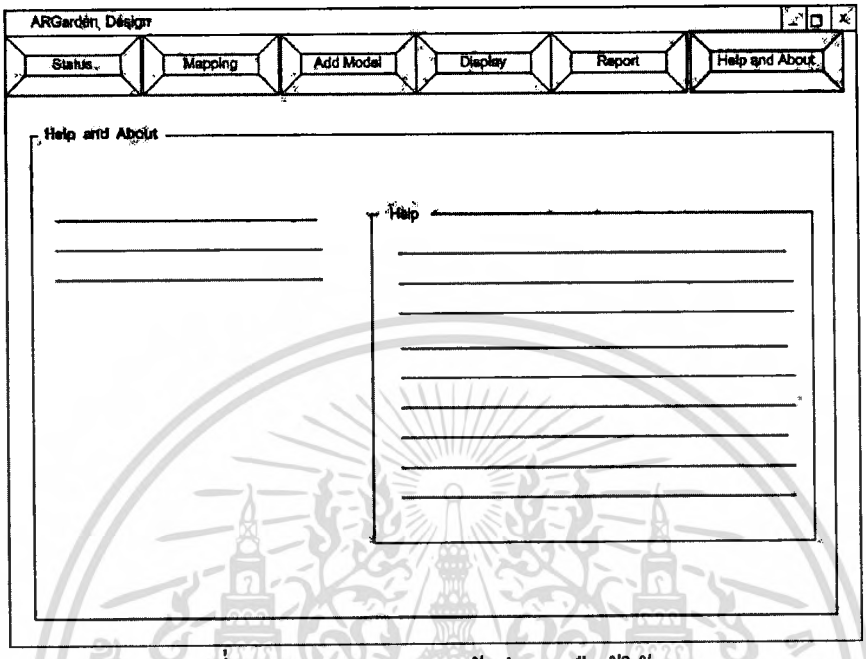
รูปที่ 3.13 การออกแบบหน้าแสดงคำนวณราคาโมเดลที่เลือกใช้



รูปที่ 3.14 การออกแบบหน้าแสดงรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนู Help and About แสดงข้อมูลของผู้พัฒนาโปรแกรมและบอกคีย์ลัดของโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้สามารถกดปุ่มที่คีย์บอด (keyboard) ในการสั่งให้โปรแกรมทำงาน



รูปที่ 3.15 การออกแบบหน้าช่วยเหลือผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบ

ในบทนี้จะเป็นการนำเอาหลักการของเทคโนโลยีเสริมจริง และเครื่องมือในการพัฒนาที่ได้ศึกษา มาทำการพัฒนาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง โดยการพัฒนาโปรแกรมคำนึงถึงการออกแบบสภาพแวดล้อมของการใช้งานโปรแกรม รวมถึงรูปแบบการติดตั้ง และใช้งานโปรแกรมอย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมนี้มีหลักการทำงานของโปรแกรม คือ เมื่อกระดาษที่มีลาดลาย (Marker Card) เกิดขยับโปรแกรมจะคำนวณหามุมที่เปลี่ยนไป แล้วนำมาอ้างอิงซ้อนทับวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติลงในภาพอีกที อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมต้นแบบได้แก่

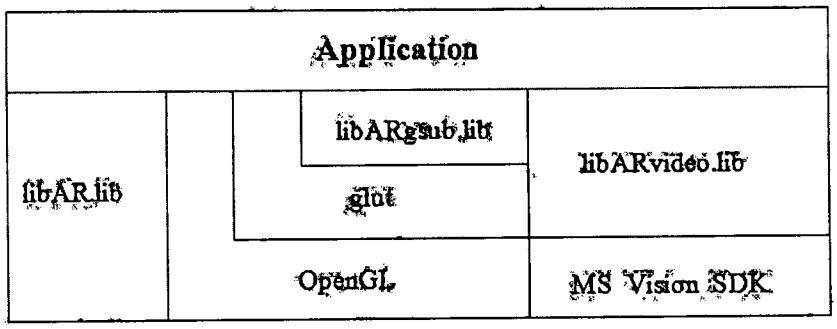
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) หน่วยประมวลผล (CPU) Intel Core 2 ความเร็ว 2.4 GHz, USB port จำนวน 1 เครื่อง ในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ผู้พัฒนาเลือกใช้เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของ Microsoft Visual Studio.NET 2003 เพื่อรองรับกับไลบรารีที่จะเรียกใช้งาน
2. กล้องเว็บแคม Creative Live Pro จำนวน 1 ตัว เพื่อถ่ายภาพแผ่นกระดาษที่ถูกพิมพ์ลวดลาย (Marker Card)
3. เครื่องปริ้นเตอร์ (Printer) เพื่อพิมพ์ลวดลายลงบนกระดาษ(Marker Card) ให้กล้องตรวจจับตำแหน่ง

4.2 การเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit

ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ประกอบด้วยไลบรารี (.lib) 3 ไฟล์ที่สำคัญคือ

1. libAR.lib เป็นส่วนสำคัญของการเรียกใช้งานฟังก์ชั่นของ ARToolKit ประกอบด้วยการตรวจจับตำแหน่งของแผ่นกระดาษ (Marker Card) การหาค่ามาตรฐานของกล้อง (Calibration) และเก็บค่าตัวแปรต่างๆ
2. libARvideo.lib เป็นส่วนที่รับภาพจากกล้องวีดีโอเข้ามา โดยไลบรารีนี้จะใช้งานกับ Microsoft Vision SDK เพื่อรับสัญญาณภาพเข้ามาในระบบ
3. libARgsub.lib เก็บรวบรวมภาพกราฟฟิกที่ใช้งานกับไลบรารี OpenGL และ GLUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างแบบลำดับขั้นของไลบรารี

4.2.1 โครงสร้างพื้นฐาน

การตรวจจับแผ่นกระดาษ (Marker Card) โดยใช้ตัวแปร ARMarkerInfo เป็นโครงสร้างที่กำหนดใน ar.h

```
typedef struct {
    int     area;
    int     id;
    int     dir;
    double  cf;
    double  pos[2];
    double  line[4][3];
    double  vertex[4][2];
} ARMarkerInfo;
```

ตัวแปร id ใช้กำหนดแผ่นกระดาษ (Marker Card) โดยจะเก็บค่าเป็นตัวเลข, ตัวแปร cf เป็นค่าที่กำหนดเพื่อความถูกต้องในการใช้งานแผ่นกระดาษ (Marker Card) ค่าที่กำหนดอยู่ระหว่าง 0.0 – 1.0, pos[2] เป็นค่าที่ระบุจุดกึ่งกลางของแผ่นกระดาษ (Marker Card), vertex[4][2] กำหนดพิกัดของแผ่นกระดาษ (Marker Card)

4.2.2 ฟังก์ชั่นของเทคโนโลยีเสริมจริง

ในไลบรารี libAR.lib มีฟังก์ชั่นที่เรียกใช้งาน video-see through เมื่อเริ่มใช้งานตัวแปร และเรียกใช้งานแพทเทิร์น

```
int arInitCparam( ARParam *param );
int arLoadPatt( char *filename );
```

ฟังก์ชั่นเพื่อใช้ตรวจจับแผ่นกระดาษ (Marker Card) และตำแหน่งของกล้อง

```
int arDetectMarker( ARUint8 *dataPtr, int thresh,
                ARMarkerInfo **marker_info, int *marker_num );

int arDetectMarkerLite( ARUint8 *dataPtr, int thresh,
                    ARMarkerInfo **marker_info,
                int*marker_num );

int arGetTransMat( ARMarkerInfo *marker_info,
              double pos3d[4][2], double trans[3][4] );

int arSavePatt( ARUint8 *image,
            ARMarkerInfo *marker_info, char *filename );
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ฟังก์ชั่นรับค่าจากกล้องวีดีโอ

ในไลบรารี libARvideo.lib ใช้ในการเปิดกล้องวิดีโอที่มีการตั้งค่าในแต่ละกล้องวีดีโอที่แตกต่างกันไป, มีฟังก์ชั่นในการปิดการใช้งานกล้องวีดีโอ, มีฟังก์ชั่นที่กำหนดขนาดการแสดงผลหน้าจอโปรแกรมตามขนาดการตั้งค่ากล้องวีดีโอที่ผู้ใช้งานเลือก และมีฟังก์ชั่นเพื่อใช้ถ่ายภาพเพื่อแสดงผลออกมาเป็นเฟรมเดียว

```
int arVideoOpen( void );  // ฟังก์ชั่นเปิดกล้องวิดีโอ
int arVideoClose( void );  // ฟังก์ชั่นปิดกล้องวิดีโอ
int arVideoInqSize( int *x, int *y );  //กำหนดขนาดการแสดงผลภาพจากกล้องวีดีโอ
unsigned char *arVideoGetImage( void );  // แสดงภาพเป็นเฟรมเดียว
```

4.3 การใช้งานฟังก์ชั่นของซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit พัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริง มีขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชั่น และเขียนโปรแกรมออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก (Initialization) เป็นการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ขั้นที่สอง คือ ขั้นของการทำงานหลัก (Main Loop) ที่มีการทำงานของฟังก์ชั่นซ้ำอย่างต่อเนื่องจนจบการทำงานของโปรแกรม และขั้นสุดท้ายเป็นขั้นตอนของการจบการทำงาน (Shutdown) การอธิบายหลักการ หรือขั้นตอนการเรียกใช้งานฟังก์ชั่นรวมถึงการเขียนโปรแกรมในส่วนต่างๆ มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 อธิบายการเรียกใช้งานฟังก์ชั่นของโปรแกรม

	ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	ฟังก์ชั่น
ขั้นแรก (Initialization)	1. จับภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคมอ่านค่าได้จากการกำหนดตำแหน่งบนแผ่นกระดาษ(Marker Card) และค่าคงที่เพื่ออ้างอิงกับกล้องวีดีโอ	init
การทำงานหลัก (Main Loop)	2. รับภาพจากกล้องเว็บแคมที่ส่งเข้ามาแต่ละเฟรม 3. ค้นหาภาพที่รับเข้ามาว่าเจอ Marker Card หรือไม่ 4. หาค่าการเปลี่ยนแปลงที่อ้างอิงตำแหน่งที่กำหนด 5. วาดวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติบนตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ที่แผ่นกระดาษ	arVideoGetImage arDetectMarker arGetTransMat draw
จบการทำงาน (Shutdown)	6. ปิดการจับภาพจากกล้องเว็บแคม	cleanup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ขั้นแรก (Initialization)

เป็นขั้นตอนที่อยู่ส่วนแรกของโปรแกรม เพื่อใช้ในการกำหนดตั้งค่าเริ่มต้นของตัวแปรที่จะถูกเรียกใช้ในการทำงานของฟังก์ชั่นต่างๆ ของโปรแกรม การตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ในโปรแกรมมีดังนี้

```
#ifdef _WIN32
char            *vconf = "Data\\WDM_camera_flipV.xml";
#else
char            *vconf = "";
#endif

int             xsize;
int             ysize;
```

ตั้งค่ารูปแบบการใช้งานกล้องเว็บแคมที่มีการการเรียกใช้งานจากภายนอกโปรแกรมโดยตัวแปร vconf จะถูกกำหนดให้ไปเรียกใช้รูปแบบการตั้งค่าจาก WDM_camera_flipV.xml มีการตั้งค่าขนาดหน้าจอการแสดงผลที่ตัวแปร xsize, ysize

```
ARParam         cparam;

ObjectData_T    *object;
int             objectnum;
double          object_center[2] = {0.0, 0.0};

static int      count = 0;
```

กำหนดตัวแปร object เพื่อเรียกใช้ตัวแปรโมเดล 3 มิติในการวาดภาพซ้อนทับให้ตรงกับที่ผู้ใช้เลือกใช้งานตัวแปร objectnum เก็บเลขลำดับการแสดงผลของโมเดล 3 มิติกับแผ่นกระดาษ (Marker Card) ตัวแปร object_center เก็บค่าตำแหน่งการแสดงผลเป็นเมตริกซ์ เพื่อใช้อ้างอิงกับตำแหน่งที่ได้จากการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคม ซึ่งตัวแปรที่กำหนดขึ้นในข้างต้นจะไปเรียกใช้งานจากตัวแปรภายนอกที่เก็บไว้ในเท็กไฟล์ (textfile) ชื่อ object_data.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int main(int argc, char **argv)
{
    glutInit(&argc, argv);
    if( init( argc, argv ) < 0 ) exit(0);

    arVideoCapStart();
    argMainLoop( NULL, keyEvent, mainLoop );

    return (0);
}
```

ตั้งค่าการรับภาพจากกล้องเว็บแคมอ่านตำแหน่งและค่าที่อ้างอิงกับกล้อง นำไปตั้งค่าการใช้งานภาพกราฟฟิก จากนั้นกำหนดสถานะให้เป็นการใช้งานโปรแกรมแบบทันทีทันใด (real time) พร้อมเรียกใช้ฟังก์ชั่น arVideoCapStart(); เพื่อเริ่มใช้งานกล้องเว็บแคมที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชั่น argMainloop(); เป็นการเรียกใช้งานขั้นการทำงานหลัก (Main Loop) โปรแกรมมีความสัมพันธ์ของงานฟังก์ชั่น keyEvent กับการสั่งงานจากคีย์บอร์ด (keyboard) และ MainLoop ในการสร้างภาพมิติภาพกราฟฟิก (rendering loop)

4.3.2 การทำงานหลัก (Main Loop)

ส่วนของการทำงานโปรแกรมในการทำงานหลัก (Main Loop) มีการทำงานของฟังก์ชั่นซ้ำอย่างต่อเนื่องจนจบการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่การเรียกใช้งานกล้องเว็บแคม การหาตำแหน่งแผ่นกระดาษ (Marker Card) เพื่อวาดภาพกราฟฟิกซ้อนทับในตำแหน่งที่ถูกต้องแบบทันทีทันใด (real time) และตรวจสอบภาพโมเดล 3 มิติให้แสดงผลว่าตรงกับลวดลายบนกระดาษ (Marker Card ID) หรือไม่แล้วจึงจะแสดงผลให้ถูกต้อง

```
static void mainLoop(void)
{

    ARUint8         *dataPtr;
    ARMarkerInfo    *marker_info;
    int             marker_num;
    int             i, j, k;

    if( count == 0 ) arUtilTimerReset();

    while( (dataPtr = (ARUint8 *)arVideoGetImage()) == NULL ) arUtilSleep(2);
    argDrawMode2D();
    argDispImage( dataPtr, 0, 0 );
```

กำหนดแผ่นลวดลายบนกระดาษ (Marker Card ID) ที่ตัวแปร marker_info รับภาพที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคมแต่ละเฟรมด้วยการเรียกใช้ฟังก์ชั่น arVideoGetImage();

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วแสดงภาพที่ได้จากกล้องบนจอภาพด้วยฟังก์ชั่น argDrawMode2D(); กำหนดภาพให้มีตำแหน่งที่ถูกต้องไม่บิดเบี้ยวด้วยฟังก์ชั่น argDispImage();

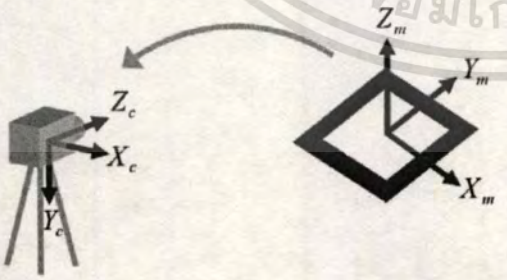
```
if( arDetectMarker(dataPtr, thresh, &marker_info, &marker_num) < 0 ) {
    cleanup();
    exit(0);
}
```

ใช้ฟังก์ชั่น arDetectMarker(); เพื่อค้นหาภาพที่เป็นสี่เหลี่ยมตามที่ได้กำหนดตำแหน่งไว้ การกำหนดตำแหน่ง marker_info, marker_num คือ จุดที่กำหนดไว้เป็นโครงสร้างพิกัด และมีค่าที่ตั้งไว้เพื่อให้โมเดล 3 มิติแต่ละอันใช้ค่าเดียวกัน

```
for( i = 0; i < objectnum; i++ ) {
    object[i].visible = 0;
    k = -1;
    for( j = 0; j < marker_num; j++ ) {
        if( object[i].id == marker_info[j].id ) {
            if( k == -1 ) k = j;
            else {
                if( marker_info[k].cf < marker_info[j].cf ) k = j;
            }
        }
    }
```

ค้นหาภาพที่รับเข้ามาว่าเจอ marker หรือไม่ เมื่อได้ค่าที่แน่นอนแล้วจะทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ให้มีความถูกต้อง เพื่อสร้าง id กับความสูงของภาพกับโมเดล 3 มิติที่ต้องการนำมาแสดงผล

```
arGetTransMat(&marker_info[k], object_center, object[i].marker_width, object[i].trans);
object[i].visible = 1;
```



$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & t_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix}$$

พิกัดของกล้อง พิกัดของแผ่นกระดาษ

$$\text{patt_trans}[3][4] = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & t_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & t_z \end{bmatrix}$$

รูปที่ 4.2 รูปแสดงการถ่ายภาพแผ่นกระดาษ (Marker Card) ด้วยกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่าการเปลี่ยนแปลงที่อ้างอิงตำแหน่งบนแผ่นกระดาษ (Marker Card) กับกล้องที่กำหนดโดยใช้ฟังก์ชั่น arGetTransMat(); คือ การเปลี่ยนแปลงระหว่างจุดที่กำหนดกับกล้องแบบทันทีทันใด (real time)

```
glClearDepth( 1.0 );
glClear(GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
draw( object, objectnum );
```

วาดโมเดล 3 มิติบนตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ที่แผ่นกระดาษโดยเรียกใช้ฟังก์ชั่น draw(); จะไปเรียกใช้ไลบรารีของ OpenGL ที่สร้างโมเดล 3 มิติกับการให้แสง การกำหนดตำแหน่งของการวาดระบุพิกัดโคออร์ดิเนตเพื่อแสดงผลโมเดล 3 มิตินั้นที่จอภาพ

```
strcpy( cparaname, "Data/camera_para.dat" );
strcpy( odataname, "Data/object_data.txt" );
```

สร้างตัวแปร cparaname ที่กำหนดการเรียกใช้กล้องเว็บแคมจาก camera_para.dat ตัวแปร odataname เรียกใช้ชื่อโมเดลที่จะนำมาแสดงผลบนแผ่นกระดาษ (Marker Card) ในแต่ละอันให้ถูกต้อง ตัวแปร odataname จะไปตรวจสอบชื่อโมเดลที่เท็กไฟล์ (textfile) ชื่อ object_data.txt

รูปที่ 4.3 รูปแสดงที่เท็กไฟล์ (textfile) ชื่อ object_data.txt

รูปแบบของเท็กไฟล์ (textfile) ชื่อ object_data.txt เป็นค่าของตัวแปรดังนี้

#pattern 1 เก็บเลขลำดับการแสดงผลของโมเดล 3 มิติกับแผ่นกระดาษ (Marker Card)

dracaena คือ ตัวแปรโมเดล 3 มิติที่กำหนดไว้ในฟังก์ชั่น draw();

Data/patt.ii คือ ชื่อของแผ่นกระดาษ (Marker Card) ที่ใช้แสดงผล

80.0 คือ ความกว้างของแผ่นกระดาษ (Marker Card)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for( i = 1; i < argc; i++ ) {
    if( strcmp(argv[i],"-c") == 0 ) {
        if( i < argc-1 && argv[i+1][0] != '-' ) {
            strcpy( cparaname, argv[i+1] );
            i++;
        }

        else usage( argv[0] );
    }

    else if( strcmp(argv[i],"-o") == 0 ) {
        if( i < argc-1 && argv[i+1][0] != '-' ) {
            strcpy( odataname, argv[i+1] );
            i++;
        }
        else usage( argv[0] );
    }
    else usage( argv[0] );
}
```

นำตัวแปร cparaname, odataname มาตรวจสอบเงื่อนไขการแสดงผลว่าชื่อของโมเดลตรงกับ id ของแผ่นกระดาษ (Marker Card) ชิ้นไหน

4.3.3 จบการทำงาน (Shutdown)

```
static void cleanup(void)
{
    arVideoCapStop();
    arVideoClose();
    argCleanup();
}
```

เป็นขั้นตอนการปิดการจับภาพจากกล้องเว็บแคม และปิดการใช้งานโปรแกรม โดยเรียกใช้ฟังก์ชั่น arVideoCapture(); เพื่อหยุดการถ่ายภาพของกล้องเว็บแคม arVideoClose(); คำสั่งปิดการใช้งานกล้องเว็บแคม และ argCleanup ปิดการใช้งานโปรแกรม

4.4 การเรียกใช้งานฟังก์ชั่นของซอฟต์แวร์ไลบรารี OpenGL

การวาดวัตถุสังเคราะห์ซ้อนทับลงในภาพจริงต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุในโลกจริง รวมทั้งความยาวโฟกัส เราสามารถตั้งค่าทั้งหมดให้กับกล้องในโลกเสมือนที่กำลังบันทึกภาพวัตถุสามมิติที่สร้างโดย OpenGL ซึ่งใน OpenGL ได้เตรียมฟังก์ชั่นเหล่านี้ไว้แล้ว เพราะฉะนั้นเมื่อกล้องเว็บแคมมีการเคลื่อนที่ เปลี่ยนมุมกล้อง หรือมีการซูมเข้า – ออก ซึ่งเราสามารถตรวจสอบค่าเหล่านี้ได้ โดยใช้ไลบรารี OpenGL สร้างวัตถุสามมิติแล้วนำภาพที่ได้ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transparent ลงบนเฟรมที่กำลังจับภาพ (capture) มาได้ก็จะได้ผลลัพธ์ตามหลักการของเทคโนโลยีเสริมจริง (Augmented Reality)

```
GLMmodel* pmodel = NULL;
char modelname[50] = "model/dracaena.obj";

GLMmodel* pmodel2 = NULL;
char modelname2[50] = "model/aeschynanthus.obj";

GLMmodel* pmodel3 = NULL;
char modelname3[50] = "model/totomix.obj";

GLMmodel* pmodel4 = NULL;
char modelname4[50] = "model/basin.obj";

/* draw the the AR objects */

void drawmodel(void)
{
    if (!pmodel) {
        pmodel = glmReadOBJ(modelname);
        if (!pmodel) exit(0);
            //glmUnitize(pmodel);
            glmFacetNormals(pmodel);
            glmVertexNormals(pmodel, 90.0);
    }
     glmDraw(pmodel, GLM_SMOOTH | GLM_MATERIAL);
}
```

การเรียกใช้โมเดล 3 มิติจากภาพนอกมาใช้ในโปรแกรมไลบรารี OpenGL มีฟังก์ชั่นที่สามารถเรียกใช้โมเดลจากภายนอกที่ต้องเป็นนามสกุล .obj เท่านั้น โดยกำหนดชื่อไฟล์โมเดล .obj ที่ต้องการเรียกใช้ที่ตัวแปร modelname แล้วไปประกาศค่าของตัวแปรดังกล่าวที่ฟังก์ชั่น drawmodel() ที่ไปเรียกไฟล์ glm.h และ glm.c เป็นไฟล์ที่ใช้โมเดลภายนอกเข้ามาแสดงผลที่หน้าจอของโปรแกรม

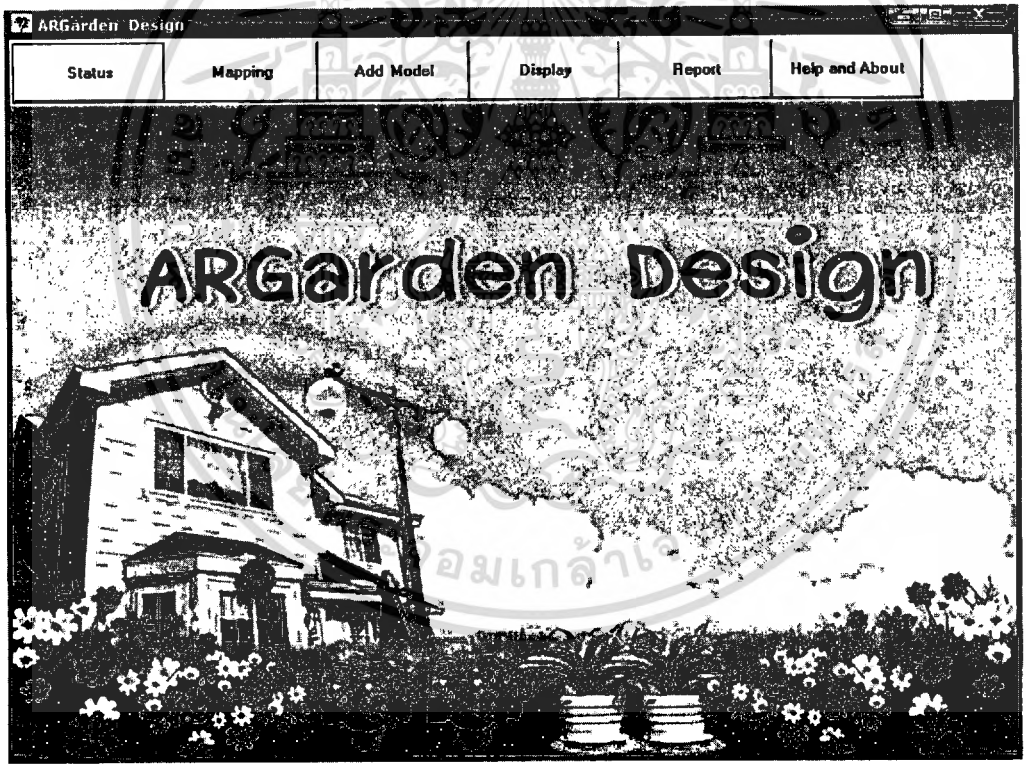
```
static int  draw_object( char *name, double gl_para[16] )
{
    argDrawMode3D();
    argDraw3dCamera( 0, 0 );
    glDepthFunc(GL_LEQUAL);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);

    /* load the camera transformation matrix */
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadMatrixd( gl_para );
    init_lights();

    if( strcmp(name, "totomix") == 0 ) {
      /* set object color */
      glEnable(GL_LIGHTING);
      glEnable(GL_LIGHT0);
      glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_flash1);
      glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_flash_shiny1);
      glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient1);


      glTranslatef( 0.0, 0.0, 10.0 );
      glRotatef(90, 1, 0, 0);

      drawmodel3();
      glDisable( GL_LIGHTING );
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่น draw_object คือ การสร้างวัตถุสามมิติที่มีตัวแปร name ใช้ในการกำหนดชื่อของวัตถุสามมิตินั้น gl_para เก็บค่าตำแหน่งการแสดงผลเป็นเมตริกซ์ เพื่อใช้อ้างอิงกับตำแหน่งที่ได้จากการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคม ใช้ไลบรารีของ OpenGL ในการกำหนดค่าสี กำหนดแสงให้กับโมเดล 3 มิติ glTranslatef(); ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่ง x, y, z ในการแสดงผลวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติให้ทำการซ้อนทับลงบนเฟรมภาพจริง glRotatef(); กำหนดมุมของวัตถุสังเคราะห์สามมิติให้แสดงผลได้มุมตามความต้องการของผู้ใช้งาน

4.5 การทดสอบโปรแกรม ARGarden Design

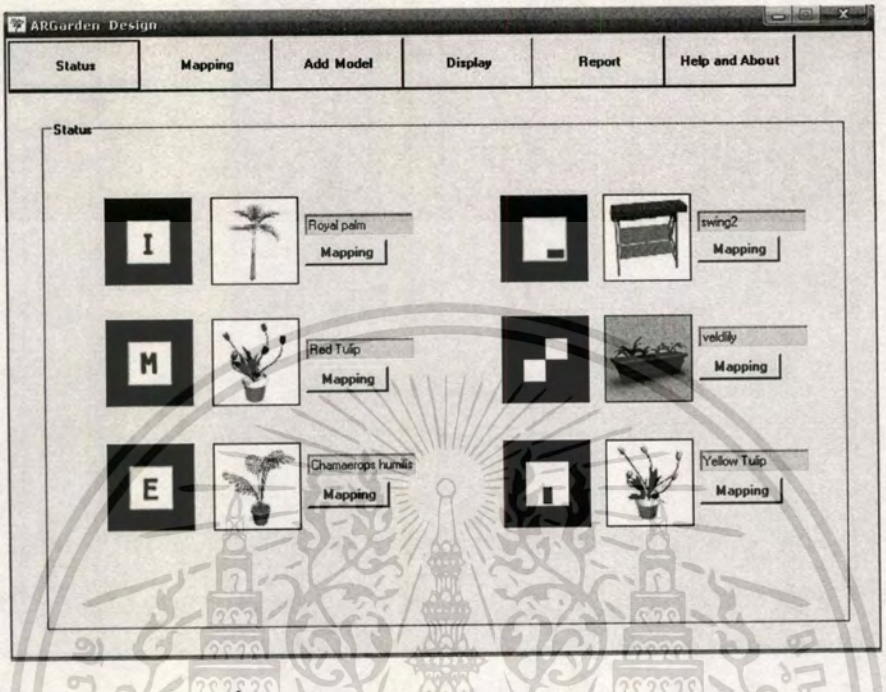
เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม ARGarden จะแสดงรูปและข้อความของโปรแกรมซึ่งเป็นหน้าจอหลักของโปรแกรม ในส่วนบนของโปรแกรมจะมีปุ่มเมนูหลักให้เลือกใช้งาน 6 ปุ่ม คือ เมนู Status, เมนู Mapping, เมนู Add Mode l, เมนู Display , เมนู Report และเมนู Help and About



รูปที่ 4.4 รูปแสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม ARGarden Design

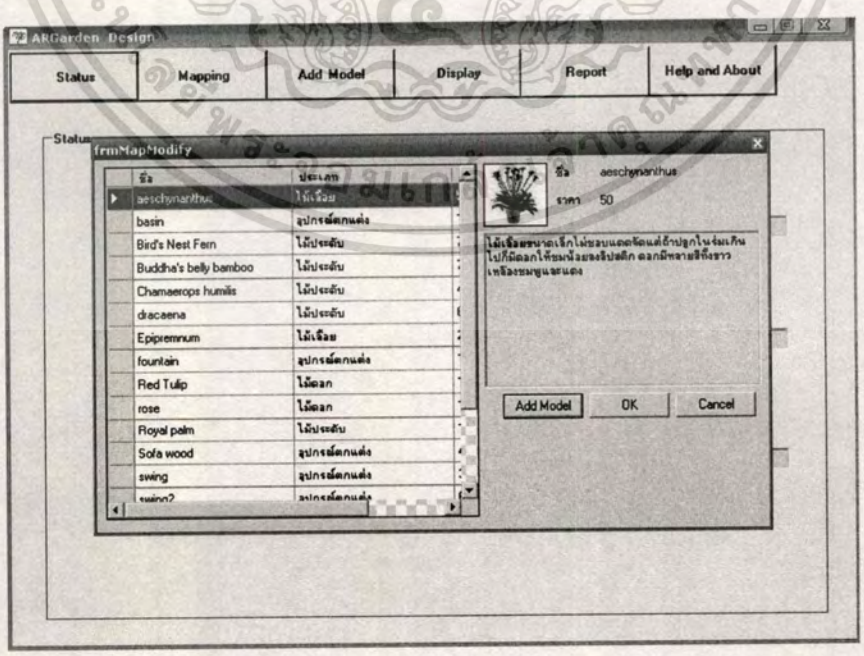
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู Status เป็นเมนูแสดงสถานะของการแสดงผลแพทเทิร์นไหนถูกกำหนดให้แสดงผลโมเดล 3 มิติตัวไหนอยู่ และผู้ใช้งานสามารถเลือกเปลี่ยนโมเดลให้สัมพันธ์กับแพทเทิร์นได้แต่ละตัว



รูปที่ 4.5 รูปแสดงเมนู Status ของโปรแกรม

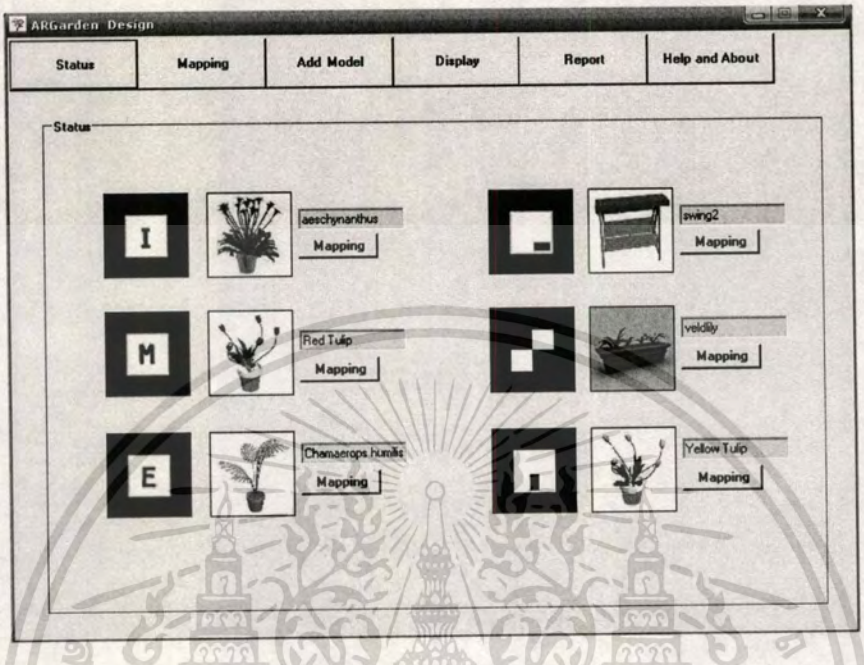
โดยกดที่รูปของโมเดล โปรแกรมจะแสดงรายการของโมเดลทั้งหมดให้ผู้ใช้งานเลือกเปลี่ยนโมเดล จากนั้นให้กดปุ่ม OK



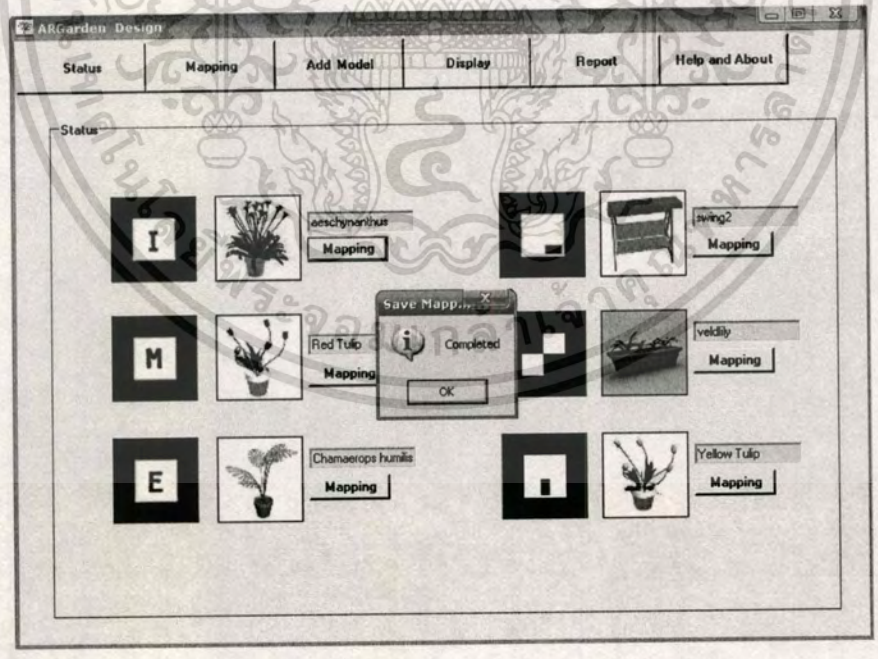
รูปที่ 4.6 รูปแสดงรายการโมเดลของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป และชื่อของโมเดลจะเปลี่ยนไปตามที่เลือก จากนั้นผู้ใช้กดที่ปุ่ม Mapping เพื่อเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดลที่ให้ในการแสดงผล โปรแกรมจะแสดงข้อความบอกว่าได้ทำการสร้างความสัมพันธ์สมบูรณ์แล้ว



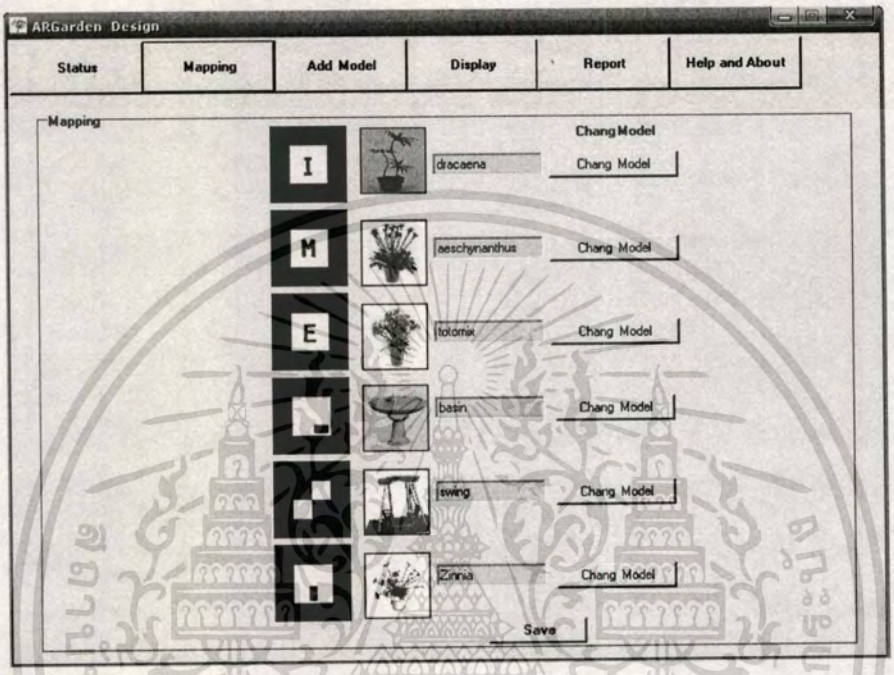
รูปที่ 4.7 รูปแสดงการเปลี่ยนโมเดล



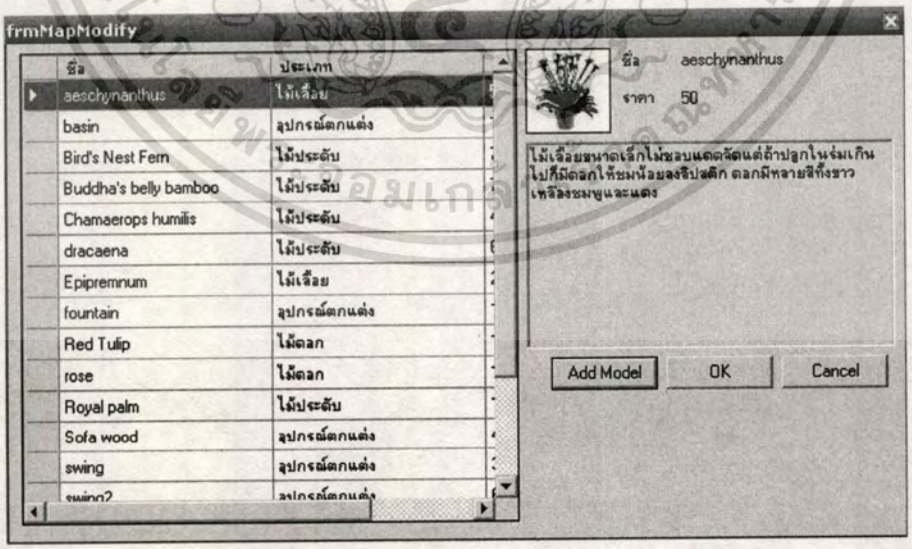
รูปที่ 4.8 รูปแสดงข้อความบอกว่าได้ทำการสร้างความสัมพันธ์สมบูรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู Mapping เป็นเมนูที่ผู้ใช้งานเลือกสร้างความสัมพันธ์ให้กับตัวแผ่นกระดาษ (Marker Card) กับวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติ และสามารถเลือกเปลี่ยนโมเดล 3 มิติทั้งหมดที่ใช้ในการแสดงผล โดยกดที่ปุ่ม Chang Model เพื่อเปลี่ยนโมเดลแต่ละตัว โปรแกรมจะแสดงรายการของโมเดลทั้งหมดให้ผู้ใช้งานได้เลือกเปลี่ยน เมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนโมเดลทั้งหมดแล้วก็กดที่ปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด

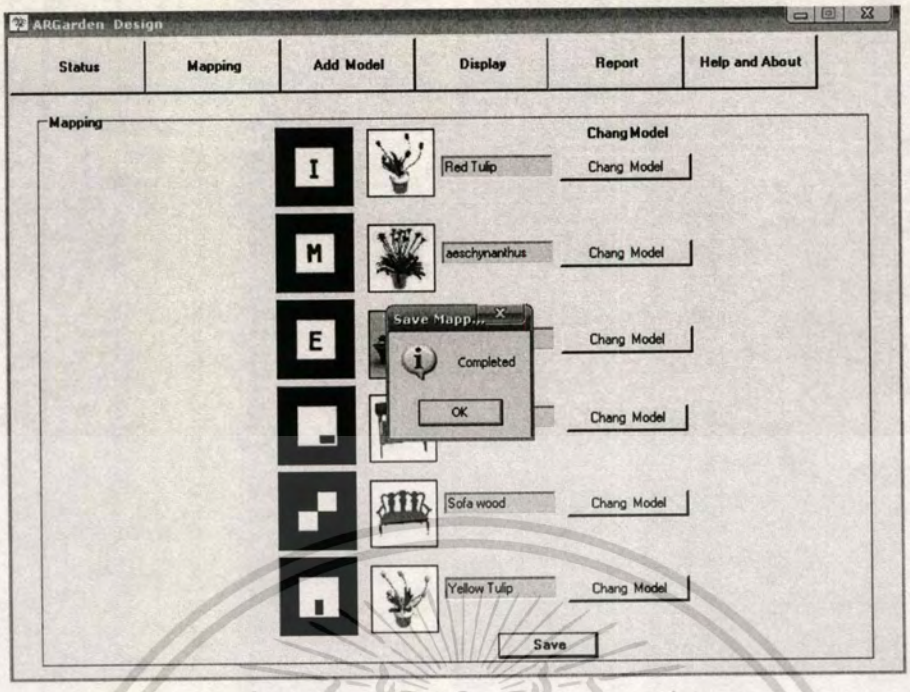


รูปที่ 4.9 รูปแสดงเมนู Mapping ของโปรแกรม



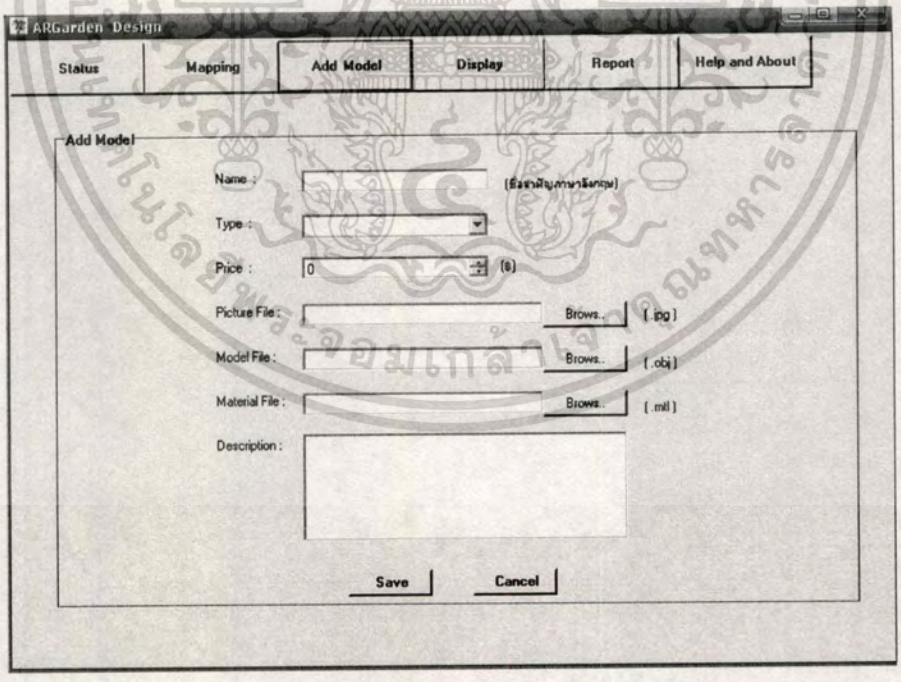
รูปที่ 4.10 รูปแสดงเมนูรายการโมเดล 3 มิติทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 รูปแสดงข้อความการบันทึกสมบูรณ์

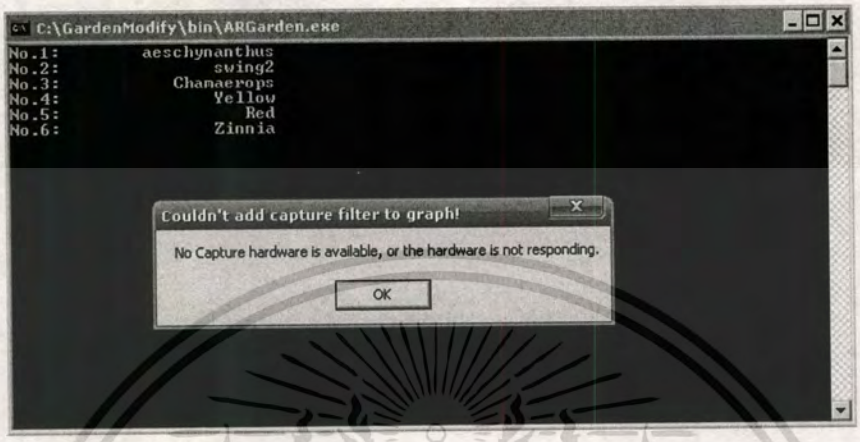
เมนู Add model ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มโมเดล 3 มิติของต้นไม้ และอุปกรณ์ตกแต่งเข้าสู่ระบบได้



รูปที่ 4.12 รูปแสดงเมนู Add Model ของโปรแกรม

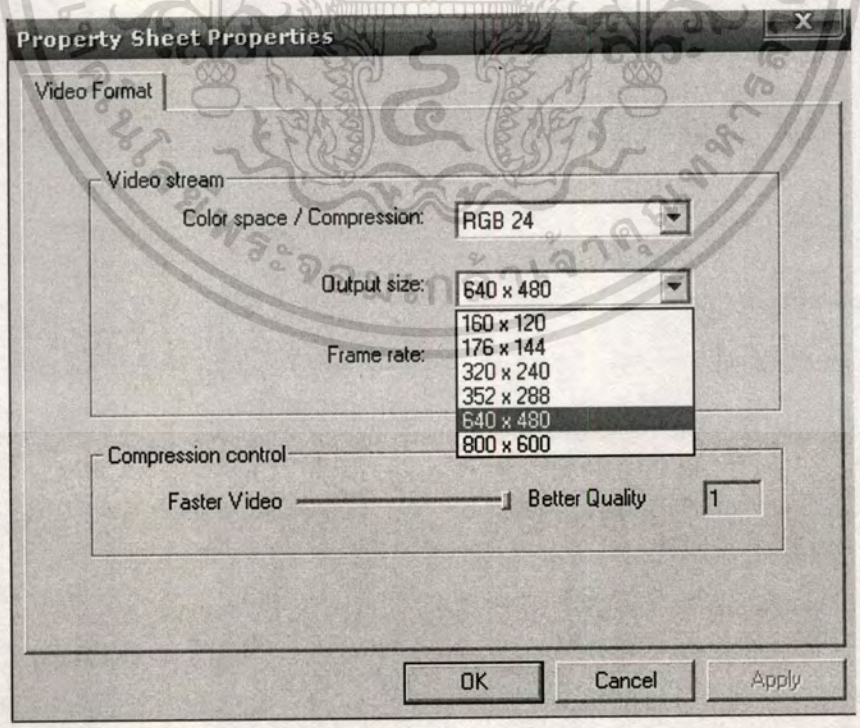
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู Display แสดงหน้าจอโปรแกรมในส่วนของการใช้เทคโนโลยีเสริมจริง ผู้ใช้งานต้องทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับคอมพิวเตอร์เสมอ หากผู้ใช้งานเปิดใช้งานโปรแกรมโดยไม่ได้เชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมจะขึ้นข้อความเตือนให้ผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่อกล้องเสียก่อน



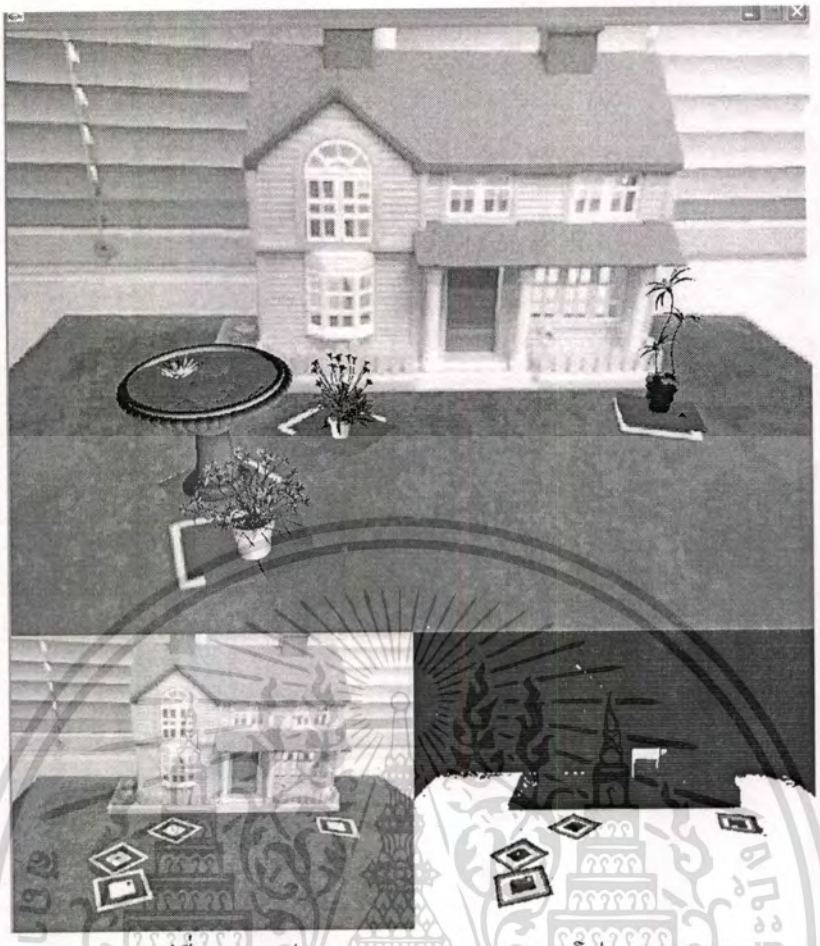
รูปที่ 4.13 รูปแสดงข้อความเตือนเมื่อผู้ใช้งานเปิดโปรแกรมโดยยังไม่ได้เชื่อมต่อกล้อง

ผู้ใช้งานกำหนดค่าของรับสัญญาณภาพจากกล้องเว็บแคมขนาดหน้าจอเท่าไหร่ เลือกกำหนดสีในการแสดงผลของกล้องเว็บแคมจากนั้นจะแสดงผลหน้าจอภาพกราฟฟิกที่เชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคม



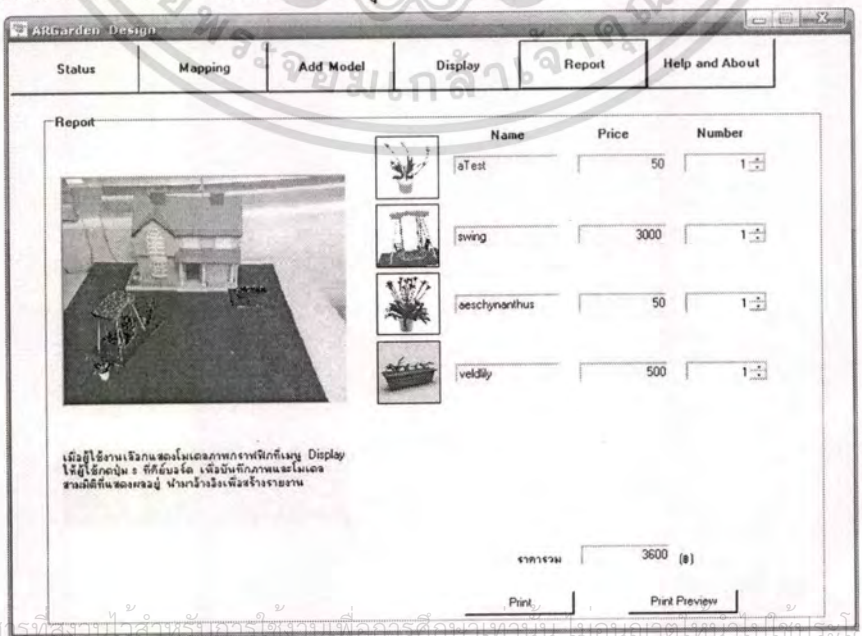
รูปที่ 4.14 รูปแสดงหน้าจอการตั้งค่าการใช้งานกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 รูปแสดงเมนู Display ของโปรแกรม

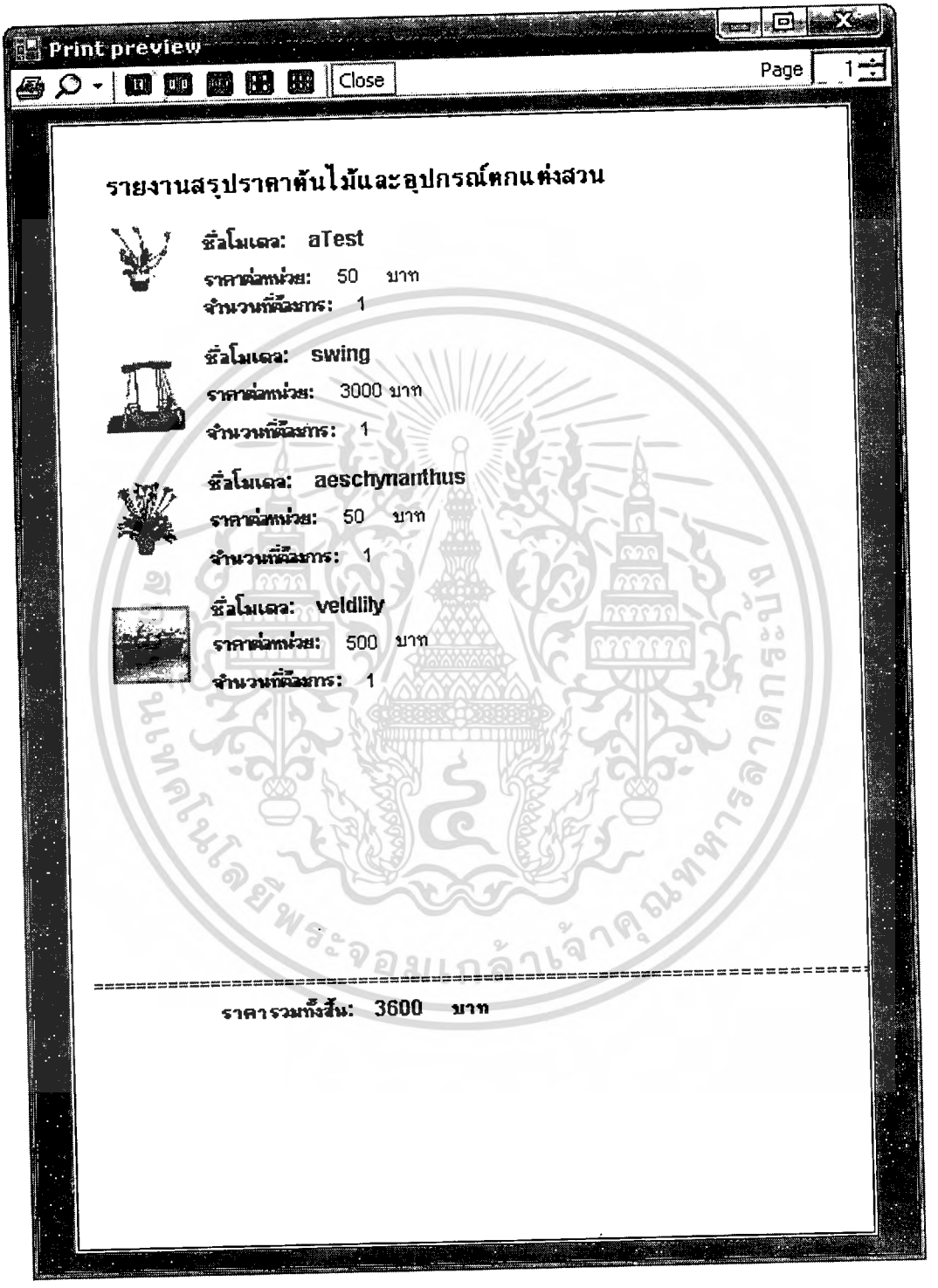
ก่อนการใช้งานเมนู Report ผู้ใช้ต้องกดปุ่ม s ที่คีย์บอร์ดตอนกดเมนู Display เพื่อแสดงผลภาพกราฟฟิก จากนั้นเมื่อผู้ใช้งานกดเมนู Report จะแสดงรายการเลือกใช้โมเดลแสดงชื่อโมเดล รูปภาพ ราคา ผู้ใช้งานสามารถเลือกจำนวนได้ และคำนวณราคารวมทั้งหมด มีปุ่มให้กด Print เพื่อสั่งพิมพ์รายงานได้ทันที และปุ่ม Print Preview เพื่อแสดงตัวอย่างก่อนพิมพ์



รูปที่ 4.16 รูปแสดงเมนู Report ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

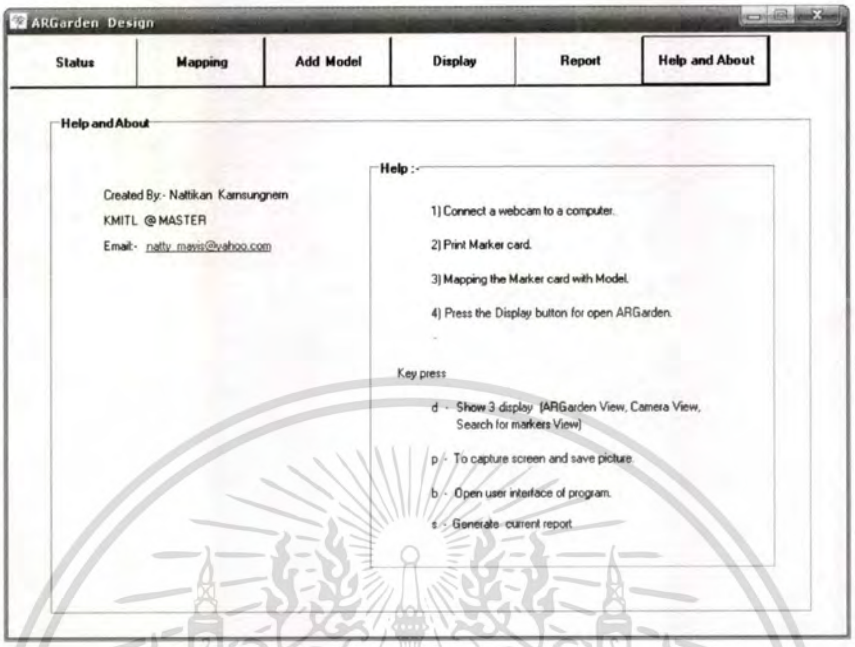
เมื่อกดปุ่ม Print Preview จะแสดงรายงานสรุปราคาต้นไม้และอุปกรณ์ตกแต่งสวน ตามที่ผู้ใช้คำนวณ ถ้ารายการไหนที่ผู้ใช้กำหนดจำนวนกับ 0 รายการนั้นก็จะไม่แสดงผล ผู้ใช้กดปุ่ม print รายงานจะถูกสั่งพิมพ์ไปยังเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4.17 รูปแสดงรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู Help and About แสดงข้อมูลของผู้พัฒนาโปรแกรม รวมทั้งบอกวิธีการใช้โปรแกรม และปุ่มพิเศษที่ใช้ในโปรแกรม



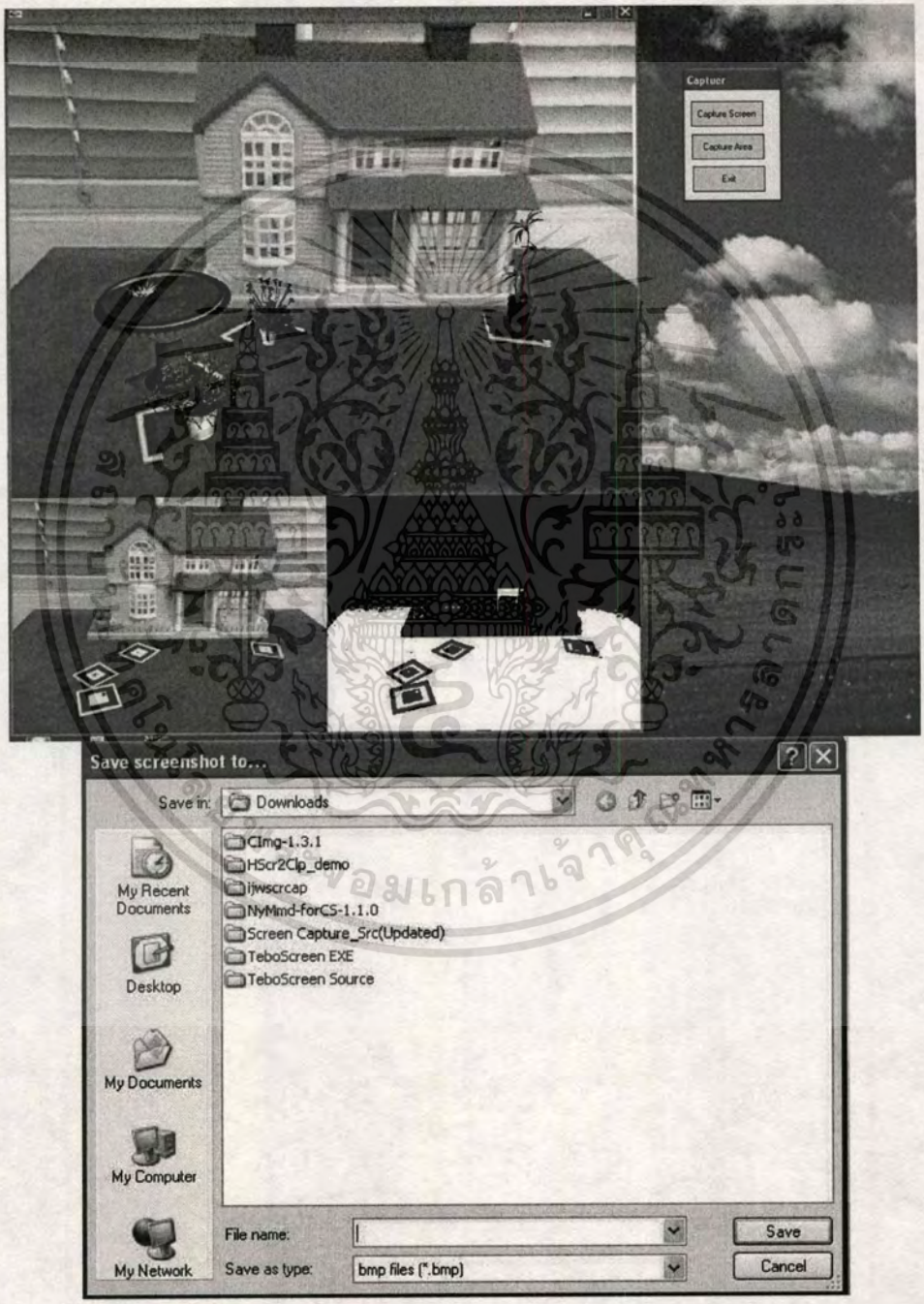
รูปที่ 4.18 รูปแสดงเมนู Help and About ของโปรแกรม

รูปที่ 4.19 รูปแสดงตำแหน่งการจับภาพของกล้องของโปรแกรม ARGarden Design

เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะแสดงจอที่แสดงผลการรับภาพจากกล้องเว็บแคม และมีส่วนของ Windows cmd ARGarden Design.exe ที่แสดงข้อมูลของโปรแกรมขนาดของหน้าจอแสดงผลที่ผู้ใช้เลือก ข้อมูลของความสัมพันธ์ของแผ่นกระดาษ (Marker Card) กับวัตถุสังเคราะห์ที่ผู้ใช้งานทำการเลือกในหน้าจอของเมนู Mapping และแสดงตำแหน่งในแต่ละเฟรมภาพที่กล้องเว็บแคมถ่ายได้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม d หน้าจอโปรแกรมจะแสดงจอภาพ 3 จอ คือ จอของโปรแกรม ARGarden Design ที่สร้างภาพกราฟฟิกตามปกติ จอด้านซ้ายล่างจะแสดงผลภาพจากกล้องเว็บแคมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายภาพได้ตามปกติ ส่วนภาพด้านขวาล่างจะแสดงภาพแบบไบนาลีขาว ดำ ที่กล้องเว็บแคมทำการตรวจจับหาตำแหน่งของแผ่นกระดาษ (Marker Card) ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม p โปรแกรมจะขึ้นเมนูของการจับภาพหน้าจอของโปรแกรม (Capture Screen) มีปุ่มให้เลือกการบันทึกภาพได้ 2 แบบ คือ Capture Screen คือ บันทึกภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งหมด และปุ่ม Capture Area ผู้ใช้สามารถเลือกภาพส่วนต่างๆ บนหน้าจอคอมตามที่ต้องการจะบันทึก ผู้ใช้สามารถเลือกที่ต้องการบันทึกภาพได้ที่ไดร์ต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ นามสกุลภาพที่บันทึกเป็นไฟล์ภาพบิตแมพ (.bmp)



รูปที่ 4.20 รูปแสดงการเรียกใช้งานการบันทึกภาพหน้าจอของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงการ

โปรแกรมนี้พัฒนาเพื่อใช้เทคโนโลยีเสริมจริงโดยใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานโปรแกรม ARGarden Design ด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงสามารถโต้ตอบกับเทคโนโลยีเสริมจริงที่สร้างขึ้นได้ ผลที่ได้นับว่าเป็นที่น่าพอใจเพราะโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้อง และแม่นยำในการตรวจจับแผ่นกระดาษ (Marker Card) ทำการซ้อนทับภาพวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติได้ถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาที่ได้วางไว้ จากการพัฒนาโปรแกรมสามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินโครงการได้ดังต่อไปนี้

1. กล้องเว็บแคมที่นำมาใช้งานควรมีคุณสมบัติที่ดี เช่น ความละเอียดของภาพ อัตราการถ่ายภาพ (Frame Rate) สามารถปรับความคมสว่างของแสง และสีได้
2. อัตราความสว่างของแสงในห้องที่ใช้ในการถ่ายภาพ ห้องที่ใช้ในการถ่ายภาพควรมีการควบคุมแสงให้คงที่ และมีความสว่างเพียงพอ ถ้าแสงสว่างมากเกินไปกล้องจะถ่ายภาพแผ่นกระดาษ (Marker Card) จะไม่ชัดเจน
3. ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ที่นำมาพัฒนาโปรแกรมมีข้อจำกัดในการพัฒนาเพียงแค่ภาษา C และ C++ และเขียนโปรแกรมแบบ Win32 จึงไม่อำนวยในการเขียนโปรแกรมส่วนของหน้าจอการใช้งานของโปรแกรมที่ต้องการเชื่อมต่อกับข้อมูลได้มากนักผู้พัฒนาจึงพัฒนาหน้าจอโปรแกรมหลักที่ใช้งานกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแพทเทิร์นกับโมเดล 3 มิติขึ้นมาต่างหาก
4. ภาพวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติที่ใช้ยังขาดความสมจริงในลักษณะของการให้แสง และเงา

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรม ARGarden Design นี้ยังมีข้อบกพร่องในหลายๆ ด้านดังต่อไปนี้

1. ส่วนการติดต่อผู้ใช้งานยังไม่สะดวกมากนักเพราะโปรแกรมต้องทำการกำหนดความสัมพันธ์ของการแสดงผลวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติกับแผ่นกระดาษ (Marker Card) ก่อน จึงจะสามารถใช้งานหน้าจอแสดงผลภาพกราฟฟิกที่เชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมการออกแบบสวนด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงนี้พัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารีของ OpenGL เมื่อผู้ใช้งานต้องการติดตั้งโปรแกรมที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องติดตั้ง GLUT ตามภาคผนวกที่ได้อธิบายไว้
3. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล ที่ใช้จะมีคุณสมบัติที่ดีในการประมวลผลภาพกราฟฟิก เช่น กล้องเว็บแคมแต่ละเครื่องที่นำมาใช้การแสดงผลภาพก็จะแตกต่างกันตามความละเอียดของการถ่ายภาพ และเลนส์ของกล้อง
4. ขนาดการแสดงผลของโมเดล 3 มิติจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ขนาดของแผ่นกระดาษ (Marker Card) ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถพิมพ์รูปของแผ่นกระดาษได้ตามขนาดที่ต้องการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ปรเมศวร์ ห่อแก้ว **"Computer Graphics."** [Online]. เข้าถึงได้ : http:// math.sut.ac.th/~phor kaew/files/compgraph/ lecture01.pdf

วิทวัส วิทยชำนาญกุล. 2547. **"การสร้างภาพสามมิติโดยใช้ OpenGL."** [Online]. เข้าถึงได้ : http:// www. kmitl.ac.th/~kwwithaw/PDF/OpenGL.pdf.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เนคเทค สวทช. 2548. **"เทคนิคเพิ่มความเสมือนจริง (Augmented Reality): วิธีการมองเห็นแบบใหม่."** [Online]. เข้าถึงได้ : http:// www.nectec.or.th/ pub/itdigest/ 2005/20050301-v2no5.pdf.

สยาม เจริญเสียง. **"การมองแบบสเตอริโอสำหรับระบบความจริงเสริม."** [Online]. เข้าถึงได้ : http://seri.kmutt.ac.th/nuke/modules.php?name=Content&pa= showpage&pid=88.

อุรฉัตร โคแก้ว.**"Three-Dimensional Viewing."** [Online]. เข้าถึงได้ : http://sci.kku.ac.th/~ura chart /graphic/load/3D_view.pdf.

Eric W. et al. 2003. **"MagicMouse: an Inexpensive 6–Degree-of-Freedom Mouse"**. [Online]. Available : http://www.hitl. washington.edu/artoolkit/Papers/2003Graphite MagicMouse-Inexpensive6DOF.pdf. .

Hirokazu K. et al. 1999. **"THE EFFECT OF SPATIAL CUES IN AUGMENTED REALITY VIDEO CONFERENCING."** [Online]. Available : http://www.hitl. washington.edu/artoolkit/Papers/HCII2001-kato.pdf.

Hirokazu K. et al. 2000. " AToolkit version 2.33". Human Interface Technology, Washington University.

Washington University. **"ARToolKit."** [Online]. Available : http://www. hitl.washington.edu/ artoolkit/.

Wikipedia, the free encyclopedia. **"Virtual reality."** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org /wiki /Virtual_reality.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การติดตั้งและเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพัฒนาโปรแกรม ARGarden Design ด้วยเทคโนโลยีเสริมจริงใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit เป็นไลบรารีที่สร้างโปรแกรมที่ใช้งานแบบทันทีทันใด (real time) โปรแกรมนี้สร้างวัตถุสังเคราะห์ 3 มิติขึ้นมาแล้วซ้อนทับลงภาพจริงที่ถ่ายได้จากกล้องวีดีโอ การติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit เพื่อพัฒนาโปรแกรม ARGarden Design มีขั้นตอนดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit คือ Microsoft Visual Studio 6 และ Microsoft Visual Studio.NET 2003
2. เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานเว็บแคมได้
3. ติดตั้ง DSVideoLib-0.0.8b-win32 เป็นตัวจัดการกล้องที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์(Windows) สามารถดาวน์โลดที่ http://sourceforge.net/projects/artoolkit/files/artoolkit/
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาพัฒนาโปรแกรมต้องลง GLUT ที่ใช้ในซอฟต์แวร์ไลบรารี OpenGLที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์(Windows) http://www. xmission.com/~nate/glut.html เครื่องคอมพิวเตอร์มี DirectX 9.0b หรือ DirectX รุ่นใหม่กว่า
5. ติดตั้ง OpenVRML-0.14.3-win32 สามารถดาวน์โลดที่ http://sourceforge.net/projects/artoolkit/files/artoolkit/

การติดตั้ง GLUT บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows)

เนื่องจาก GLUT ไม่ใช่ไลบารีมาตรฐานของ Microsoft Visual Studio ดังนั้นการที่จะใช้งาน GLUT ได้ต้องเริ่มจากการติดตั้งลงคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานเสียก่อน เมื่อดาวน์โลด GLUT ตาม URL ในข้อที่ 4 แล้วจะได้ไฟล์ดังนี้

1. glut32.dll
2. glut32.lib
3. glut.h
4. README3win32

ซึ่งไฟล์ที่จะใช้จริงๆ มีแค่ glut32.dll, glut32.lib และ glut.h เท่านั้น จากนั้นให้นำไฟล์เหล่านี้ไปวางไว้ในแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

1. glut32.dll ให้นำไปวางไว้ที่แฟ้มข้อมูล C:\WINDOWS\system32
2. glut32.lib ให้นำไปวางไว้ที่แฟ้มข้อมูลที่เก็บรวบรวมไลบราลีของ MS VC ซึ่งโดยปกติมักจะอยู่ที่ [Visual Studio Folder]\Vc7\PlatformSDK\Lib
3. glut.h ให้นำไปไว้ในแฟ้มข้อมูลที่เก็บไฟล์ header ของ OpenGL ตัวอื่นๆ ซึ่งโดยปกติมักจะอยู่ที่ [Visual Studio Folder]\Vc7\PlatformSDK\Include\GL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

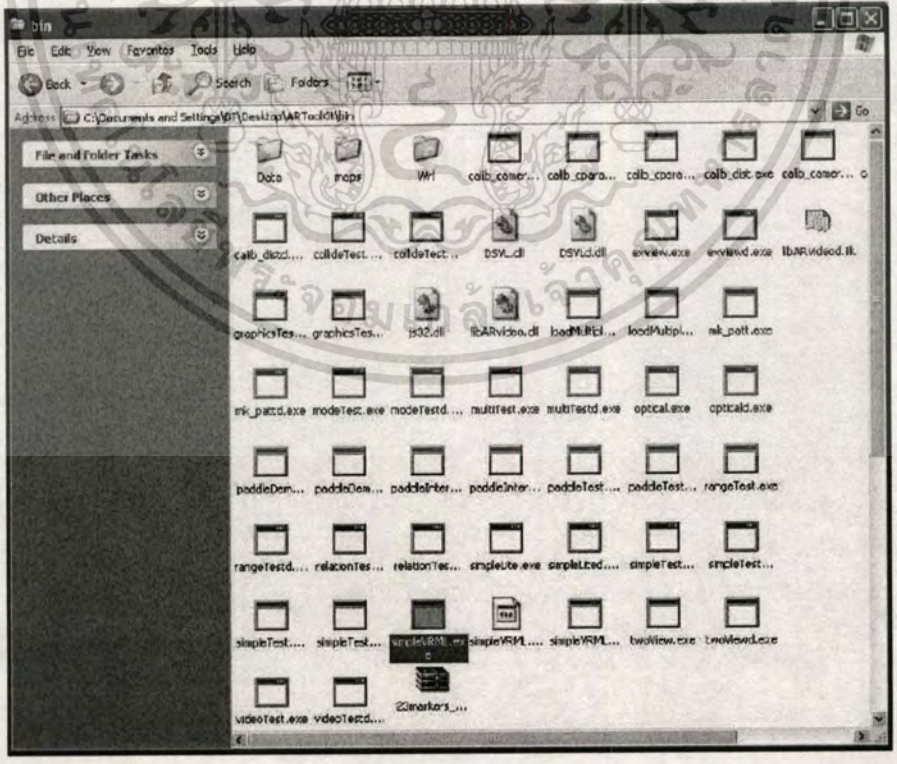
การติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows)

เมื่อเตรียมเครื่องมือในการพัฒนาตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนด้านบนเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนในการเตรียมการพัฒนาโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit โดยต้องติดตั้งไฟล์ที่ดาวน์โลดไฟล์มาแล้วติดตั้งตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิด ARToolKit zip ที่ดาวน์โลดมาไปไว้ที่ไดร์ที่ผู้พัฒนาต้องการ
2. เปิด DSVideoLib zip ใน {ARToolKit} จะได้แฟ้มข้อมูลที่ชื่อ DSVL
3. นำไฟล์ DSVL.dll และ DSVLd.dll จาก {ARToolKit}\DSVL\bin ไปไว้ที่ {ARToolKit}\bin
4. เปิดไฟล์ {ARToolKit}\Configure.win32.bat เพื่อสร้างไฟล์ include/AR/config.h
5. เปิดไฟล์ ARToolKit.sln file (VS.NET) หรือ ARToolkit.dsw file (VS6)
6. เมื่อติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit แล้วสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทันที

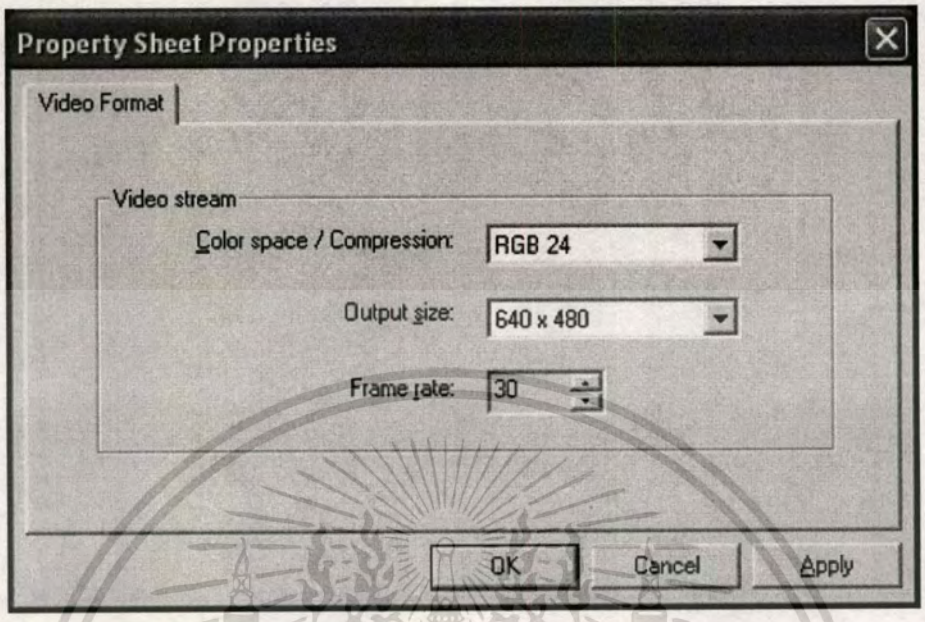
ตัวอย่างการเรียกใช้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit

เมื่อติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit ตามขั้นตอนทั้งหมดแล้วให้เข้าไปที่แฟ้มข้อมูล ARToolKit\bin แล้วเปิดโปรแกรม SimpleVRML.exe

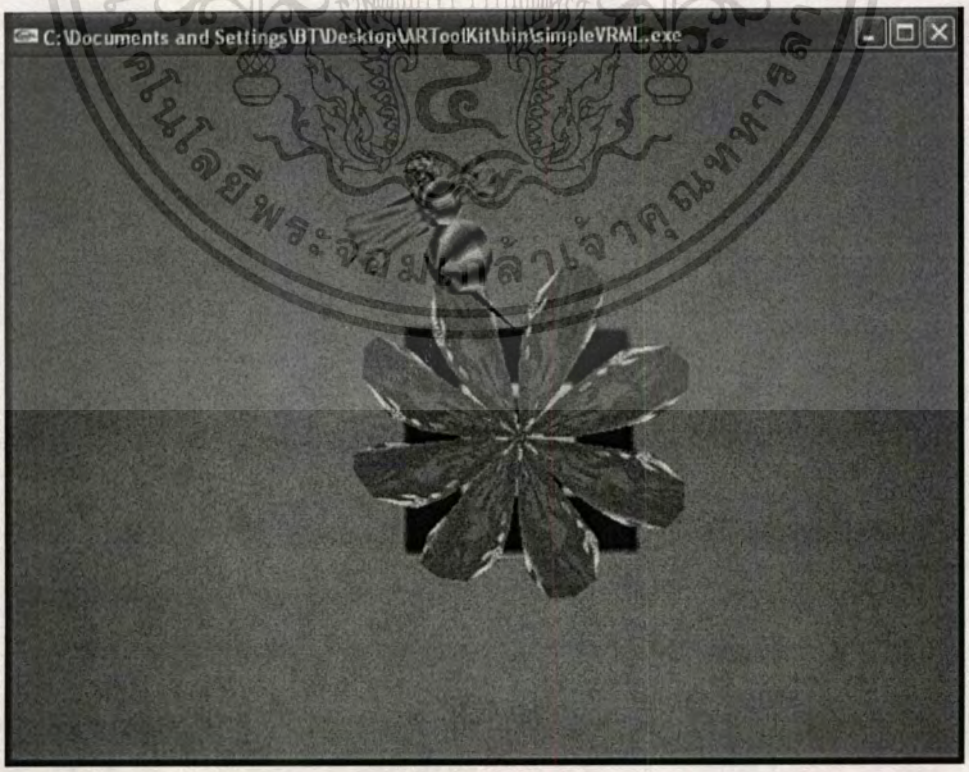


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดโปรแกรมแล้วเลือกจอภาพการแสดงผลของโปรแกรมตามความต้องการของผู้ใช้งาน และอัตราการถ่ายภาพในหนึ่งเฟรม



กดปุ่ม OK โปรแกรม SimpleVRML.exe ก็จะถูกเปิดใช้งานทันที ผู้ใช้งานต้องปริ้นแผ่นกระดาษ (Marker Card) ชื่อ Hiro.pdf ที่แฟ้มข้อมูลชื่อ pattern เมื่อกล้องถ่ายภาพแผ่นกระดาษ (Marker Card) แล้วจะแสดงผลวัตถุสังเคราะห์สามมิติออกมาที่จอภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

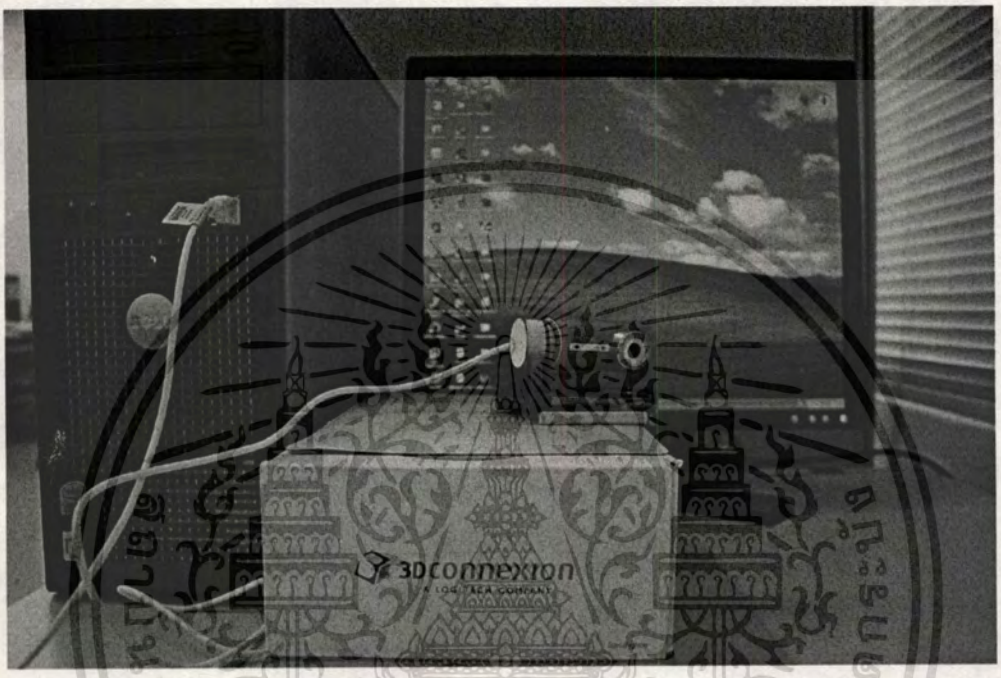
ภาคผนวก ข.

การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม ARGarden Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

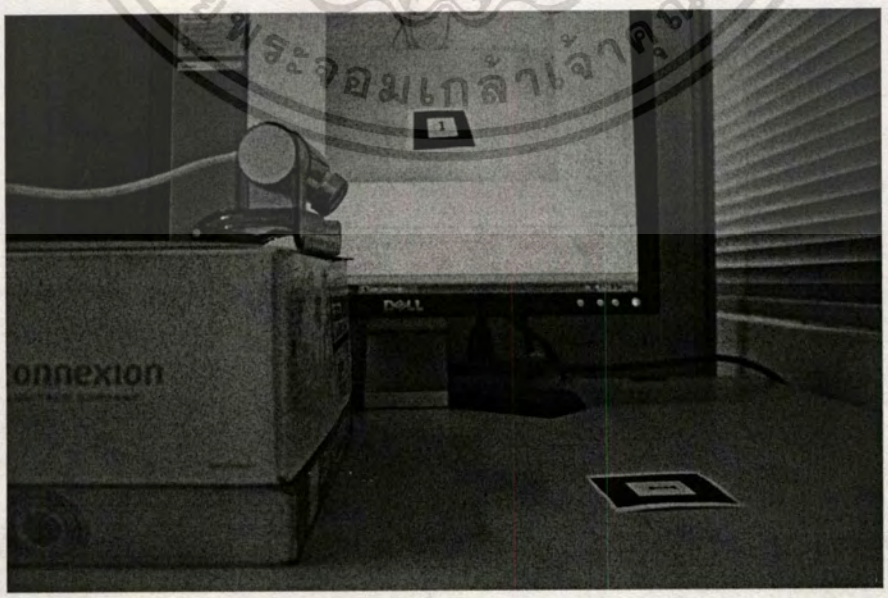
ขั้นตอนการติดตั้งและใช้งานโปรแกรม ARGarden Design

เมื่อทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ไลบรารี ARToolKit และ OpenGL ตามภาคผนวก ก แล้ว ก็สามารถใช้งานโปรแกรม ARGarden Design ได้ทันที ขั้นแรกต้องนำแฟ้มข้อมูลชื่อ GardenModify ไปไว้ที่ไดร์ C:\ ของเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องคอมพิงเตอร์ที่ใช้โปรแกรมต้องติดต่อกับกล้องเว็บแคมด้วย

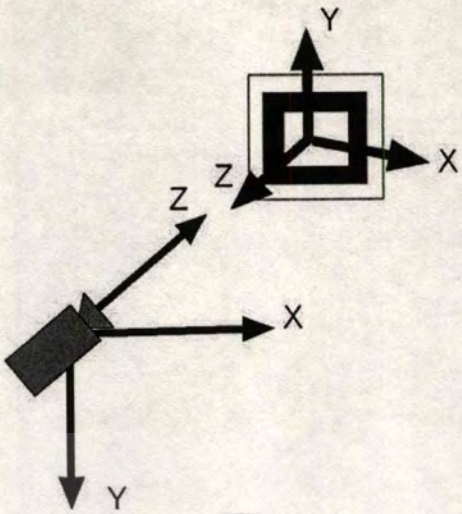


ผู้ใช้งานทำการปริ้นแผ่นกระดาษ (Marker Card) ที่ใช้กับโปรแกรมที่แฟ้มข้อมูล GardenModify\PicPattern ในโปรแกรมนี้ใช้แผ่นกระดาษหกรูป คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในการถ่ายภาพแผ่นกระดาษ (Marker Card) กล้องต้องจับภาพแผ่นกระดาษให้เห็นทั้งหมด เพื่อหาตำแหน่งรอบแผ่นกระดาษเพื่อนำวัตถุสังเคราะห์สามมิติมาซ้อนทับให้ถูกกับลวดลายบนแผ่นกระดาษในตำแหน่งที่ถูกต้อง

เพื่อให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีเสริมจริงที่ถูกต้อง ต้องมีโมเดลบ้านจริงเพื่อนำวัตถุสังเคราะห์สามมิติที่สร้างขึ้นไปซ้อนทับบนภาพจริงให้เกิดความสวยงามและมองเห็นถึงการนำไปใช้ประโยชน์ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดวางโมเดลบ้านจริงรวมทั้งแผ่นกระดาษ (Marker Card) ที่ใช้งานให้กล้องเว็บแคมสามารถถ่ายได้ เมื่อดูที่จอภาพจะพบว่าโปรแกรม ARGarden Design แสดงภาพวัตถุสังเคราะห์ได้ตรงตามลวดลายบนแผ่นกระดาษที่กำหนดโดยผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นกระดาษได้ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวณัติฏิกาณต์ การสูงเนิน
วัน เดือน ปีเกิด	9 มกราคม พ.ศ.2528
ที่อยู่	199 ถ.เทศบาล 26 ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้