

## สารบัญ

คำนำ .....	2
ภาพรวมโครงการ .....	3
สรุปความก้าวหน้า .....	4
ขั้นตอนที่ได้ทำไปแล้ว.....	4
1.) ศึกษาข้อมูลในการทำโครงการ .....	4
2.) จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	5
3.) การเก็บข้อมูลของการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition).....	5
4.) พัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บภาพ ประมวลผลและแสดงผล .....	6
ขั้นตอนที่จะปฏิบัติในอนาคต .....	8
ปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงการ.....	10
ความก้าวหน้าของโครงการเมื่อเทียบกับแผนงาน .....	11
เอกสารอ้างอิง.....	12

## คำนำ

รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิศวกรรม การวางผังเฟอร์นิเจอร์ในออกเมนต์ เรียลลิตี้ (Furniture Layout Design in Augmented Reality) ฉบับนี้ถูกเขียนขึ้นเพื่อนำเสนอความก้าวหน้าของโครงการดังกล่าวในช่วงเวลาที่ผ่านมามาตั้งแต่เริ่มส่งหัวข้อและนำเสนอหัวข้อโครงการผ่านไปเมื่อเทอมการศึกษาภาคต้นของปีการศึกษา 2553

โครงการวิศวกรรม การวางผังเฟอร์นิเจอร์ในออกเมนต์ เรียลลิตี้ เป็นการจำลองสร้างโมเดลสามมิติของวัตถุจริงลงบนคอมพิวเตอร์ โดยใช้กล้องวีดีโอรับภาพมาร์คเกอร์ที่กำหนดไว้ และนำไปคำนวณตำแหน่งของจุดที่วัตถุจริง เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการสร้างโมเดลและนำไปแสดงผลบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิศวกรรมฉบับนี้จะนำเสนอโดยกล่าวควบคู่ไปกับแผนการดำเนินงานที่ได้นำเสนอไปในข้อเสนอโครงการฉบับก่อนหน้า โดยจะนำเสนอจากภาพรวมของโครงการ ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนการปฏิบัติในแต่ละงานอย่างละเอียดประกอบไปกับการวัดผลในแต่ละส่วนของโครงการ เพื่อรับคำแนะนำจากคณะกรรมการเพื่อนำไปปรับปรุง

## ภาพรวมโครงการ

โครงการการวางผังเฟอร์นิเจอร์ในอวกาศเสมือนจริง (Furniture layout design in Augmented Reality) นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเป้าหมายในการศึกษา พัฒนาและ วิจัย โดยจะใช้ความรู้ทางด้าน คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) มาช่วยเหลือในด้านการคำนวณ และประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติของเฟอร์นิเจอร์ รวมถึงการทดลองตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ภายในพื้นที่จริง โดยใช้เทคโนโลยีอวกาศเสมือนจริง (Augmented Reality) ในการช่วยเหลือให้มีความสมจริงมากขึ้น โดยไม่ต้องใช้ความรู้ ความชำนาญในด้านซอฟต์แวร์มากนัก

ในการพัฒนาโครงการ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- 1.) Camera Calibration เป็นการปรับปรุค่าต่างๆที่รับจากกล้อง เพื่อให้ภาพที่รับเข้ามาอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะนำไปประมวลผล
- 2.) Image Analysis เป็นการประมวลผลภาพ โดยใช้อัลกอริทึมต่างๆ เพื่อค้นหาวัดดู หรือส่วนประกอบสำคัญของภาพที่ต้องการ โดยจะนำไปสู่กระบวนการ Marker Recognition
- 3.) Pose Estimation เป็นกระบวนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากรูปภาพสองมิติ ให้อยู่ในรูปของวัตถุสามมิติ เพื่อจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
- 4.) 3D Rendering เป็นกระบวนการการขึ้นรูปโมเดลสามมิติลงบนพื้นที่ที่ต้องการ

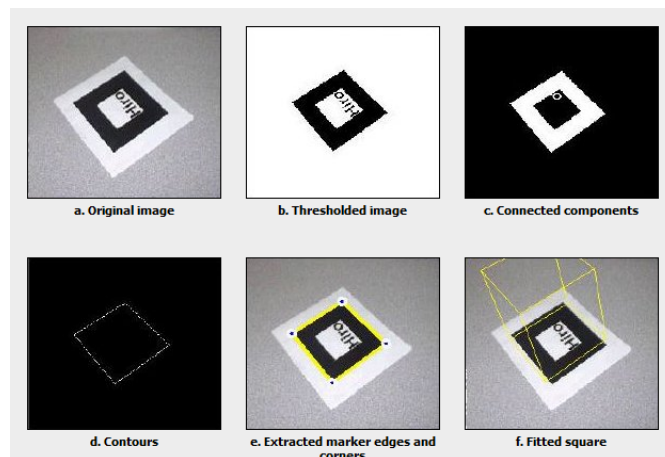
จากการศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้ว กระทบได้เลือก VideoInput Library เป็นตัวช่วยในการรับภาพเข้ามาเพื่อประมวลผล library ของ ARToolKit Plus เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ หาตำแหน่ง และ รูปแบบของมาร์คเกอร์ที่ต้องการ และ OGRE (Open Source 3D Graphic Engine) ซึ่งเป็น โปรแกรมที่พัฒนามาจาก OpenGL เป็นตัวช่วยในการแสดงผลภาพที่ต้องการออกทางหน้าจอ

## สรุปความก้าวหน้า

### ขั้นตอนที่ได้ทำไปแล้ว

#### 1.) ศึกษาข้อมูลในการทำโครงการ

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับหัวข้อโครงการงานการวางผังเฟอร์นิเจอร์ในออกเมนต์เรียลลิตี้ ปัจจัยสำคัญของโครงการนี้คือ การตรวจสอบ วิเคราะห์ และประมวลผลมาร์คเกอร์ โดยวิธีการตรวจสอบรูปแบบสามารถทำได้ 2 วิธี คือการรู้จำทางสถิติ (Static Pattern Recognition) และการรู้จำแบบสังเคราะห์ (Syntactic Pattern Recognition) โดยจะมีขั้นตอนการทำงาน 3 ส่วนหลักๆ คือ การเก็บข้อมูล (Data Collection) การประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Data Pre-Processing) และ การจำแนกข้อมูล (Classification) ซึ่งในส่วนของการประมวลผลมาร์คเกอร์นี้ ได้ใช้ ARToolkit Plus เพื่อเป็นตัวช่วยในการตรวจสอบ และหามาร์คเกอร์ ซึ่งเป็นกรู้จำแบบสังเคราะห์ โดย จะมีขั้นตอนการทำงานหลักๆ 4 ขั้นตอนคือ



- 1.) แปลงภาพจากกล้องวิดีโอ หรือภาพที่ได้รับเข้ามา ให้เป็นภาพแบบ Binary Image โดยมีค่า Threshold เป็นฐานในการเปลี่ยน ซึ่งเราสามารถกำหนดค่านี้ได้ 2 วิธี คือ การกำหนดเป็นค่าคงที่ และการใช้ Auto Threshold ซึ่งจะคำนวณและเปลี่ยนแปลงค่าไปตามสภาพแวดล้อมรอบๆพื้นที่ของตน
- 2.) การหา Connected Component หรือพื้นที่ที่ติดต่อกันในรูปภาพ เพื่อนำมาประมวลผล
- 3.) การหาเส้นเค้าโครงของมาร์คเกอร์ (Contours)
- 4.) ประมวลค่าต่างๆจากเส้นเค้าโครงที่ได้มา เพื่อหาดำแหน่ง และ ตัวแปรต่างๆที่จำเป็นต่อการประมวลผลในการขึ้นรูปโมเดลสามมิติ

## 2.) จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ได้ใช้อุปกรณ์และ ซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาดังนี้

- Visual Studio 2008
- VideoInput Library
- ARToolkit Plus
- OGRE
- CEGUI

## 3.) การเก็บข้อมูลของการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition)



ภาพที่ 1.) แสดงลักษณะของ Id - Marker



ภาพที่ 2.) แสดงลักษณะของ Template - Marker

ลักษณะของ Pattern ที่ ARToolkit Plus ตรวจสอบได้ จะมี 2 แบบ คือ Id – Markers (ภาพที่ 1) และ Template – Marker (ภาพที่ 2) โดย Id – Marker นี้ จะเป็นรูปแบบมาตรฐานของ ARToolkit Plus ซึ่ง ไม่ต้องทำการเรียนรู้รูปแบบ (Train) โดยจะมีการทำงานและการประมวลผลที่เร็วกว่า Template – Marker

ในการสร้างไฟล์ Pattern แบบ Template – Marker นี้ จำเป็นต้องมีการเรียนรู้และจดจำรูปแบบก่อน โดย ARToolKit จะเตรียมเครื่องมือที่ใช้สำหรับการแปลงรูปแบบ Pattern เป็นสัญลักษณ์ไว้ให้แล้ว หรือสามารถสร้างไฟล์ Pattern ผ่าน Web Application ก็ได้

โดยรูปแบบไฟล์ที่สร้างมาได้จากโปรแกรมดังกล่าว จะเป็นไฟล์ที่เก็บในลักษณะของ Binary Image ซึ่งอ้างอิงถึง Pattern ในรูปแบบที่ได้จัดทำเอาไว้ (ภาพที่ 3)



```
149 186 240 240 98 219 135 152 207 191 236 227 152 77 175 209
235 235 240 233 240 234 240 235 240 236 240 238 240 240 240 240
229 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
227 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
236 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
234 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
236 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
232 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
229 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
225 156 240 240 186 216 225 186 240 240 240 240 240 240 240
150 117 240 231 72 206 115 162 240 232 223 237 240 180 226 240
150 74 187 213 51 184 103 168 197 78 29 237 120 50 53 216
144 77 51 74 61 184 106 101 142 5 150 152 52 217 186 85
117 89 219 219 65 184 121 92 128 100 236 125 156 240 170 73
148 71 240 240 76 210 109 109 121 99 240 137 51 120 166 164
140 186 240 240 98 220 150 156 207 192 236 230 152 77 176 212
234 235 240 233 240 234 240 235 240 236 240 238 240 240 240 233
229 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 239
227 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
234 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
232 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
235 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
232 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
228 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
225 156 240 240 182 212 225 180 240 240 240 240 240 240 240
150 116 238 228 66 205 115 151 238 236 225 240 240 180 226 240
156 84 186 211 47 184 109 170 200 92 30 240 120 50 53 216
147 83 51 73 50 184 106 110 148 17 151 150 45 217 186 85
127 98 219 219 58 179 109 101 128 107 237 125 155 240 163 72
155 86 240 240 76 201 85 108 121 95 232 137 51 118 153 155
149 189 240 240 98 220 141 154 206 178 235 230 152 77 175 209
```

ภาพที่ 3.) แสดงรูปแบบของไฟล์ Pattern ที่สร้างขึ้นมาจากเครื่องมือของ ARToolKit

โดยกระผมได้พัฒนาต่อ เพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบหามาร์กเกอร์หลายรูปแบบในเวลาเดียวกันได้ (Multiple Marker) ได้โดยจะคืนค่าเป็นตำแหน่ง การจัดวางของวัตถุ และ Id ของ Marker แต่ละตัวที่พบออกมา

#### 4.) พัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บภาพ ประมวลผลและแสดงผล

ในส่วนของการพัฒนา ได้ใช้ OGRE AppWizard เพื่อสร้าง Base Application ขึ้นมา บน Visual Studio ซึ่งจะทำการโหลดโมเดลต่างๆที่จำเป็นเพื่อแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 4) และทำการเชื่อมต่อกับวีดีโอผ่าน VideoInput Library (ภาพที่ 5) จากนั้น จะเชื่อมต่อกับ ARToolKit Plus

เพื่อนำภาพที่รับเข้ามา (ภาพที่ 6) ไปประมวลผล เพื่อหาค่าต่างๆที่จำเป็นต่อการแสดงผล และแสดงโมเดลดังกล่าวขึ้นบนจอภาพ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 4.) แสดงการโหลดโมเดลเพื่อแสดงผล



ภาพที่ 5.) แสดงการอ่านภาพจากวิดีโอเพื่อแสดงผล



ภาพที่ 6.) แสดงรูปแบบมาร์คเกอร์ที่ตรวจจับพบ

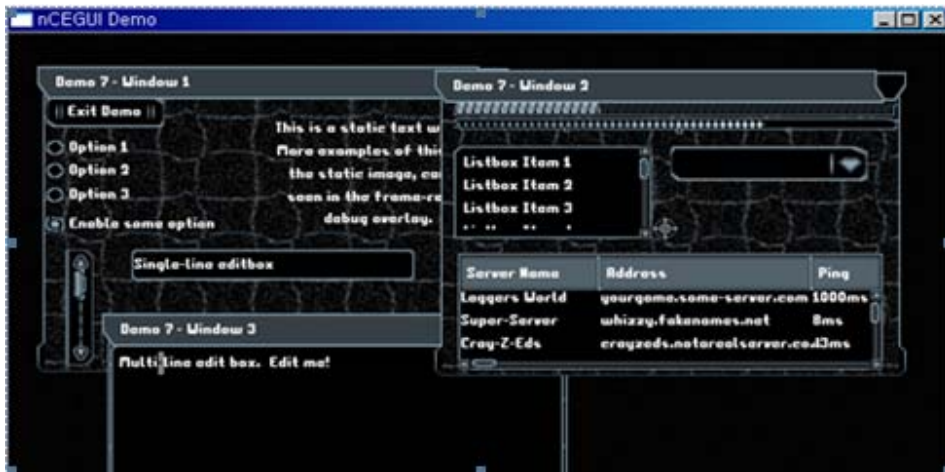


ภาพที่ 7.) แสดงการขึ้นรูปสามมิติบนมาร์คเกอร์ที่ตรวจจับพบ

## ขั้นตอนที่จะปฏิบัติในอนาคต

### 1.) การออกแบบรูปร่างของ โปรแกรม

User interface จะสร้างโดย CEGUI ซึ่งเป็น Library เสริมของ OGRE โดย Library นี้จะทำให้การสร้าง User interface ผ่านภาษา C++ ทำได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 8.) ภาพตัวอย่างของ UI ที่ใช้ CEGUI

### 2.) การออกแบบและสร้างโมเดลสามมิติ

หาไฟล์ของโมเดลสามมิติที่ต้องการและ converter สำหรับไฟล์สามมิติให้แปลงออกมาเป็นสกุล .mesh เช่น โปรแกรม iclone-3dxchange ซึ่งสามารถแปลงไฟล์ 3dx เป็นไฟล์ .mesh ได้

### 3.) ทดสอบความถูกต้องของระบบ

- 1.) ระบบสามารถรับค่าจากกล้องวิดีโอ และแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้
- 2.) ระบบสามารถตรวจสอบ พบมาร์คเกอร์ที่ระบุไว้ได้
- 3.) ระบบสามารถแสดงผลโมเดลได้ตรงกับมาร์คเกอร์ ที่กำหนดไว้
- 4.) สามารถแสดงผล ได้ถูกต้องหลังการเคลื่อนมาร์คเกอร์ ไปในมุมมองต่างๆ ที่สามารถมองเห็นมาร์คเกอร์ได้ชัดเจน
- 5.) การเคลื่อนไหวของโมเดลสามมิติ ต้องมีความสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของมาร์คเกอร์
- 6.) มาร์คเกอร์ มีการแสดงขนาดของวัตถุด้วยขนาดที่สมจริง



#### 4.) ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

- 1.) ระบบสามารถทำงานบน Window7 ได้
- 2.) สามารถแสดงผลในสถานที่ต่างๆ ซึ่งมีแสงระดับหนึ่งที่ไม่ต่ำกว่าค่าที่ต่ำที่สุดซึ่งระบบยังจะทำงานต่อได้
- 3.) สามารถแสดงผลได้ถูกต้องเมื่อมีมาร์คเกอร์อยู่ห่างจากกล้องรับภาพในระยะที่กำหนด
- 4.) ระบบสามารถติดต่อ กับผู้ใช้ในลักษณะ Real time

## ปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงการ

### 1.) การเรียนรู้การใช้งานภาษา C++ และโปรแกรม Visual Studio 2008

เนื่องจากทางผู้พัฒนาโครงการ ยังขาดประสบการณ์ในการพัฒนาภาษา C++ ทำให้ประสบปัญหาในการเชื่อมต่อ และเรียกใช้งาน โมดูลต่างๆ รวมไปถึงการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม ซึ่งเป็นสาเหตุให้การพัฒนาโครงการเป็นไปได้อย่างไม่ราบรื่นนัก

ทางผู้พัฒนาโครงการ ได้แก้ไขปัญหานี้ โดยการ ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งาน C++ และ Visual Studio ผ่านหนังสือและสื่อต่างๆ รวมถึงการหาแบบฝึกหัด และตัวอย่าง เพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาโครงการ

### 2.) การพัฒนาโมดูลสำหรับการตรวจสอบ Marker

ในการพัฒนาโมดูลที่ใช้ตรวจสอบ Marker ขึ้นมาเองนั้น มีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแต่ละวิธี จะใช้เวลาในการศึกษาและพัฒนา มาก จึงทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างล่าช้า และอาจเสร็จไม่ทันกำหนดการ โดยในระยะแรก ผู้พัฒนาได้เลือกใช้ Library Open CV ในการศึกษาพัฒนาโครงการ

ทางผู้พัฒนาโครงการ จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับ อุปกรณ์ที่ช่วยในการตรวจสอบมาร์คเกอร์เพิ่มเติม และได้พบ Library ของ ARToolKit ซึ่งเพิ่มความสะดวกสบายในการตรวจพบมาร์คเกอร์ที่ต้องการ โดยการนำ Library มาพัฒนาเพิ่มเติม

### 3.) การศึกษา ARToolKitPlus ไม่มี Documentation

หลังจากการศึกษาพบเครื่องมือของ ARToolKit แล้วนั้น ได้พบว่า ARToolKit Plus จะทำงานได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า และสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์ไร้สายต่างๆ จึงได้นำ ARToolKit Plus มาใช้ในการพัฒนา แต่ ARToolKit Plus นี้ ไม่มีข้อมูลที่เป็นทางการ (Documentation) ทำให้การพัฒนาเป็นไปได้อย่างล่าช้า เนื่องจากทางผู้พัฒนาต้องทำการศึกษาโปรแกรมบางส่วนที่จำเป็นต่อการตรวจสอบและหาตำแหน่งมาร์คเกอร์ที่ต้องการเอง

## ความก้าวหน้าของโครงการเมื่อเทียบกับแผนงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ							
การเก็บข้อมูลสำหรับการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition)							
การศึกษาและพัฒนาระบบการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition)							
การขึ้นรูปโมเดลสามมิติ							
การออกแบบและสร้างโมเดลสามมิติ							
ทดสอบความถูกต้องของระบบ							
พัฒนาซอฟต์แวร์ให้ตรงตาม Requirements							
ทดสอบความถูกต้อง และประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์							

\* เครื่องหมายสีฟ้าแสดงถึงงานที่ได้ทำเสร็จไปแล้ว

\* เครื่องหมายสีส้มแสดงถึงงานที่ได้วางแผนในกำหนดการ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [2] ARToolKit Plus, [http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld\\_ar/artoolkitplus.php](http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php)
- [3] OGRE, <http://www.ogre3d.org/>
- [4] Armin Gruen and Thomas S.Huang., Calibration and Orientation of Cameras in Computer Vision
- [5] Gary Bradski and Adrian Kaehler., O Reilly Learning OpenCV.
- [6] Emanuele Trucco and Alessandro Verri., Introductory Techniques for 3-D Computer Vision
- [7] Wasan Kiatsangtong, Patsapol Prommat and Anuwat Chalermksakulkit., A Study of Augmented Reality Technologies: Case Study Developing “MemCards” Game
- [8] Xiang Zhang, Strphan Fronz and Nassir Navab., Visual Marker Detection and Decoding in AR System: A Comparative Study.
- [9] George Yu, Perry Wang and Hattie Dong., Visual Code Marker Detection through Geometric Feature Recognition.
- [10] <http://newsroomnews.com/2010/06/augmented-reality-olympus-pen-e-pl1-3d-demo/>
- [11] [http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented\\_reality\\_introduction\\_1.html](http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html)