

ห้องประชุม 415  
ด้านเทคโนโลยีอาคาร  
และเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ในงานสถาปัตยกรรม



ระบบสารสนเทศออนไลน์เพื่อการนำเสนอข้อมูล  
ในสถานที่ท่องเที่ยวด้วยวิดีโอ 360 องศา  
Location Based Online Tourism Information System  
by Using 360-Degree Video

ธัญพร กุลพรพันธ์<sup>1</sup>, จาตุรงค์ โภคะรัตน์ศิริ<sup>2</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>3</sup>

Thanyaporn Kulpornphan<sup>1</sup>, Jaturong Pokharatsiri, Ph.D.<sup>2</sup>, Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>3</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: dhvpbae@gmail.com<sup>1</sup>, jaturong@ap.tu.ac.th<sup>2</sup>, cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบสารสนเทศออนไลน์เพื่อนำเสนอข้อมูลทางประวัติศาสตร์ของสถานที่ท่องเที่ยวด้วยวิดีโอ 360 องศาโดยทำงานร่วมกับระบบระบุตำแหน่ง เพื่อให้ข้อมูลสัมพันธ์กับสถานที่จริง โดยนักท่องเที่ยวสามารถใช้ระบบสารสนเทศออนไลน์นี้ผ่านทางสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตได้เมื่ออยู่ในสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ผลจากการพัฒนาระบบพบว่าปัจจัยที่ทำให้ระบบระบุตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อน ได้แก่ สภาพอากาศ ระบบเครือข่าย และฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ โดยมีข้อเสนอแนะจากงานวิจัยคือ การทำให้นักท่องเที่ยวรู้ว่ามียระบบสารสนเทศให้ใช้ได้เมื่ออยู่ในสถานที่ท่องเที่ยว และการพัฒนาข้อมูลภายในวิดีโอ 360 องศาในเนื้อหาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

### Abstract

This research aimed to create an online information system to interpret a tourist destination by using 360-degree video in cooperation with a location based system. This system can be accessed through all kinds of smart devices such as smartphone and tablet, when the users are present at the destination. The result revealed that the accuracy of location based system depended upon the weather, network system and hardware of the device. Some additional recommendations were to increase ways to communicate to the tourists about the provision of the online information system at site, and to variously add more channels of information within the 360-degree video.

**คำสำคัญ (Keywords):** การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม (Cultural Tourism), การถ่ายทอดความหมาย (Interpretation), ความจริงเสมือน (Virtual Reality), วิดีโอ 360 องศา (360-degree Video), ระบบระบุตำแหน่ง (Location Based System)

## 1. ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้สร้างรายได้มหาศาลแก่ประเทศไทย โดยข้อมูลจากกรมการท่องเที่ยวพบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยประเทศไทยเองได้ส่งเสริมการท่องเที่ยวในหลากหลายด้าน ด้วยการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว เช่น การจัดทำศูนย์ข้อมูลนักท่องเที่ยว หรือการจัดทำป้ายข้อมูลตามสถานที่สำคัญต่าง ๆ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ป้ายข้อมูลชำรุดเสียหาย ข้อมูลที่นำเสนอขาดการทำให้ทันสมัย และขาดความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้เพื่อการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวในหลากหลายรูปแบบ เช่น การเผยแพร่ข้อมูลทางเว็บไซต์ เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) หรือการจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) ของสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสบรรยากาศของสถานที่ที่เที่ยวนั้นก่อนไปสถานที่จริง ด้วยการจำลองแบบรูปถ่ายพาโนรามา การทำแบบจำลองสามมิติ หรือการทำวิดีโอ 360 องศา ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน โดยมีการใช้งานที่ง่ายและสามารถเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้งานได้อย่างทั่วถึง

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยใช้ระบบระบุตำแหน่ง (Location Based System) ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยวิดีโอ 360 องศา โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบสารสนเทศที่เพิ่มความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มประสบการณ์

ในการท่องเที่ยวและสนับสนุนการท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้น

## 2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การนำเสนอข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว

2.1.1 การถ่ายทอดความหมายของสถานที่ หมายถึง การทำให้นักท่องเที่ยวตระหนักได้ถึงสถานที่ และมอบความรู้ความเข้าใจเพื่อให้นักท่องเที่ยวเข้ามามีส่วนร่วมกับสถานที่และเกิดความพึงพอใจต่อสถานที่ (Herbert, 1989) โดยมีจุดประสงค์คือ 1) เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจต่อสถานที่ที่เที่ยวนั้น 2) เพื่อเพิ่มความเพลิดเพลิน และประสบการณ์ต่อสถานที่แก่นักท่องเที่ยว 3) เพื่อสร้างความรัก ความหวงแหนในสถานที่ต่อนักท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดการตระหนักและเห็นคุณค่าของสถานที่ที่ท่องเที่ยว โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดความหมายในอุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา (พรภัส อุดาพรหม, 2556) พบว่า การถ่ายทอดความหมายในพื้นที่ยังไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากข้อมูลขาดการปรับปรุงให้ทันสมัย และการนำเสนอข้อมูลนั้นขาดความหลากหลายและความน่าสนใจ ทั้งนี้ควรมีการปรับปรุงข้อมูลให้เชื่อมโยงกับบริบทและเพิ่มความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ที่เที่ยวนั้น

2.1.2 การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท 1) ข้อมูลที่เป็นทางการหรือข้อมูลที่สื่อสารโดยไม่มีบุคคลเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น หนังสือนำทาง 2) ข้อมูลที่ไม่เป็นทางการหรือข้อมูลที่มีการสื่อสารระหว่างบุคคล เช่น การพูดคุยกับเพื่อน (Mansfield, 1992) โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ที่ท่องเที่ยว โดยนักท่องเที่ยวสามารถรับรู้ของสถานที่ที่ท่องเที่ยว

เที่ยวได้มากขึ้นเนื่องด้วยเทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้น เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต และสามารถเพิ่มประสบการณ์ในการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวได้ โดยการใช้สื่ออื่นๆ นอกจากข้อความ เช่น รูปภาพหรือวิดีโอ ในการนำเสนอข้อมูลจะสามารถเพิ่มความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลได้

## 2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการนำเสนอข้อมูล

2.2.1 การจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) และ ความจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการนำเสนอข้อมูลในปัจจุบัน โดยเป็นการสร้างข้อมูลหรือจำลองสภาพแวดล้อมเพื่อให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ โดยการจำลองภาวะเสมือนจริงเป็นการนำเสนอข้อมูลโดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้ ส่วนความจริงเสริมนั้นจะนำเสนอข้อมูลประกอบเข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีอยู่จริง โดยผู้ใช้งานต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ (Azuma, 1997) ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีการนำเสนอข้อมูลเหล่านี้ร่วมกับสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตโดยสามารถเข้าถึงผู้ใช้งานได้มากขึ้น

2.2.2 วิดีโอ 360 องศา (360-Degree Video) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน โดยเป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่สามารถมองได้ในมุมมอง 360 องศา โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกรับข้อมูลในมุมมองใดก็ได้ ในปัจจุบันวิดีโอ 360 องศาสามารถทำได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) กล้องที่สามารถบันทึกได้ในมุมมอง 360 องศา 2) การจำลองจากโปรแกรมสามมิติ โดยสามารถนำไปแสดงผลผ่านโปรแกรมที่รองรับหรือในปัจจุบันเว็บไซต์ที่เป็นที่นิยมอย่าง Facebook หรือ Youtube

2.2.3 ระบบระบุตำแหน่ง (Location Based System) คือระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานผ่านทางเครือข่ายเคลื่อนที่ (Virrantaus et al., 2001) สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ 1) Pull Service เป็นระบบข้อมูลที่ส่งผ่านข้อมูลถึงผู้ใช้งานโดยตรง 2) Push Service เป็นระบบข้อมูลที่ส่งผ่านข้อมูลถึงผู้ใช้งานทางอ้อม

2.2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System) ฐานข้อมูลเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีความสัมพันธ์กันของข้อมูลต่างๆ ผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบเข้าถึงข้อมูลได้โดยมีซอฟต์แวร์เป็นสื่อกลาง โดยระบบฐานข้อมูลจะช่วยให้จัดการกับข้อมูลง่ายขึ้น รวมไปถึงการเก็บรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Jaruwat, 2001)

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย Kwiatek (2010) ได้จำลองภาวะเสมือนจริงในมุมมอง 360 องศาของโบสถ์ชาลส์ (Charles Church) ในเมือง Plymouth ประเทศอังกฤษ การจำลองภาวะเสมือนจริงของโบสถ์ชาลส์ถูกจัดแสดงในงานนิทรรศการ โดยเป็นการจำลองอาคารและเหตุการณ์ในอดีตก่อนอาคารถูกทำลาย นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ทำการจำลองภาวะเสมือนจริงด้วยสแกนเนอร์สามมิติของวัดศรีชุมจังหวัดสุโขทัย โดยเป็นการสร้างแบบจำลองและสภาพแวดล้อมเพื่อนำมาพัฒนาระบบสารสนเทศสามมิติแบบปฏิสัมพันธ์ทันที โดยสามารถแสดงถึงส่วนของอาคารต่างๆ ที่ถูกจำกัดการเข้าถึงและรูปแบบของอาคารในอดีตตามข้อสันนิษฐานต่างๆ (ชาวิ บุษยรัตน์ , พงศนิพร ลพเกิด และ วิโรดม ศุขสวัสดิ์, 2557) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ข้อดีของการจำลองภาวะเสมือน

จริง คือ การนำเสนอข้อมูลที่ไม่สามารถแสดงได้ในสถานที่จริง เช่นภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต หรือสถานที่ที่จำกัดการเข้าถึง โดยผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่นั้นจริง ๆ แต่เนื่องจากไม่ได้มีการอ้างอิงตำแหน่ง ทำให้การให้ข้อมูลที่นำเสนอไม่สอดคล้องกับพื้นที่จริง โดยมีงานวิจัยที่นำระบบระบบตำแหน่งใช้ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลในพื้นที่ โดยมีได้นำเสนอข้อมูลของพระราชวังYuanMing Yuan ที่ประเทศจีน (Li et al., 2013) ด้วยการจัดทำแอปพลิเคชันในระบบ iOS เป็นการนำเสนอเส้นทางในอุทยานโดยนักท่องเที่ยวสามารถเลือกจุดที่สนใจ ระบบจะทำการค้นหาเส้นทางภายในอุทยานและนำเสนอข้อมูลในการฟื้นฟูอุทยานด้วยการจำลองภาวะเสมือนจริงผ่านระบบ QR Code ตามสถานที่ต่าง ๆ นอกจากนี้มีการใช้ความจริงเสริม ในการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ประวัติศาสตร์ Tamsui ในประเทศไต้หวัน (Chang et al., 2015) ซึ่งระบบความจริงเสริมจะใช้การอ้างอิงตำแหน่งของผู้ใช้งานในการนำเสนอข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในเชิงสื่อการเรียนรู้เพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานกับสถานที่ประวัติศาสตร์นั้น ๆ

### 3. การพัฒนาระบบ

#### 3.1 ภาพรวมของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทศึกษางานวิจัยและทดลอง (Research and Development) โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้วยสื่อวิดีโอ 360 องศา ร่วมกับระบบระบบตำแหน่ง เพื่อนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว โดยเป็นการเพิ่มความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานได้รับข้อมูลโดยสะดวก โดยจากงานวิจัยต่าง ๆ มีเป้าหมายในการนำการจำลอง

ภาวะเสมือนจริงของสถานที่ต่าง ๆ เพื่อการนำเสนอข้อมูลที่ไม่สามารถแสดงได้ในสถานที่จริง เช่น เหตุการณ์ในอดีตหรือข้อมูลบางส่วนที่ถูกจำกัดการเข้าถึง แต่การจำลองภาวะเสมือนจริงนั้นเป็นการจำลองที่ไม่อ้างอิงตำแหน่งผู้ใช้งาน อีกทั้งการจำลองภาวะเสมือนจริงบางประเภทผู้ใช้งานจำเป็นต้องมี Learning Curve ที่มากพอจึงจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ใช้งานไม่ได้รับข้อมูลของสถานที่นั้น ๆ อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังขาดความสะดวกในการค้นหาข้อมูลของแต่ละสถานที่ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีการนำเสนอข้อมูลในพื้นที่โดยการอ้างอิงจากตำแหน่งของสมาร์ตโฟนซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ร่วมกับสื่อวิดีโอ 360 องศาที่มีการใช้งานที่ง่าย สามารถเข้าถึงกลุ่มคนได้ทุกประเภท ระบบสารสนเทศออนไลน์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อ นักท่องเที่ยวในพื้นที่ ภาครัฐ และกลุ่มคนที่ต้องการศึกษา โดยมีพื้นที่ที่ทดลองศึกษา คือ โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย โดยมีเกณฑ์การเลือกพื้นที่ศึกษาเลือกจากเป็นพื้นที่ที่มีชื่อเสียงทางด้านการท่องเที่ยวของจังหวัดสุโขทัย และมีประวัติศาสตร์ที่สำคัญ เช่น ดำเนินพระพุทธรูปพูดได้หรืออุโมงค์ที่มีภาพสลักแต่ถูกจำกัดการเข้าชม

#### 3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากการศึกษาผู้วิจัยเลือกใช้วิดีโอ 360 องศา ในการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว โดยการสร้างแบบจำลองในโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อนำเสนอข้อมูลทางประวัติศาสตร์ของสถานที่ท่องเที่ยว นั้น ๆ โดยโครงสร้างของระบบ ระบบที่เห็นในการพัฒนาประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

- 1) HTML ใช้ในการแสดงผลผ่านบราวเซอร์

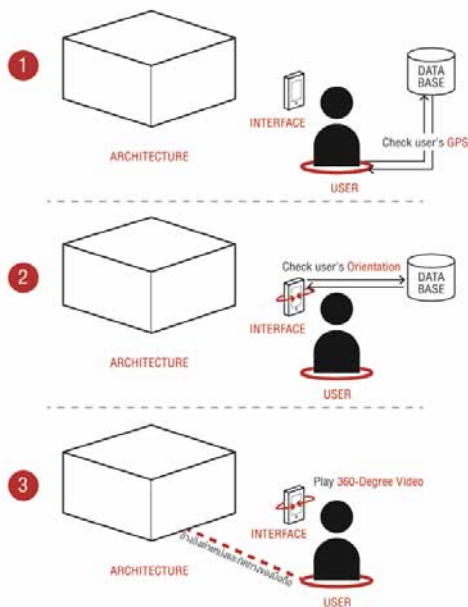
2) วิดีโอ 360 องศา ใช้ในการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว

3) ระบบฐานข้อมูลMySQL เพื่อใช้เก็บข้อมูลที่จะเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นในระบบ

#### 4. ผลการทดลอง

##### 4.1 การทำงานของระบบระบุตำแหน่งบนเว็บเบราว์เซอร์

จากความต้องการของระบบที่ต้องการเพื่อความหลากหลายและความสะดวกในการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวเมื่อนักท่องเที่ยวอยู่ในพื้นที่ โดยอ้างอิงตำแหน่งของนักท่องเที่ยวจากระบบระบุตำแหน่งของสมาร์ตโฟน



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของระบบสารสนเทศในงานวิจัย

โดยแบ่งระบบสารสนเทศในงานวิจัย เป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) การเช็คและแสดงค่าตำแหน่งสมาร์ตโฟนของผู้ใช้งานโดยถ้ค่าตำแหน่งของผู้ใช้งานไม่อยู่

ในค่าที่ระบบกำหนด ระบบจะขึ้นข้อความเพื่อให้ผู้ใช้งานทำการเปลี่ยนตำแหน่งและรีเฟรชระบบเพื่อเช็คค่าอีกครั้ง เมื่อค่าตำแหน่งของผู้ใช้งานอยู่ในค่าที่ระบบกำหนดแล้ว ระบบจะทำการส่งค่าไปยังอินเตอร์เฟสถัดไป



รูปที่ 2 ตัวอย่างการแสดงผลของอินเตอร์เฟสแรกในการเช็คค่าตำแหน่ง

2) การเช็คและแสดงค่าทิศทางของสมาร์ตโฟนโดยอินเตอร์เฟสจะแสดงข้อความค่าทิศทางที่จะส่งค่าไปยังวิดีโอ 360 องศา และแสดงค่าทิศทางของผู้ใช้งานโดยค่านี้จะเปลี่ยนไปเมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนทิศทางของสมาร์ตโฟน



ค่าทิศทางของคุณคือ  
alpha: 14.42268180847168  
No device motion data

Please turn your device to Alpha:190

รูปที่ 3 ตัวอย่างการแสดงผลของอินเตอร์เฟสที่สองในการเช็คค่าทิศทาง

##### 4.2 การทำงานของวิดีโอ 360 องศา

ระบบสารสนเทศนี้เป็นการนำเสนอถึงรูปแบบของสถาปัตยกรรมในอดีตโดยใช้การสร้างแบบจำลองสามมิติ แล้วจึงนำไปสร้างสื่อการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบวิดีโอ 360 องศา

4.2.1 การสร้างวิดีโอ 360 องศาโดยการสร้างแบบจำลองสามมิติในโปรแกรม Autodesk Maya ร่วม

กับการเรนเดอร์แบบ Mental Ray ในมุมมอง 360 องศา และเพิ่ม Metadata ในสื่อวิดีโอก่อนอัปโหลดลงเว็บไซต์ที่รองรับ โดยใช้เป็นสื่อวิดีโอเพื่ออำนวยความสะดวกใช้งานและสามารถเข้าถึงในกลุ่มคนทุกเพศวัย



รูปที่ 4 แสดงภาพที่เรนเดอร์จากโปรแกรม Autodesk Maya ด้วย Mental Ray



รูปที่ 5 การแสดงผลของวิดีโอ 360 องศาบน Youtube

4.2.2 แบบจำลองสามมิติรูปแบบทางอดีตของวัดศรีชุมได้อ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัยระบบนำเสนอในรูปแบบสามมิติตามเวลาจริงสำหรับองค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมจากหลากหลายที่มา กรณีศึกษา: วัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย (ชาวี บุษยรัตน์, พดุมิพร ลพเกิด และวโรดม สุขสวัสดิ์ , 2557)

4.2.3 การทำงานของวิดีโอ 360 องศาบนเว็บไซต์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกมุมมองของวิดีโอได้ด้วย การคลิกเพื่อหมุนไปยังทิศทางต่างๆ ในส่วนของการใช้งานในสมาร์ทโฟน ผู้ใช้งานสามารถหมุนสมาร์ทโฟนเพื่อเปลี่ยนทิศทางภาพในวิดีโอได้เช่นกัน



รูปที่ 6 แสดงภาพการใช้งานวิดีโอ 360 องศากับสมาร์ทโฟน

## 5. สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการพัฒนาระบบ

1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของระบบระบุตำแหน่ง ได้แก่ สภาพอากาศหรือสภาพแวดล้อม, ระบบเครือข่าย และฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ที่ใช้

2) ค่าทิศทางในสมาร์ทโฟนระบบ iOS และแอนดรอยด์มีความแตกต่างกัน โดยในระบบ iOS จะมีการเริ่มต้นส่งค่าทิศทางที่ช้ากว่าระบบแอนดรอยด์

3) ในการใช้ระบบสารสนเทศนี้ในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้งานระบบระบุตำแหน่งของสมาร์ทโฟน ร่วมกับแอปพลิเคชันบน Youtube ในการชมวิดีโอแบบ 360 องศา และในการเลือกคุณภาพของวิดีโอในแอปพลิเคชันบน Youtube จำเป็นต้องเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย

### 5.2 ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบ

ระบบสารสนเทศออนไลน์นี้มีข้อเสนอแนะที่สามารถนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อ ดังนี้

1) การส่งข้อมูลทางอ้อม (Push Service) เช่น การส่งข้อความต้อนรับและแนะนำเว็บไซต์เมื่อนักท่องเที่ยวอยู่ในพื้นที่ เพื่อช่วยให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงข้อมูลได้มากขึ้น



2) การพัฒนาอินเตอร์เฟสให้น่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย เช่น การบอกจุดตำแหน่งที่มีการให้ข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว

3) การนำเสนอเนื้อหาของสถานที่ท่องเที่ยวในมิติที่หลากหลายเพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

4) การใช้การจำลองภาวะเสมือนจริงในรูปแบบอื่นเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับนักท่องเที่ยวและเพิ่มความสอดคล้องในพื้นที่มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ ควรมีการประเมินการใช้งานของระบบสารสนเทศกับนักท่องเที่ยวในพื้นที่จริง

#### รายการอ้างอิง

ชาวี บุษยรัตน์ พุฒิพร ลพเกิด และวโรดม สุขสวัสดิ. (2557). ระบบนำเสนอรูปแบบสามมิติตามเวลาจริงสำหรับองค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมจากหลากหลายที่มา กรณีศึกษา: วัดศรีชุมจังหวัดสุโขทัย. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, 11 (2), 17 – 26.

พรลภัส อุณาพรหม (2556). บทบาทการสื่อความหมายมรดกทางวัฒนธรรมแหล่งมรดกโลก นครประวัติศาสตร์อยุธยา. *วารสารออนไลน์ CITU Review*. 1- 4.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Chang, Y. L., Hou, H. T., Pan, C. Y., Sung, Y. T. & Chang, K. E. (2015). Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places. *Educational Technology & Society*, 18(2), 166–178.

Herbert, D.T. (1989). Does interpretation help?. *Heritage Site: Strategies for marketing and development*. 191-230.

Jaruwan Y. (2001). *Introduction to database systems*. Retrieved October 13, 2015 from <http://www.chandra.ac.th>.

Kwiatk, K. (2010). Transporting the viewer into a 360° heritage story. *Virtual Systems and Multimedia (VSMM)*. 234-241.

Li, G. L. , Shang, J. & Chen, H. L. (2013). A mobile application for virtual heritage and UGC public sharing. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume II-5/W1.

Mansfield, Y. (1992). From motivation to actual travel. *Annals of Tourism Research* 19,(3). 399–419.

Virrantaus, K., Markkula J., Garmash, A., Terziyan, V., Veijalainen, J., Katanosov, A. & Tirri, H. (2001). Developing GIS-supported location-based services. *2<sup>nd</sup> International Conference on WEB Information Systems Engineering (WISE 2001)*. 423-432.

ระบบการนำเสนอแบบมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสถาปัตยกรรมสามมิติ  
ด้วยเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน  
Interactive Presentation System 3D Architectural Models  
by Augmented Reality

สุทธิภัทร ล้อสกุลกานนท์<sup>1</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>2</sup>

Suttipat Lorsakunkanon<sup>1</sup> and Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: nut.suttipat@gmail.com<sup>1</sup>, cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การสื่อสารระหว่างสถาปนิกและบุคคลทั่วไป ด้วยแบบสถาปัตยกรรมสองมิติ อาจทำให้เกิดปัญหาในการเข้าใจที่ไม่ตรงกัน ซึ่งในปัจจุบัน มีเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน ที่สามารถมองเห็นภาพในมุมมองเป็นวัตถุเสมือนจริง เพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ในการอ่านแบบสถาปัตยกรรมสองมิติ สามารถเข้าใจข้อมูลได้ง่ายมากขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบการนำเสนอแบบมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสถาปัตยกรรมสามมิติที่มาจากการตอบสนองกับโปรแกรมการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ด้วยเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน เพื่อช่วยในการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและบุคคลทั่วไป ในการรับรู้ข้อมูลงานสถาปัตยกรรม

### Abstract

The communication between architects and clients by 2D architectural drawing may cause problems in understanding. Currently, the presentation technology in 3D architectural models by Augmented Reality technology can be used to avoid Misinterpretation in 2D architectural drawing. This research aimed to create interactive presentations system with Augmented Reality. We use 3D Architectural Models from BIM (Building Information Modeling) to assist in the communication between architects and clients for architectural information recognition.

**คำสำคัญ (Keywords):** แบบจำลองสามมิติ (3D Models), เทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน (Augmented Reality), เกมเอนจิน (Game Engine)

## 1. ที่มาและความสำคัญ

การสื่อสารข้อมูลทางสถาปัตยกรรมในระหว่างขั้นตอนการออกแบบที่ต้องมีการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและบุคคลทั่วไปมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยแบบแปลนสองมิติ, ภาพจำลองอาคารสามมิติหรือแบบจำลองสามมิติ(3D Model) เป็นต้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้คือการสื่อสารข้อมูลทางสถาปัตยกรรมด้วยแบบแปลนสองมิติกับบุคคลทั่วไปซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในการอ่านข้อมูลทางสถาปัตยกรรมซึ่งทำให้เกิดปัญหาการเข้าใจไม่ตรงกันระหว่างสถาปนิกกับบุคคลทั่วไปได้ แต่การสื่อสารด้วยแบบจำลองสามมิติช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นภาพงานสถาปัตยกรรมแบบมีมิติและสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการรับข้อมูลจากแบบแปลนสองมิติ ในปัจจุบันการสร้างแบบจำลองงานสถาปัตยกรรมถูกทำขึ้นด้วยเทคโนโลยีสร้างแบบจำลองสามมิติบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้สามารถเห็นภาพของงานสถาปัตยกรรมนั้นๆ ก่อนการก่อสร้างจริงและการนำเสนอแบบจำลองสามมิตินอกจากการนำเสนอบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีการนำเสนออีกรูปแบบหนึ่งคือการนำเสนอด้วยเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะช่วยให้ผู้รับสารสามารถมองเห็นข้อมูลภาพเป็นแบบสามมิติ ที่แตกต่างจากการมองภาพสามมิติผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือในการสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อเสนอข้อมูลทางสถาปัตยกรรมนั้นในการใช้งานโปรแกรมสร้างแบบจำลองสามมิติผู้ใช้งานจะต้องมีความรู้ในการใช้งานโปรแกรมนั้นๆ แต่การทำงานร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีจะช่วยให้การเข้าใจแบบแปลนและแบบจำลองสามมิติของงานสถาปัตยกรรมทำได้ง่ายมากขึ้นและสามารถขยายกลุ่มเป้าหมายที่สามารถเข้ามาใช้งาน

เทคโนโลยี เพื่อการทำงานร่วมกันระหว่างสถาปนิกและบุคคลทั่วไปในการสื่อสารข้อมูลทางสถาปัตยกรรม จึงเกิดการศึกษาการใช้ด้วยเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือนและตอบสนองต่อแบบจำลองสามมิติที่ถูกสร้างขึ้นโดยเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองสามมิติ ด้วยโปรแกรม BIM (Building Information Modeling) จะสามารถทำให้แบบจำลองนั้นมีความละเอียดและยังมีการแยกส่วนประกอบของอาคารออกเป็นหลายส่วน เช่น ส่วนโครงสร้างอาคาร, ส่วนงานสถาปัตยกรรม เป็นต้น และเมื่อนำเทคโนโลยีทั้งสองส่วนมารวมกันจะสามารถช่วยในการนำเสนอแบบจำลองสามมิติเพื่อให้สถาปนิกสามารถนำเสนอข้อมูลทางสถาปัตยกรรมต่อบุคคลทั่วไปเพื่อใช้ในการพูดคุยและแก้ไขแบบของงานสถาปัตยกรรมเบื้องต้นได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

ในทฤษฎีของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์จะมีความทำงานโดยใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ผ่านทางวัตถุทางกายภาพ (TUI: Tangible User Interface) เป็นการให้ผู้ใช้งานสามารถสั่งการคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์ทางกายภาพที่สามารถจับต้องได้ซึ่งวัตถุนั้นจะถูกใช้แทนที่คำสั่งต่างๆของภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การควบคุมวัตถุทางกายภาพทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการ ควบคุมหรือแก้ไขข้อมูลดิจิทัลได้ (Ishii, 1997) ซึ่งหากผู้ออกแบบระบบสามารถออกแบบวัตถุทางกายภาพที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีความสอดคล้องกับระบบ จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้ได้ระบบสารสนเทศนั้นๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น

และจากการการศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบจะสามารถแบ่งการศึกษาออกได้

ระบบการนำเสนอแบบมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสถาปัตยกรรมสามมิติ ด้วยเทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน สุทธิภัทร ล้อสกุลกานนท์ และ ดร. ชววิ นุชยรัตน์

เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

2.1 การประมวลผลจากภาพ (Image Processing) คือ การประมวลผลภาพเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูล จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ (Riyamongkol, 2015)

2.2 เทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน (Augment Reality) คือการใช้หน้าจอเชื่อมต่อกับสัญลักษณ์ (Maker) ที่กำหนดไว้เพื่อแสดงผลออกมาเป็นภาพสามมิติแบบ real time ซึ่งทำให้เรามองเห็นภาพสามมิติซ้อนทับลงบนโลกจริง (ภาสกร ไหลสกุล, 2015)

2.3 เทคโนโลยี BIM (Building Information Modeling) หรือการจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาสำหรับเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยการสร้างแบบจำลองอาคารพร้อมกับข้อมูลหรือสารสนเทศในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้นๆ เนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมทั้งสองมิติ และสามมิติ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคารและข้อมูลต่างๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อไป เช่น งานด้านวิศวกรรม งานก่อสร้าง และบริหารโครงการก่อสร้าง (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2015)

### 2.3 กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 โครงการวิจัย *The House of Olbrich - An Augmented Reality Tour through architectural history* เป็นโครงการที่วิจัยการทดลองสร้างฐานข้อมูลของแบบจำลองสามมิติ ของอาคารเก่าในเมือง และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนในการถ่ายรูปและตรวจสอบข้อมูลของอาคาร

(รูปที่1) ซึ่งการทดลองนี้ใช้เทคโนโลยีผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือนเพื่อนำแบบจำลองสามมิติที่ได้ทำไว้ในฐานข้อมูลมาซ้อนทับลงบนอาคารจริง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นแบบจำลองอาคารเดิมที่ถูกทำเป็นแบบจำลองสามมิติได้และเลือกดูข้อมูลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนได้ (Keil, Ollner et al., 2007.)

2.3.2 โครงการวิจัย *3-D Live: Real Time Interaction for Mixed Reality* เป็นโครงการวิจัยเกี่ยวกับการทดลองใช้เทคโนโลยีผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือนเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนซึ่งผู้ใช้งานระบบจะมีสองกลุ่มคือ 1. กลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีผสมผสานโลกจริงและโลกเสมือน ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนขึ้น 2. กลุ่มที่ต้องใช้แว่นตาอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับโลกเสมือนที่ถูกสร้างขึ้นโดยเทคโนโลยีผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือน โดยกลุ่มผู้ใช้งานกลุ่มที่ 1 จะเป็นผู้ควบคุมสภาพแวดล้อมเสมือน และผู้ใช้งานในกลุ่มที่ 2 สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นภายในโลกเสมือนได้ (Simon, Cheok et al., 2002)

## 3. การพัฒนาระบบ

### 3.1 เครื่องมือในการพัฒนาระบบ

เนื่องจากโปรแกรมในการสร้างแบบจำลองสามมิติประเภทเกมเอนจิน และการสร้าง สัญลักษณ์เพื่อใช้ควบคุมนั้นมีด้วยกันหลายโปรแกรม ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกกำหนดหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

3.1.1 เกมเอนจิน หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ 1.) สามารถจัดการกับฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติได้ 2.) มีการใช้งานร่วมกับกล้อง webcam เพื่อตรวจจับสัญลักษณ์เพื่อนำไปประมวลผลได้ 3.) ระบบสามารถทำงานร่วมกับสัญลักษณ์เพื่อ

ประมวลผลในรูปแบบของการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือนได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเกมเอนจิน “Unity” เนื่องจากมีข้อโดดเด่นกว่าเกมเอนจินอื่นคือ มีโปรแกรมเสริม “Vuforia” ที่ใช้สำหรับรองรับการสร้างสัญลักษณ์ บนเว็บไซต์ของโปรแกรม และสามารถสร้างระบบการตรวจจับสัญลักษณ์ เพื่อสร้างการทำงานแบบการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือนได้

### 3.2 โครงสร้างและการทำงานของระบบ

โครงสร้างและการทำงานของระบบ (รูปที่ 1) ได้ออกแบบจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2558) มาประยุกต์กับวิธีการสื่อสารข้อมูลทางสถาปัตยกรรมพื้นฐานระหว่างสถาปนิกและบุคคลทั่วไปเพื่อนำมาออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

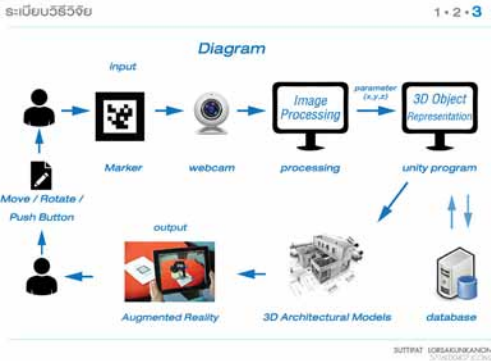
- ส่วนแสดงผล คือ ส่วนที่นำผลลัพธ์จากการประมวลผลในส่วนประมวลผลมาแสดงเป็นภาพแบบจำลองสามมิติเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองได้

- ส่วนควบคุม คือ ส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมวัตถุเพื่อส่งข้อมูลไปยังส่วนประมวลผลซึ่งในทีนี้วัตถุที่ใช้ในการควบคุมข้อมูลคือ กระจกสัญลักษณ์ และบนกระจกจะมีสัญลักษณ์ต่างๆ ที่มีการจดจำข้อมูลลงบนฐานข้อมูลและระบบสามารถประมวลผลได้ว่า สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นหมายถึงแบบจำลองสามมิติแบบใดหรือคำสั่งแบบใด (รูปที่ 2) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลื่อนหมุน ขยับหรือเปิด-ปิดแบบจำลองสามมิติแต่ละประเภทที่สัญลักษณ์จดจำข้อมูลไว้ เพื่อควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือนได้

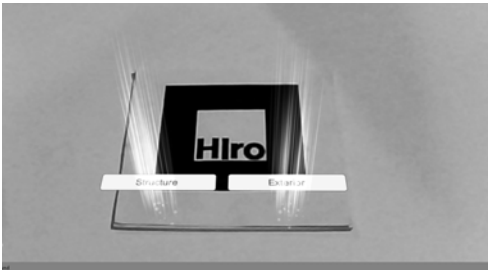
- ส่วนประมวลผล คือ ส่วนที่คอมพิวเตอร์สามารถรับภาพข้อมูลสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ถูกกำหนดไว้และนำมาประมวลผลเพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ

### 3.2 การทำงานเชื่อมโยงในระบบ

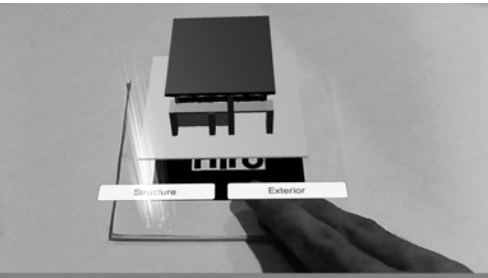
การมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสามมิติและการแสดงผลของระบบทำงานโดยการใช้กล้อง webcam จับภาพสัญลักษณ์ ที่มีการจดจำข้อมูลของแบบจำลองสามมิติ ที่ส่งออกมาจากการสร้างแบบจำลองสามมิติ บนโปรแกรม BIM โดยมีแบบจำลอง สามมิติที่ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม BIM นั้นจะมีส่วนประกอบของอาคารหลายส่วนด้วยกัน เช่น โครงสร้างอาคาร, งานสถาปัตยกรรมอาคาร และงานระบบของอาคาร เป็นต้น (รูปที่ 1) และเมื่อกำลังจับสัญลักษณ์จะสร้างแบบจำลอง สามมิติขึ้นบนสัญลักษณ์นั้น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถขยับหรือเคลื่อนที่สัญลักษณ์ เพื่อมองแบบจำลองในมุมมองอื่น ๆ ได้ และบนสัญลักษณ์ จะสร้างปุ่มเสมือนขึ้น (รูปที่ 2) เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมการเปิด-ปิด หรือเปลี่ยนแบบจำลองสามมิติ (รูปที่ 3, 4) เป็นการนำมือไปวางบริเวณปุ่มกดเพื่อเปิดแบบจำลองสามมิติตามที่ได้จดจำค่าไว้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูแบบจำลองสามมิติในรูปแบบต่างๆ ได้



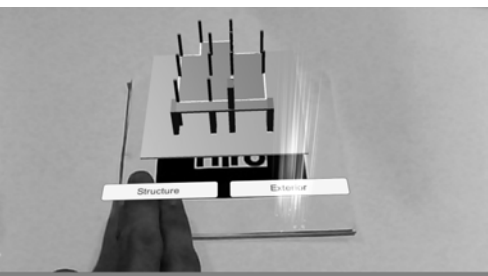
รูปที่ 1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ



รูปที่ 2 หน้าจอแสดงการทำงานของระบบแสดงปุ่มเพื่อ  
รอกการกดเพื่อแสดงผลโมเดล



รูปที่ 3 หน้าจอแสดงการทำงานของระบบเมื่อมีอวบบน  
บริเวณที่กำหนดเพื่อดูแบบจำลองอาคารแบบเต็ม



รูปที่ 4 หน้าจอแสดงการทำงานของระบบเมื่อมีอวบบน  
บริเวณที่กำหนดเพื่อดูแบบจำลองโครงสร้างอาคาร

## 4. สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

### 4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะจากการทดลองและประเมินการทำงานเบื้องต้น ระบบการมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสามมิติจากมุมมองที่สามารถมองได้หลายมุมมองทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานและควบคุมแบบจำลองสามมิติกับระบบได้พร้อมกันหลายคน และการบังคับคำสั่งด้วยสัญลักษณ์ ทำให้ลดความซับซ้อนของการเรียนรู้การใช้งานระบบ แต่ด้วยข้อจำกัดในการใช้งานคำสั่งผ่านสัญลักษณ์ ทำให้ความซับซ้อนในการควบคุมหรือปรับเปลี่ยนแบบจำลองสามมิติน้อยกว่าการควบคุมจากคอมพิวเตอร์โดยตรง

### 4.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ

ระบบการนำเสนอแบบมีปฏิสัมพันธ์นี้สามารถพัฒนาให้ใช้การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์อื่น ๆ ได้เพิ่มมากขึ้น เช่น อุปกรณ์สำหรับเข้าถึงข้อมูลของความเป็นจริงเสมือน เป็นต้น และยังสามารถพัฒนาการส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมประมวลผลและฉายภาพสามมิติ กับโปรแกรมสร้างแบบจำลองสามมิติ เช่น BIM เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการก่อสร้างหรือแก้ไขแบบจำลองในขั้นตอนการออกแบบได้ และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง หรือเพื่อการเรียนการสอนในสาขาวิชาการออกแบบ ให้ผู้ฝึกสอนและนักเรียนสามารถเข้าใจถึงหลักการออกแบบข้อมูลทางสถาปัตยกรรมผ่านระบบการมีปฏิสัมพันธ์นี้ได้

## รายการอ้างอิง

- ภาสกร ไหลสกุล. (2015). *Augmented Reality (AR) ความจริงต้องขยาย*. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2015, จาก <https://sipaedumarket.wordpress.com/2014/04/20/augmented-reality-ar>
- สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2015). *แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท พลัสเพรส จำกัด.
- Ishii, H. & Ullmer, b. (1997). *Tangible bits: Toward seamless interfaces between people, bits and atoms*. Proceeding of'97. Retrieved September 19, 2008
- Keil, J., & Ollner, Z. M., et al. (2007). *The house of olbrich - an augmented reality tour through architectural history*. Fraunhofer IGD, Darmstadt: Germany.
- Rinny Hologram Technology. (2014). *ประตูลู่สู่ยุคแห่งโลกเสมือนจริง*. สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2558, จาก <http://www.vcharkarn.com/blog/115383/923>
- Riyamongkol, P. (2015). *Introduction to digital image processing*. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2015, จาก <http://www.ecpe.nu.ac.th/panomkhawn/imagepro/pdf/ch01.pdf>
- Simon, P. & Cheok, A. D. et al. (2002). *3-D Live: Real time interaction for mixed reality*. National University of Singapore, Zaxel Systems, University of Washington, Hiroshima State University

# การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยออกแบบสถาปัตยกรรมตามหลักฮวงจุ้ย Plug-in in BIM for design Architecture with Feng Shui Principles

ธนภัทร เอกติชัยวรกุล<sup>1</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>2</sup>

Thanapat Eaktichaiworakul<sup>1</sup> and Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: thanatop12@gmail.com<sup>1</sup>, cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

ฮวงจุ้ยเป็นศาสตร์โบราณที่ว่าด้วยการจัดการพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและดวงชะตาของคนซึ่งมีผลกับการออกแบบสถาปัตยกรรมมาจนถึงปัจจุบัน สถาปนิกส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ในด้านฮวงจุ้ย เมื่อนำศาสตร์ฮวงจุ้ยเข้ามาช่วยในการออกแบบแล้ว จึงทำให้ต้องมีการปรับแก้แบบให้มีความสอดคล้องกับศาสตร์ฮวงจุ้ยตามความเชื่อของเจ้าของโครงการ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาจัดทำโปรแกรมเสริมประเมินฮวงจุ้ยให้กับโปรแกรม ArchiCAD โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ตำแหน่งทางฮวงจุ้ยที่ดีและนำเสนอให้สถาปนิกเพื่อใช้ช่วยในการออกแบบส่งผลให้สามารถลดเวลาในการแก้ไขแบบและค่าใช้จ่ายในการแก้ไขแบบสถาปัตยกรรมให้ตรงตามหลักฮวงจุ้ยได้

## Abstract

Feng Shui is an ancient knowledge of balancing and aligning the energies of any given space/area to the environment and fates of people inhabiting it. It still applied nowadays and thus affects architectural design process. Most architects don't have knowledge of Feng Shui. Consequently, this causes conflicts between architectural design and Feng Shui principle resulting to architectural design adjustments in order to be aligned with Feng Shui principles as believed by the project owner. This research aims to develop value add 'Feng Shui Analysis' feature to the existing ArchiCAD program. This feature enhances the program to be able to evaluate and sort out 'Good' position according to Feng Shui principle then suggest to the architect to help on the design process. As a result, Architectural design adjustments are reduced. Thus, ultimately, time and cost to adjusting the architecture design are save.

**คำสำคัญ (Keywords):** แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM), โปรแกรมเสริม (Add-on), ฮวงจุ้ย (Feng Shui)



## 1. ที่มาและความสำคัญ

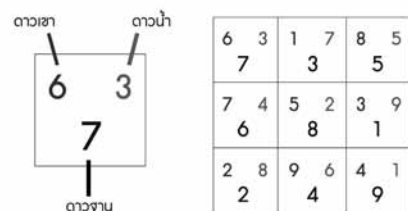
ปัจจุบันศาสตร์ในการจัดการสภาพแวดล้อมของชาวจีนโบราณที่ เรียกว่า ฮวงจุ้ย มีบทบาทในสังคมไทยในด้านสังคมและวัฒนธรรมไทย และวงการที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับฮวงจุ้ยนั้นคือวงการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรม เพราะหลักฮวงจุ้ยนั้นเป็นศาสตร์ที่พูดถึงทำเลที่ตั้งเป็นสำคัญ ความเชื่อเรื่องฮวงจุ้ยจึงส่งผลกระทบต่อในทุก ๆ ด้านยังส่งผลต่อผู้บริโภคในการเลือกทำเลที่ตั้งซื้ออสังหาริมทรัพย์และส่งผลกระทบต่อ ผู้ออกแบบ (สถาปนิก วิศวกร มัณฑนากร) ในแง่ของการทำงานหลายครั้งที่สถาปนิก แล้วผู้เชี่ยวชาญฮวงจุ้ย (ซินแส) มีความเห็นไม่ตรงกันในเรื่องการออกแบบสถาปัตยกรรม ทำให้เกิดข้อขัดแย้งระหว่างสถาปนิกและผู้เชี่ยวชาญด้านฮวงจุ้ย ก่อให้เกิดการเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขแบบให้ตรงกับหลักฮวงจุ้ย ในปัจจุบันทางออกของข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้น คือ กลุ่มสถาปนิกและวิศวกร มีความเห็นสอดคล้องกันว่าควรให้เจ้าของโครงการเชิญซินแสมาออกตรวจสอบและระบุข้อกำหนดไว้ก่อนแล้วจึงออกแบบหลักเล็งตามข้อห้ามต่าง ๆ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญฮวงจุ้ยแนะนำ ในปัจจุบัน มีผู้ผลิตโปรแกรมตรวจฮวงจุ้ย ในสื่อต่าง ๆ มาเพื่อใช้ตรวจสอบ และช่วยในการตัดสินใจซื้อ หรือออกแบบสถาปัตยกรรม แต่ส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมที่เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ทำให้เกิดความยุ่งยากสำหรับกลุ่ม สถาปนิก วิศวกร และมัณฑนากรในการทำงาน อีกทั้งโปรแกรมส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมที่จำเป็นต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านฮวงจุ้ยประกอบในการใช้งาน จึงไม่เหมาะที่สถาปนิกจะนำมาใช้งานวิทยานิพนธ์นี้จึงศึกษาแนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริม (Add-on) ซึ่งคือ โปรแกรมที่เขียนเพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับโปรแกรมหลัก และผู้ใช้งานสามารถ

ทำงานโดยใช้เพียงแค่อุปกรณ์หลักเพียงโปรแกรมเดียวสร้างความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเสริมสำหรับเทคโนโลยี BIM (Building Information Modeling) หรือการจำลองสารสนเทศอาคารเข้ามาช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับหลักฮวงจุ้ย เพราะเป็นโปรแกรมออกแบบที่มีการบรรจุข้อมูลอาคารและสามารถนำข้อมูลอาคารเหล่านั้นมาช่วยในการคำนวณร่วมกับหลักฮวงจุ้ยได้ เพื่อช่วยให้สถาปนิกออกแบบหลักเล็งข้อห้ามทางฮวงจุ้ยต่าง ๆ และลดเวลาในการแก้ไขแบบซ้ำซ้อนเพื่อให้ตรงกับหลักฮวงจุ้ยในภายหลัง

## 2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

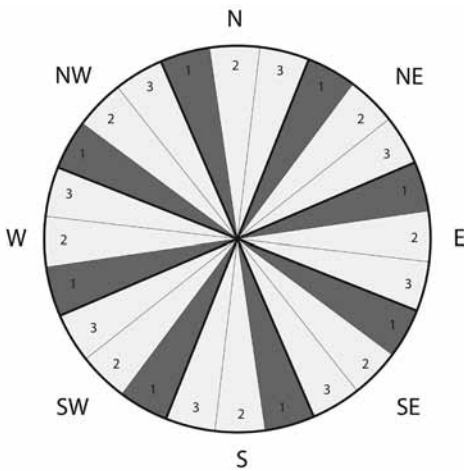
### 2.1 หลักการวิเคราะห์ฮวงจุ้ย

ฮวงจุ้ยนั้นมีหลักการวิเคราะห์ภูมิลักษณะหลายหลักการแล้วแต่ความถนัดของซินแส หลักการที่ซินแสนิยมใช้ประกอบการพิจารณาในปัจจุบันกันอย่างแพร่หลายคือ หลักการคำนวณตำแหน่งทิศทาง ที่เรียกว่า ดาวเก้ายุค โดยหลักการดังกล่าวได้แบ่งยุคสมัยในโลก เป็น 9 ยุค ยุคละ 20 ปี เมื่อครบ 9 ยุคแล้วจึงเริ่มใหม่เป็นวัฏจักร เชื่อว่าทิศมงคลแต่ละยุค มีทิศไม่เหมือนกัน ปัจจุบันอยู่ในยุคที่ 8 หลักดาวเก้ายุคมีหลักการคำนวณโดยจะคำนวณนำทิศหลังบ้านมาระบุผังดาวแล้วนำผังดาวมากำหนดห้องต่าง ๆ ในบ้าน



รูปที่ 1 ตัวอย่างตารางผังดาว

การอ่านค่าฝั่งดาวนั้นจะพิจารณาจากเลขดาวน้ำ และดาวเขา (Dennis, 2013) ดาวที่ส่งเสริมในด้านที่ดีคือดาวเขาหรือดาวน้ำที่เป็นเลข 8 ดาวที่ส่งเสริมรองลงมาคือ เลข 9 ตำแหน่งที่เป็นดาวเสื่อม คือดาวเขาหรือดาวน้ำที่มีเลข 7, 5, 3 และ 2 ซึ่งจะเป็นตำแหน่งเสีย ไม่ควรวางตำแหน่งห้องสำคัญไว้ในตำแหน่งนี้ (เกรียงไกร บุญธกานนท์, 2549) หลักดาว 9 ยุคนั้นจะแบ่งรูปแบบผังดาวตามทิศ ในหนึ่งทิศจะแยกออกเป็น 3 ขุนเขากินรัศมีขุนเขาละ 15 องศาแต่ละขุนเขาก็จะมีฝั่งดาวที่แตกต่างกัน โดยขุนเขาที่ 2-3 ของแต่ละทิศจะมีรูปแบบที่ซ้ำกัน รวมทั้งสิ้น 8 ทิศจะมีฝั่งดาวทั้งหมด 16 ฝั่งดาว ในแต่ละยุค (Twicken, 2000)



รูปที่ 2 ตำแหน่งการนับฝั่งดาวในแต่ละทิศ

หลักการระยะมงคลหรือไม่บรรทัดดวงจันทร เป็นหลักการโบราณถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อที่ใช้วัดระยะประตูหน้าต่างหรือระยะของเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ (So, 2013) โดยมีหลักการตายตัวและมีความสอดคล้องกันในหลายสำนัก โดยจะแบ่งระยะเป็น 8 ช่วง ระยะห่างแต่ละช่วงจะห่างกัน 0.0538 เมตร เมื่อสิ้นสุดช่วงที่ 8 จะเริ่มที่ช่วงที่ 1 ใหม่ ซึ่งแต่ละช่วงจะมีความหมายดี-ร้าย ต่างกัน (ทวีณัฐ คำพันธ์, 2556)

## 2.2 โปรแกรมเสริมใน BIM

เนื่องจากโปรแกรมเสริมใน BIM ยังไม่มีงานวิจัยใดจัดทำโปรแกรมเสริมสำหรับคำนวณดวงจันทร งานวิจัยนี้จึงศึกษาโปรแกรมเสริมใน BIM ที่มีลักษณะ หรือหลักการกฎเกณฑ์ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์กับงานวิจัยนี้

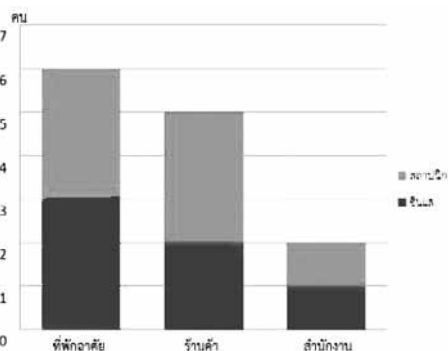
Carolina Soto และ Moa Carlsson (2012) ได้เขียนตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเสริมให้กับ BIM โดยทำการเขียนระบบสืบค้นและประเมินคุณสมบัติขึ้นมาโดยตั้งเงื่อนไข และตรวจสอบโดยให้แสดงผล โดยองค์ประกอบที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขจะถูกทำให้เป็นสีแดงและ Save รายงานเป็นไฟล์ Text เก็บไว้

Jong Bum Kim, Mark J. Clayton, & Wei Yan (2013) ได้ศึกษาและจัดทำโมเดลแบบจำลอง 3 มิติ ของเมืองที่มีข้อมูลประกอบอยู่ด้วย โดยมีการเขียนโปรแกรมโดยนำข้อมูลอาคารที่มีอยู่แล้วมาคำนวณออกมาเป็นข้อมูลทางกฎหมาย

## 3. การพัฒนาระบบ

### 3.1 การเลือกทฤษฎีและประเภทอาคาร

เนื่องจากในแต่ละประเภทอาคารจะใช้หลักในการดูดวงจันทรไม่เหมือนกัน ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้สัมภาษณ์ ชินแส และสถาปนิกจำนวนหนึ่งเพื่อหาแนวโน้มความนิยมในการตรวจดวงจันทร โดยสัมภาษณ์ทั้งสิ้น 6 ท่าน แบ่งเป็น ชินแส 3 ท่าน และสถาปนิก 3 ท่าน สรุปผลได้ว่าแนวโน้มอาคารที่นิยมตรวจดวงจันทร คือ บ้านและร้านค้า และนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาประกอบกับข้อมูลสถิติปริมาณพื้นที่ก่อสร้างซึ่งพื้นที่มีการก่อสร้างมากที่สุดคือพื้นที่ประเภทที่อยู่อาศัย (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2558) ได้ข้อสรุปคือหลัก ดวงจันทรที่นำมาใช้ในการพิจารณาคือดวงจันทรสำหรับที่พักอาศัย



**รูปที่ 3** กราฟแสดงความคิดเห็นต่อประเภทอาคารที่นิยมในการตรวจวงจรัย

ส่วนของทฤษฎีที่ใช้ในการตรวจวงจรัยนั้น งานวิจัยนี้้นำหลักดาวเก้ายุคมาประกอบการทำวิจัย โดยเลือกนำเอาการคำนวณแบบดาวตรงมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเพราะเป็นหลักการคำนวณที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันในหลายสำนักและกำลังเป็นที่นิยมในการตรวจวงจรัยและหลักวงจรัยอีกหลักการที่นำมาใช้ คือ ระยะเวลาส่วนมงคล เพราะมีหลักการที่ตายตัว ง่ายต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบระหว่างหลักวงจรัยที่เป็นที่นิยมในไทย

	หลักการ 8 ทิศ	หลักการดาวเก้ายุค
ความละเอียด	7.5 องศา	.5 องศา
ระยะเวลา	ตายตัวตลอด	ทุก ๆ 20 ปี
พลังของทิศทาง	น้อย	มาก

หมายเหตุ: ข้อแตกต่าง ดาวเก้ายุค / บ้าน 8 ทิศ (ม.ป.ป.). เกรียงไกร บุญธกานนท์. สืบค้นจาก <http://www.fengshuitown.com>

### 3.2 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเสริม

ออกแบบจัดทำโปรแกรมเสริมโดยใช้เครื่องมือในการวิจัยในที่นี่ ผู้จัดทำเลือก โปรแกรม

ArchiCAD สำหรับเป็น platform ในการแสดงผล Plug-in เพราะเป็นโปรแกรมที่จัดทำและพัฒนาโดยสถาปนิกทำให้มี User Interface ที่ใช้ง่ายและมีระบบการขึ้น 3D ที่ง่ายต่อการทำงาน ออกแบบ อีกทั้งยังเริ่มมีการเรียนการสอนในสถานศึกษา และสามารถใช้ได้ทั้ง Window และ Mac ส่วนของการเขียนโปรแกรมใช้ โปรแกรม Visual Studio 2010 สำหรับเป็นโปรแกรมในการเขียน Plug-in ใช้ภาษา C++ ในการเขียน

ข้อมูลทางวงจรัยที่ใช้ในการคำนวณผลฟังก์ชันดาวเก้ายุคนั้นผู้วิจัยได้ทำการตีความและแบ่งห้องเป็นห้องสำคัญที่ควรจะต้องอยู่ในตำแหน่งมงคลทางวงจรัย ได้แก่ ห้องนอน ห้องทำงาน ห้องนั่งเล่น ประตูทางเข้าหลัก ประตูหลัง (Skinner, 2003) ห้องที่นิยมวางไว้ตำแหน่งที่ไม่ดี ได้แก่ ห้องน้ำ และบันได หรือบันไดเป็นโรงรถ (ตะวัน เลขาพัฒน์, 2558) พิจารณาประกอบกับหลักวงจรัยพื้นฐาน เช่น ห้องน้ำและครัวควรจัดวางไว้ในตำแหน่งครึ่งหลังบ้านและไม่ควรอยู่กลางบ้าน บันไดไม่ควรอยู่กลางบ้าน เป็นต้น (ศศิภา พูลบุลย์, 2556) สรุปเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมกับห้องสำคัญต่าง ๆ ของอาคารประเภทที่อยู่อาศัย แล้วจัดเก็บเป็นแบบผังสำเร็จไว้รอเรียกใช้งาน

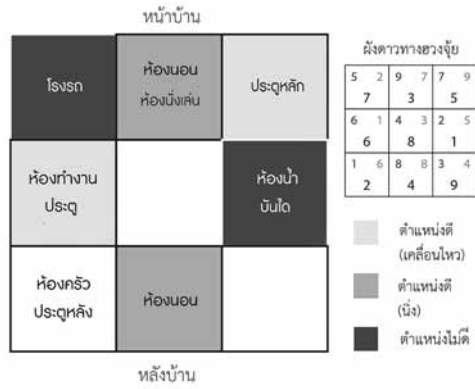
**ตารางที่ 2** รูปตำแหน่งห้อง

ชื่อห้อง	ตำแหน่งที่เหมาะสม	ตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม
ห้องนั่งเล่น	ดาวเขา 8,9	ดาวเลข 2,3,5,7
ห้องนอน	ดาวเขา 8,9	ดาวเลข 2,3,5,7
ห้องทำงาน	ดาวเขา 8,9	ดาวเลข 2,3,5,7
ประตู	ดาวน้ำ 8,9	ดาวเลข 2,3,5,7
ห้องน้ำ	ดาวเลข 2,3,5,7	ดาวเลข 8,9 หน้าบ้าน กลางบ้าน
บันได	ดาวเลข 2,3,5,7	ดาวเลข 8,9 กลางบ้าน
ห้องครัว	ดาวเขา 8,9	หน้าบ้าน กลางบ้าน

ข้อมูลทางฮวงจุ้ยที่ใช้ในการคำนวณผลฟังก์ชันระยะมงคณนั้นผู้วิจัยได้ทำการตีความและหาวิธีคำนวณผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีคือนำระยะตั้งแต่เริ่มช่วงที่ 1 จนถึงจบ 8 ช่วงของหลักระยะมงคณซึ่งคือ 0.4296 เมตร นำมาเป็นตัวหาร โดยทำการหารเอาเลขเศษ (modulo) และนำผลไปเทียบกับกับหลักระยะมงคณแล้วจึงให้ความหมายตามหลักระยะมงคณ

**ตารางที่ 3** ความหมายของช่วงในระยะมงคณ

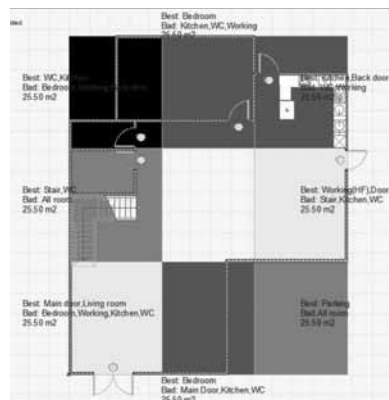
ช่วง	เศษของการหาร (x % 0.4296)	ความหมาย
1	$\leq 0.0538$	ดีเรื่องทรัพย์สิน
2	$0.0538 > \&< 0.1075$	ไม่ดีเรื่องสุขภาพ
3	$0.1075 \geq \&< 0.1612$	ไม่ดีเรื่องทรัพย์สิน
4	$0.1612 \geq \&< 0.2149$	ดีเรื่องลูกหลาน
5	$0.2149 \geq \&< 0.2686$	ดีเรื่องทรัพย์สิน
6	$0.2686 \geq \&< 0.3223$	ไม่ดีเรื่องสุขภาพ
7	$0.3223 \geq \&< 0.3751$	ไม่ดีเรื่องอุบัติเหตุ
8	$0.3751 \geq \&< 0.4296$	ดีเรื่องการทำงาน



**รูปที่ 4** แผนภาพตัวอย่างข้อมูลตำแหน่งทาง ฮวงจุ้ย ทิศเหนือขุนเขาที่ 1

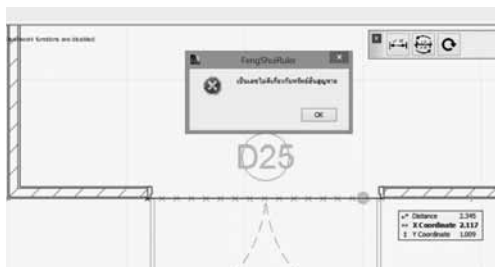
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมฟังก์ชันดาวเก้ายุคเริ่มการทำงานโดยให้ผู้ใช้งานกำหนดตำแหน่งหน้าบ้านและหลังบ้าน และขอบเขตของอาคาร เพื่อใช้ในการคำนวณเลือกฝั่งดาวทางฮวงจุ้ยแล้วแสดงผล

การแสดงผลในโปรแกรมระบบจะทำการสร้าง element ที่เรียกว่า Zone ซึ่งทำหน้าที่บอกตำแหน่งห้องขึ้นมาแล้วระบุข้อมูลห้องที่ควรจัดและไม่ควรจัดโดยใช้สี เพื่อให้สถาปนิกใช้สำหรับเป็นแนวทางสำหรับใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมดังรูปที่ 5



**รูปที่ 5** ภาพแสดงผลของระบบฟังก์ชันดาวเก้ายุค

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมฟังก์ชันไม้บรรทัดดวงจ้อยแบ่งเป็น 2 ฟังก์ชันย่อย คือ ฟังก์ชันการวัดแบบ Manual และ ฟังก์ชันเปลี่ยน Dimension โดยการใช้งานของฟังก์ชันการวัดแบบ Manual เริ่มจากให้ผู้ใช้กำหนดจุดวัด 2 จุด เมื่อระบบได้ค่าพิกัดจะนำมาคำนวณกับค่าระยะยะมงคลแล้วแสดงผล ดังรูปที่ 6 การใช้งานของฟังก์ชันเปลี่ยน Dimension เริ่มจากให้ผู้ใช้กำหนด Dimension ในแบบ แล้วกดคำสั่งเริ่มใช้งานฟังก์ชัน ระบบจะทำการรับข้อมูลและทำการเปลี่ยน Dimension เป็น ความหมายของระยะมงคลที่คำนวณได้จากค่าที่ได้ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 ภาพแสดงผลของฟังก์ชันไม้บรรทัดดวงจ้อยด้วยการวัดแบบ Manual



รูปที่ 7 ภาพแสดงผลของฟังก์ชันไม้บรรทัดดวงจ้อยด้วยการเปลี่ยนค่า Dimension

### 3.3 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

จากการทดลองประเมินเนื้อหาเบื้องต้นกับซินแสที่ใช้หลักดาวเก้ายุคในการตรวจสอบดวงจ้อย พบว่าเนื้อหาที่แสดงผลมีความสอดคล้องกับข้อมูลการตรวจสอบดวงจ้อยของผู้เข้าทดสอบส่งผลให้สามารถ

ช่วยลดการแก้ไขแบบซ้ำซ้อนเพื่อให้ตรงกับหลักดวงจ้อยได้

### 3.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ

โปรแกรมเสริมนี้ไม่มีข้อจำกัดในการประเมินผลดวงจ้อยแค่หลักการเดียว หากนำหลักการอื่น ๆ เช่น หลักการดูชัยภูมิภายนอก มาประกอบรวมด้วยจะส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพแม่นยำมากขึ้น และเนื้อหาที่งานวิจัยนี้จัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งสำนักดวงจ้อยแต่ละแห่งมีเคล็ดลับขั้นสูงแต่ละที่ไม่เหมือนกัน หากเพิ่มเติมเนื้อหาขั้นสูงของแต่ละสำนักได้จะทำให้ระบบสามารถมีประสิทธิภาพครอบคลุมและหวังผลได้มากขึ้น

## 4. สรุปผล

โปรแกรมเสริมประเมินดวงจ้อยในแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยแนะนำตำแหน่งทางดวงจ้อยให้สถาปนิกประกอบการออกแบบได้เพื่อลดโอกาสการถูกแก้ไขแบบให้ตรงกับหลักดวงจ้อยและสามารถเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลของอาคารไว้ใช้สำหรับกระบวนการในช่วงชีวิตอื่น ๆ ของอาคารเช่น การบริหารจัดการอาคารในระหว่างที่อาคารถูกใช้ หรือ การบูรณะซ่อมแซมต่อเติมอาคารในภายหลัง

## รายการอ้างอิง

- เกรียงไกร บุญธกานนท์. (2549). *จัดบ้านตามดวงจ้อยยุค 8* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์.
- เกรียงไกร บุญธกานนท์. (ม.ป.ป.). *ข้อแตกต่างดาวเก้ายุค / บ้าน 8 ทิศ*. สืบเมื่อ 16 เมษายน 2559, จาก [www.fengshuitown.com/fengshui/fengshui-tip-8-eight-mansion-house-9star-theory.htm](http://www.fengshuitown.com/fengshui/fengshui-tip-8-eight-mansion-house-9star-theory.htm)

- ตะวัน เลขะพัฒน์. (2558). *ห้องน้ำที่ถูกต้องหลักฮวงจุ้ย*. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2559, จาก <http://www.scgbuildingmaterials.com/th/LivingIdea/NewBuild/ห้องน้ำที่ถูกต้องหลักฮวงจุ้ย.aspx>
- ทวีณัฐ คำพันธ์. (2556). *'หลู่ป๋อง'ไม้บรรทัดวัดฮวงจุ้ย*. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2559, จาก <http://www.home.co.th/hometips/decoration/detail/54229>
- ศศิภา พูลบุญย์. (2556). *ระบบวิเคราะห์แบบร่างสถาปัตยกรรมภายในตามหลักฮวงจุ้ย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2555). *การประมวลข้อมูลพื้นที่การก่อสร้าง ไตรมาสที่ 1*. กรุงเทพฯ : สำนักงานสถิติแห่งชาติ.
- Dennis, L. D. (2013). *Classical Feng Shui for wealth & abundance: Activating ancient wisdom for a rich & prosperous life*. Minnesota: Llewellyn Publications.
- Kim, J. B., Clayton, M. J. & Yan, W. (2013). *Parameterize urban design codes with BIM and object-oriented programming*. Open Systems: Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia. CAADRIA 2013, 33–42.
- Skinner. (2003). *Flying star feng shui: Change your energy; Change your luck*. Japan: Tuttle Publishing.
- So, P. (2013). *Feng Shui guide for daily life*. Hong Kong: Forms Publications.
- Soto, C. & Carlsson, M. (2014). *Object interaction query: A context awareness tool for evaluating*. Blucher Design Proceedings 2014 Volume 1, 269-273
- Twicken, D. (2000). *Flying star Feng Shui made easy*. United States of America: iUniverse.

ระบบสารสนเทศออนไลน์สำหรับการนำเสนอพ้อยท์คลาวด์สามมิติของ  
สถาปัตยกรรมในย่านเก่า: กรณีศึกษาสถาปัตยกรรมในย่านป้อมปราบ  
Information technology system for 3D pointcloud of heritage  
architecture presentation : Pomprab District Architecture.

พัชรกัญญ์ ภู่อนุสาสน์<sup>1</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>2</sup>

Phatcharakan Bhoonusas<sup>1</sup> and Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: phatcharahan@gmail.com<sup>1</sup>, cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

สถาปัตยกรรมย่านเมืองเก่ามีรายละเอียดขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่สวยงาม ซับซ้อน มีเอกลักษณ์และคุณค่า แต่องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมเหล่านั้นถูกละเลย เช่น มีการปรับปรุงอาคาร โดยละทิ้งองค์ประกอบของอาคารนั้น ๆ ไปหรือสร้างอาคารใหม่แทนที่อาคารเดิมโดยไม่ได้เก็บรักษา แนวคิดเดิมของอาคารนั้นไว้เป็นเพราะเจ้าของอาคารไม่ได้มีความสนใจหรือไม่มีข้อมูลไว้ประกอบการปรับปรุงอาคารซึ่งในปัจจุบันมีนักวิจัยหลายกลุ่มเริ่มเก็บข้อมูลไว้เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาในอนาคตซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีพ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud) เป็นเทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ออนไลน์ออกมาในรูปแบบสามมิติเพื่อให้ได้รายละเอียดขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมนั้น ๆ อย่างครบถ้วนตามรูปแบบอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันและเข้าถึงเพื่อนำไปใช้ต่อได้ง่ายเนื่องจากเป็นระบบออนไลน์

### Abstract

Buildings in old district have delicate, unique and complex architectural elements. Today, these elements are neglected in many cases such as building renovation or reconstruction without conception of heritage preservation. This problem happening due to the lacking of interest or knowledge in historical architecture conservation. Nowadays there are many researchs focusing on heritage information collecting and architectural database storage for future research and education. This research's propose a new methodology to publish 3D point cloud through online web interface that allows the system users to access and manipulate information of heritage buildings.

**คำสำคัญ (Keywords):** พ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud), เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser), ฐานข้อมูล (Database)

ระบบสารสนเทศออนไลน์สำหรับการนำเสนอพ้อยท์คลาวด์สามมิติของสถาปัตยกรรมในย่านเก่า :  
กรณีศึกษาสถาปัตยกรรมในย่านป้อมปราบ  
พัชรกัญญ์ ภูอนุสาสน์ และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์

## 1. บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

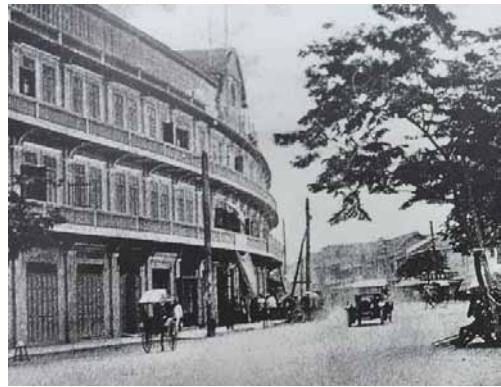
ในปัจจุบันสถาปัตยกรรมในย่านเมืองเก่านั้นได้ถูกใช้งานและทรุดโทรมลงไปมากทั้ง เนื่องจากเวลาและไม่ได้รับการดูแลรักษาซึ่งสถาปัตยกรรมเหล่านั้น ไม่ว่าจะเป็นอาคารหรือรายละเอียดบางส่วน เช่น หัวเสา ลายฉลุ หรืออื่นๆ ที่ทั้งเป็นฝีมือของช่างไทยและที่นำแนวคิดมาจากต่างประเทศ ล้วนมีคุณค่าและควรแก่การเก็บรักษาเอาไว้ เช่น อาคารเก๋าย่านศรียาน ย่านปากคลองตลาด เป็นต้น ซึ่งแต่ละรายละเอียดที่เกิดขึ้นนั้นถูกออกแบบและสร้างมานานมากกว่า 50 ปี แต่ละส่วนมีรายละเอียดและคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่ต่าง กันออกไป ไม่ว่าจะเป็นคุณค่าทางด้านจิตใจหรือทางด้านความสวยงามทางสถาปัตยกรรม องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมทุกชิ้นมีความประณีต ซึ่งล้วนมาจากช่างที่มีฝีมือในแต่ละสมัย รวมถึงคุณค่าในเรื่องของวัสดุ เช่น ไม้ เป็นต้น



รูปที่ 1 ระเบียงพลุ

ซึ่งรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมและอาคารเหล่านั้นถูกละเลยและไม่เห็นคุณค่า ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงอาคารที่ถูกละเลยเอกลักษณ์ของอาคารนั้นๆ ไปหรือการสร้างอาคารใหม่แทนที่

อาคารเก่าที่มีความทรุดโทรมลงโดยที่ไม่ได้นำเอารูปแบบอาคารเดิมมาใช้ เป็นเพราะเจ้าของอาคารเดิมนั้นไม่ได้มีความสนใจหรือใส่ใจที่จะเก็บรักษาอาคารเดิมไว้ หรือเป็นเพราะไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับอาคารเก่า เช่น แบบอาคารเก่า (Drawing) และแบบจำลองสามมิติของอาคารเก่า เป็นต้น



รูปที่ 2 ตัวอย่างอาคารเก่าที่ได้รับการปรับปรุง

ทั้งนี้เหตุผลที่มีความสนใจในเรื่องขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมในย่านเมืองเก่านั้น เนื่องจากองค์ประกอบในสถาปัตยกรรมในย่านนั้นมีความเฉพาะตัว มีเอกลักษณ์ ถึงแม้ว่าจะเป็นการผสมผสานกับสถาปัตยกรรมจากต่างถิ่น แต่ก็ยังหาสถาปัตยกรรมอื่นๆ เข้ามาลอกเลียนแบบไม่ได้ ด้วยความงามความละเอียด ความประณีต และฝีมือช่างที่มีเอกลักษณ์ที่ทำให้องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมในย่านเก่าของกรุงเทพมหานครนั้นมีความสวยงามและแตกต่างโดดเด่นอย่างเห็นได้ชัดซึ่งความมีเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมนั้น ทำให้เมืองมีเอกลักษณ์ตามไปด้วยซึ่งการแก้ปัญหาในปัจจุบันที่ไม่ได้ใส่ใจในรายละเอียดนั้นทำให้เอกลักษณ์ของเมืองสูญหายไปพร้อมกับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมนั้นทั้งที่เพียงแต่องค์ประกอบของสถาปัตยกรรม



ก็สามารถที่จะอนุรักษ์สถาปัตยกรรมนั้น ๆ ได้เพียงพอแล้ว

และในส่วนของเทคโนโลยีที่ปัจจุบันนี้มีความก้าวไกลไปมากการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการเผยแพร่ข้อมูลนั้นมีใช้กันอย่างแพร่หลายและส่งต่อกันได้ในเวลาที่รวดเร็ว ผู้วิจัยมีความคิดที่จะใช้เทคโนโลยีพ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud) และระบบสารสนเทศออนไลน์ในการรวบรวมรายละเอียดที่จะสามารถเห็นได้ชัดเจนมากขึ้นไม่ว่าจะเป็น ประวัติความเป็นมา คุณค่าทางประวัติศาสตร์ ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรม ความงามของอาคาร นวัตกรรมการก่อสร้างและรายละเอียดในรูปแบบสามมิติเข้าไว้ด้วยกันในรูปแบบของสื่อดิจิทัลโดยสามารถเผยแพร่และนำเสนอให้ผู้สนใจและผู้ที่ต้องการนำเอาออกไปใช้ได้ในส่วนของการปรับปรุงอาคารเก่า เช่น ปรับปรุงอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ให้มีรูปแบบเดิมไม่ผิดเพี้ยนเพื่อเป็นการรักษาเอกลักษณ์ของอาคารไว้ หรือการออกแบบอาคารใหม่เช่นการออกแบบและสร้างอาคารให้เป็นไปตามรายละเอียดและลักษณะรวมถึงสัดส่วนที่ถูกต้องตามหลักเดิมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ เป็นการแสดงผลในรูปแบบสามมิติที่แสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งเป็นแหล่งสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นที่นิยม เข้าถึงได้ง่ายและไม่มากในวิธีการสำหรับปัจจุบัน

## 2. เนื้อความหลัก

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและการเก็บข้อมูลของสถาปัตยกรรมเก่านั้นเกิดขึ้นในต่างประเทศมาเป็นระยะเวลาอัน มีทั้งการเก็บข้อมูลโดยใช้ภาพถ่ายอุปกรณ์เทคโนโลยีขั้นสูงที่จำเป็นจะต้องมีความ

รู้เฉพาะ การเก็บข้อมูลของสถาปัตยกรรมเก่านั้นมีประโยชน์ที่เห็นได้ชัด คือการได้รวบรวมและเก็บข้อมูลนั้น ๆ เข้าฐานข้อมูลเพื่อให้คนรุ่นหลังหรือผู้ที่สนใจสามารถศึกษาได้ โดยมีทั้งการเก็บข้อมูลเป็นหนังสือ งานวิจัย รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นฐานข้อมูล

ในปัจจุบันนั้นมียุคกลุ่มนักวิจัยหลายกลุ่มที่ต้องการเก็บข้อมูลเรื่องเหล่านี้เอาไว้เพื่อเป็นฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลรายละเอียดของสถาปัตยกรรมหรือรายละเอียดบางส่วนของสถาปัตยกรรมนั้น เช่น เวอร์นาโดค (Vernadoc) (ตรีโรจน์, 2012) แอบส์ (HABS) (National Park Service, 2015) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากพื้นฐานของการทำงานสถาปัตยกรรมโดยเก็บข้อมูลในด้านของแบบสถาปัตยกรรม(Drawing)ไม่ว่าจะเป็นอาคารเก่าที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์ และสถาปัตยกรรมที่สวยงาม ซึ่งเน้นไปเรื่องของ การเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาสำหรับผู้สนใจ

และอีกหลายกลุ่มนักวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีในการเก็บข้อมูล เช่น ไอ-ทาร์ช (ITarch) เป็นการใช้เครื่องมือสแกนเนอร์สามมิติ (3D Scanner) เพื่อเก็บรายละเอียดของวัดเก่า บ้านไม้เก่า หรือโบราณสถานเก่า โดยได้รายละเอียดที่ถูกต้องและครบถ้วน (สตูดิโอด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) และสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ม.ธรรมศาสตร์, 2013)

แต่กลุ่มนักวิจัยทั้งหมดที่กล่าวไปนี้เป็นกลุ่มนักวิจัยที่เพียงเก็บข้อมูลรายละเอียดเข้าฐานข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการอนุรักษ์ การนำไปศึกษาในภายภาคหน้าหรือเป็นตัวอย่งให้กับงานสถาปัตยกรรมในอนาคตต่อไป ยังไม่ได้มีการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในอาคารสถาปัตยกรรมที่ต้องการการปรับปรุงหรือการออกแบบใหม่

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ 3D Modeling and Semantic Enrichment in Cultural Heritage เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยที่เน้นการเผยแพร่ข้อมูลให้ผู้ที่สนใจสามารถเข้าไปศึกษาถึงรายละเอียดขององค์ประกอบนั้นๆ ได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ซึ่งใช้แบบจำลองสามมิติในการนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้ผู้สนใจเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น โดยที่ผู้วิจัยเน้นในด้านของการนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วนขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม เช่น หัวยุทธ ชุมประตู่ ซึ่งมีความหมายด้วยทั้งเวลาและคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ซึ่งการทำงานจะแบ่งเป็นส่วนหลัก คือ แสดงให้เห็นถึงภาพโดยรวมขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมนั้นๆ ก่อน หลังจากนั้นจึงแบ่งจากส่วนหลักเข้าลึกลงไปสู่ส่วนรายละเอียดที่เล็กลงไปอีกชั้น เช่น เสาที่รองรับหุ้ม ลวดลายประดับหุ้ม เป็นต้น (Luca, 2011)

### 3. การพัฒนาระบบ

งานวิจัยเริ่มจากการพิจารณาถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวิจัย พร้อมกับการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่นำเสนอข้างต้น และเริ่มการศึกษาค้นคว้า และการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการวิจัยประเภทการศึกษาวิจัยและพัฒนา (Reserch and Development) โดยการเลือกใช้เทคโนโลยีเดิมและสร้างระบบสารสนเทศออนไลน์ขึ้นใหม่เพื่อช่วยในการสื่อสาร เผยแพร่และเก็บข้อมูล โดยวิธีการทดลองนั้นจะเน้นไปที่ความมีประสิทธิภาพของระบบที่สร้างขึ้นการเข้าถึงได้ง่ายและหลากหลายความถูกต้องและครบถ้วน

## 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

### 3.2.1 3D Scanner

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการสร้างพ้อยท์คลาวด์ของวัตถุ โดยการใช้การยิงเลเซอร์หมุน 360 องศารอบแกน เมื่อเลเซอร์พบวัตถุ กล้องจะคำนวณหาระยะห่างของกล้องและวัตถุเพื่อแปลงเป็นข้อมูลแบบจำลองสามมิติในลักษณะเป็นจุดพิกัดที่เรียกว่า พ้อยท์คลาวด์ หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ที่ทำงานผ่านเน็ตเวิร์คและนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งในที่นี้จะเป็นการใช้งานกับอาคารเก่าย่านป้อมปราบที่เป็นกรณีศึกษา ในการใช้เก็บรายละเอียดองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ต่อไป



รูปที่ 3 ภาพถ่ายขณะบันทึก

### 3.2.2 โปรแกรม Pointools

เป็นโปรแกรมสำหรับการจัดการพ้อยท์คลาวด์สำหรับการนำไปใช้ต่อไม่ว่าจะเป็นโมเดลสามมิติ การแสดงผลขึ้นเว็บเบราว์เซอร์ โดยการทำงานเหมือนโปรแกรมจัดการโมเดลสามมิติทั่วไป สามารถดัดแปลงหรือแก้ไขบางส่วนของพ้อยท์คลาวด์ได้

### 3.2.3 HTML5 / PHP / MySQL

เป็นภาษาที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ในการใช้งานจะต้องใช้ตัวแปร โดยที่พีเอชพีจะเป็นการใช้งานในการสร้าง HTML โดยสามารถแก้ไขและเพิ่มเนื้อหาได้อัตโนมัติ และให้บริการเป็นเว็บเบราว์เซอร์ในเซิร์ฟเวอร์ที่ จะประมวลผลก่อนจะส่งผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้งานมายเอสคิวแอล (MySQL) เป็นระบบฐานข้อมูลที่มีไว้สำหรับ ค้นหา เรียงและดึงข้อมูล รวมถึงจัดเก็บข้อมูล สามารถเข้าถึงได้ง่าย เข้าถึงได้หลายคนในเวลาเดียวกัน ปลอดภัย รวดเร็ว ซึ่งปัจจุบันเปิดเป็นโปรแกรมระบบของนักพัฒนาเชิงเปิดเผยแพร่ต้นฉบับเช่นเดียวกับพีเอชพี แต่ก็ยังมีแบบเสียค่าใช้จ่ายโดยเพิ่มคุณสมบัติให้ต่างกันออกไป

### 3.3.4 Game Engine

เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างฐานข้อมูล สามารถสร้างการใช้งานโดยการมีปฏิสัมพันธ์แบบทันที และยังสามารถแสดงผลออนไลน์บนบราวเซอร์ได้ ซึ่งแนวทางการเขียนโปรแกรมนั้น จะใช้ภาษาในส่วนของจาวาสคริปต์ ภาษาซี รวมถึงภาษาเฉพาะสำหรับการเขียนกราฟิกโปรแกรมมิ่ง เพื่อให้ผู้ที่เข้ามาใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น สะดวก และมีความทันสมัย

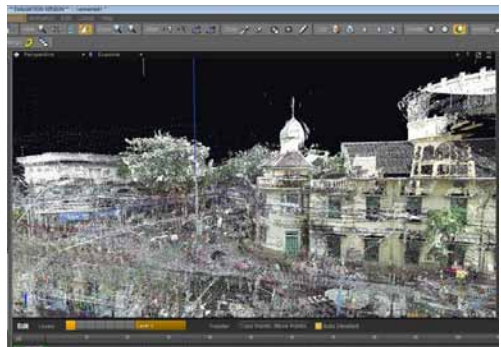
## 3.2 โครงสร้างระบบ

การทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการสร้างระบบเพื่อให้มีฐานข้อมูลสำหรับการเก็บรักษาและส่วนการแสดงผลเพื่อเผยแพร่แบบจำลองสามมิติ เน้นการใช้ระบบที่เน้นการเข้าใช้งานง่าย เข้าถึงได้สะดวกและรวดเร็ว และสามารถใช้ได้กับทุกคน



รูปที่ 4 ผังแสดงการทำงานของระบบ

ระบบสารสนเทศออนไลน์นี้ ใช้งานโดยการแสดงผลพ้อยท์คลาวด์ที่ได้มาจากเครื่องสแกนสามมิติ และผ่านกระบวนการการดัดแปลงเพิ่มเติม และแก้ไขผ่านโปรแกรม Pointools



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแสดงผลโปรแกรม Point Tools

และแปลงสกุลไฟล์ให้เป็นไฟล์ที่รองรับการนำเข้าสู่บริการฝากไฟล์ออนไลน์ เช่น .ASC เพื่อนำเสนอขึ้นบนเว็บเบราว์เซอร์และมีปฏิสัมพันธ์ได้กับผู้ใช้งาน



รูปที่ 6 ตัวอย่างการแสดงผลจาก SketchFab

ระบบสารสนเทศออนไลน์สำหรับการนำเสนอพ้อยท์คลาวด์สามมิติของสถาปัตยกรรมในย่านเก่า :  
กรณีศึกษาสถาปัตยกรรมในย่านป้อมปราบ  
พัชรกันย์ ภูอนุสาสน์ และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์

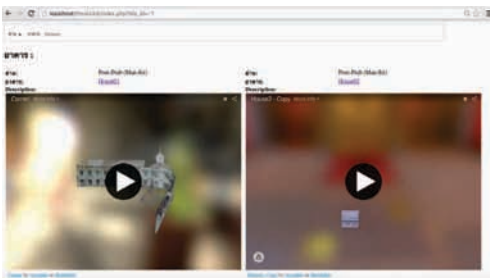
### 3.3 การใช้งานระบบ

จากความต้องการของระบบที่ต้องการการเข้าถึงที่ง่าย และสะดวก รวมถึงการได้รับข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นทั้งขนาด รูปร่าง รวมถึงข้อมูลเฉพาะย่าน โดยการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถเข้าถึงได้ใน 3 ระดับ คือ

1) ระดับย่าน คือระดับใหญ่ที่สุด ผู้เข้าใช้งานสามารถมองเห็นพ้อยท์คลาวด์ภาพรวมของย่านป้อมปราบได้ทั้งหมด

2) ระดับอาคาร เป็นระดับรองลงมาผู้ใช้งานจะสามารถมองเห็นรายละเอียดของอาคารแต่ละอาคารได้มากกว่าระดับย่าน โดยเลือกเฉพาะอาคารที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ โดดเด่นและยังมีองค์ประกอบเดิมอยู่ครบถ้วน

3) ระดับองค์ประกอบ คือระดับสุดท้ายที่จะเสนอขึ้นบนเบราว์เซอร์ ซึ่งเป็นการนำเสนอถึงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของแต่ละอาคาร เช่น หน้าต่าง บานประตู หรือองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะย่าน



รูปที่ 7 ตัวอย่างการแสดงผล

### 4. บทสรุปงานวิจัย

จากการวิจัยและทดลองสร้างระบบ พบว่าการนำเอาเว็บเบราว์เซอร์เข้ามาใช้ในการเก็บข้อมูล นำเสนอและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมในย่านป้อมปราบ

นั้น ทำให้สามารถเข้าถึงและเผยแพร่ข้อมูลได้อย่างทั่วถึงและผู้รับข้อมูลจะสามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องไม่ว่าจะเป็นอัตราส่วนขนาดรายละเอียดที่ครบถ้วน รวมถึงข้อมูลเฉพาะย่านที่ต้องการทราบ อีกทั้งยังสามารถเข้าถึงได้ง่ายเนื่องจากเป็นระบบออนไลน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่ใช้กันจำนวนมากในปัจจุบัน

### รายการอ้างอิง

ณัฐวุฒิ อัครวิทิตวงศ์. (2557) *วีธีสร้างแนวคิดในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรม*. ภาษา [ฉบับพิเศษ].

ตรีโรจน์ไพบุลย์พงษ์. (2552). *บรรยายสาธารณะ: VERNADOC คีนสถาปัตยกรรมสู่พื้นฐาน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กันยายน 2558, จาก <http://www.lek-prapai.org/watch.php?id=781>

สมธิดา ไทยเที่ยง. (2555). *การพัฒนาคลังกราฟิกสามมิติจาวาสคริปต์สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชาวี บุษยรัตน์. (2013). *เทคโนโลยีสารสนเทศกับงานสถาปัตยกรรม*. สตุติโอด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Alban: Co-founder and CEO. (2015). *About Sketchfab*. Retrieved from <https://sketchfab.com/about>

- Benjamin, P. D. (2010). *WebGLU Development library for WebGL*. In SIGGRAPH '10: SIGGRAPH 2010 Posters. Los Angeles, California, July 25 – 29, 2010.
- Duffy, L. (August 2012) *3D Technology make preservation of heritage sites a reality* America.
- Luca, L. D. (2011). *3D Modelling and semantic enrichment in cultural heritage*. Marseille.
- National Park Service. (2015). *Historic American buildings survey (HABS)*. Retrieved from <http://www.nps.gov/hdp/habs/index.html>
- Vilbrandt, C. et al. (2004) . *Cultural heritage preservation using constructive shape modeling*. Japan.
- Web3D Consortium. (2008). *Open standards for Real-time 3D communication*. Retrieved from <http://www.web3d.org>

# การพัฒนาระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งานเพื่อควบคุม แผงกันแดดอัตโนมัติ และปริมาณแสงสว่าง ภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ

อริสา ตริวิศวะเวทย์<sup>1</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>2</sup>

Arisa Trivisvawet<sup>1</sup> and Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: aeoybonkers@gmail.com<sup>1</sup> , cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อสร้างระบบต้นแบบในการพัฒนาระบบปรับช่องแสงอัตโนมัติสำหรับรองรับการใช้งานภายในอาคารสาธารณะ โดยใช้หลักการของการประมวลผลจากภาพวิดีโอ (Image Processing) ซึ่งสามารถรองรับกลุ่มผู้ใช้งานได้มากกว่า 1 คนในเวลาเดียวกัน โดยแบ่งการตรวจจับท่าทางออกเป็นสองลักษณะ ได้แก่ ท่าทางการยืน และการนั่ง โดยระบบจะเป็นการตอบสนองทันทีเพื่อให้ปริมาณแสงมีความสัมพันธ์ต่อท่าทางที่เกิดขึ้น ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาปรับปรุงปริมาณแสงภายในพื้นที่ที่มีปริมาณผู้ใช้งานที่มีความหลากหลายในการใช้งาน โดยการนำเอาเทคโนโลยีในปัจจุบันมาใช้ประมวลผลภาพ และควบคุมแผงกันแดดอัตโนมัติ เพื่อใช้จัดการปริมาณแสงสว่างที่มีความต้องการที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ย่อย และสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้น

## Abstract

This research aim to develop a prototype of automatic adjustable sunscreen panels system for using in public buildings. multiple users are able to be detected and recognized at the same time by image processing. Two types of human gesture are the main input in this system, standing and sitting. The amount of daylight will be adjusted corresponding in real-time with user motion. The objective of this research aims to develop a better light intensity in the public area. The using current technology and for controlling the light intensity. various need for the light intensity can be managed and control to achieve the most suitable environment for activity in each individual group.

**คำสำคัญ (Keywords):** ช่องแสงอัตโนมัติ (Automatic Sunscreen), ประมวลผลภาพ (Image Processing), ปริมาณแสงสว่าง (Light Intensity), อาคารสาธารณะ (Public Buildings)

## 1. ที่มาและความสำคัญ

“แสงสว่าง” นับเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการมองเห็น อันเป็นกลไกของระบบประสาทสัมผัสหนึ่ง ที่ทำให้มนุษย์รับรู้และประมวลผลโดยเป็นการสื่อสารทางภาพ และยังสามารถนำมาใช้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักร อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จึงนับว่าแสงสว่าง เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่ทำให้เกิดกิจกรรมการดำเนินการ และปฏิบัติงานต่าง ๆ ให้เป็นไปได้อย่างดี (สำนักงานความปลอดภัยแรงงาน, 2557)

โดยแสงสว่าง สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ “แสงธรรมชาติ” และ “แสงประดิษฐ์” ซึ่งปริมาณแสงธรรมชาติในอาคารนั้นจะถูกกำหนดโดยการออกแบบช่องเปิดอาคารของผู้ออกแบบเป็นหลัก แต่ปริมาณแสงที่เข้าสู่ตัวอาคาร มีความเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา อาคารส่วนใหญ่จึงมีการติดตั้งม่านบังแดดเพื่อกันแสงธรรมชาติที่มากเกินไปออกจากอาคาร และใช้แสงประดิษฐ์ทดแทนปริมาณแสงที่ขาดไป และเนื่องจากการติดตั้งม่าน หรือแผงกันแดด ทำให้แสงธรรมชาติถูกตัดออกจากอาคาร และไม่ได้ถูกนำมาใช้งานในช่วงเวลาที่สามารถนำมาใช้งานได้

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ เรียกว่า ยูนิตวิตัลหรือคอมพิวเตอร์ทุกหนทุกแห่ง เป็นการสื่อสารและตอบสนองจากสภาพแวดล้อม โดยจะแฝงตัวอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่าง ๆ และเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันมนุษย์โดยที่ผู้ใช้ไม่รู้สึกรู้สึกตัว และจะนำไปสู่ระบบ Building Automation ซึ่งเป็นการตอบสนองระหว่างสถาปัตยกรรม ต่อพฤติกรรมของมนุษย์

ทำให้สถาปัตยกรรมมีความยืดหยุ่น และมีความสามารถในการตอบสนองต่อการใช้งานพื้นที่ เพิ่มความสะดวกสบาย รวมไปถึงความปลอดภัยในชีวิตประจำวันที่สูงขึ้น) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2553)

จากที่กล่าวมาในข้างต้น จึงทำให้เกิดความต้องการในพัฒนาระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งาน เพื่อควบคุมแสงกันแดดอัตโนมัติ และแสงสว่างภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องต่อการใช้พื้นที่ เพื่อส่งเสริมการจัดการแสงสว่าง และการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร โดยใช้ระบบ Background Subtraction ในการพัฒนาเนื่องจากระบบมีความสามารถในการตรวจจับจำนวนผู้ใช้งานพื้นที่ได้มากกว่า 1 คนขึ้นไป มีความสามารถในการแยกแยะพฤติกรรม และระบบภาวะความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานอาคารน้อย

งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นการนำเอาระบบ Object Tracking มาใช้พัฒนาระบบแสงกันแดดอัตโนมัติ และการตรวจจับพฤติกรรมของผู้ใช้งานภายในอาคาร เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร และปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งานที่เกิดขึ้นขณะนั้น โดยผู้วิจัยมุ่งหวังให้ระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งานชิ้นนี้สามารถตอบสนองต่อการใช้งานที่มีความหลากหลายในพื้นที่เดียวกัน โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยที่มีการจัดการแสงแตกต่างกันตามการใช้งาน

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

### 2.1 องค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคาร

ขนาดของพื้นที่ ลักษณะโดยทั่วไปบริเวณที่อยู่ใกล้ช่องเปิดจะมีความสว่างมาก และจะลดลง

การพัฒนาาระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งาน เพื่อควบคุมแสงกันแดดอัตโนมัติและปริมาณแสงสว่างภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ  
อริสา ตริวิศวะเวทย์ และ ดร. ชววิ บุญยรัตน์

ตามระยะทางของพื้นที่ที่ถอยห่างจากช่องเปิด โดยพื้นที่ภายในห้องสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ พื้นที่ส่วนนอก พื้นที่ส่วนกลาง และพื้นที่ส่วนใน โดยพื้นที่ส่วนนอกจะเป็นพื้นที่ที่มีความสว่างมากที่สุด และพื้นที่ส่วนในจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างน้อยที่สุดซึ่งระยะในการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารจะอยู่ที่ประมาณ 1.5 เท่าของความสูงของช่องเปิดโดยวัดจากขอบบนสุดช่องเปิดจนถึงพื้นห้อง

อุปกรณ์สะท้อนแสง คือ องค์ประกอบที่สำคัญในการเพิ่ม หรือลดแสงที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร เพื่อควบคุมปริมาณแสงให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การออกแบบองค์ประกอบผนังอาคาร และอุปกรณ์ติดตั้งภายในหลัง เช่น ม่าน หรือ มู่ลี่ เป็นต้น (อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, พรรณจิรา ทิศวิภาต, 2554)

## 2.2 ระบบควบคุมแสงธรรมชาติอัตโนมัติภายในสถาปัตยกรรมผ่านการตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้พื้นที่

เป็นงานทดลองที่มุ่งเน้นไปในเชิงของการออกแบบระบบควบคุม ปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ตัวอาคารเพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ของผู้ใช้พื้นที่ ซึ่งระบบจะตรวจจับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ หรือการควบคุมด้วยมือด้วยอุปกรณ์ Kinect Sensor แล้วจึงส่งข้อมูลไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Processing และทำการส่งต่อไปยังโปรแกรม Arduino เพื่อใช้ในการแสดงผลเชิงกายภาพในส่วนของลักษณะช่องเปิด มีการขอยช่องเปิดเป็นช่องเล็ก และใน 1 ช่องจะมีชิ้นส่วนของแผ่นแผงกันแดด โดยสามารถเปิดได้ทั้งในแนวแกนตั้ง และแกนแนวนอนเนื่องมาจากผู้วิจัยมีความต้องการให้ตัวแผงกันแดดนั้น

สามารถป้องกันหรือลดแสงบาดตา (พิสัยสีบำรุง-สาสน์, 2557)

## 3. การพัฒนาระบบ

### 3.1 รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาพัฒนาระบบที่ช่วยในการปรับสภาพแวดล้อมของแสงภายในอาคาร โดยอ้างอิงจากพฤติกรรมของผู้ใช้งานพื้นที่ เป็นการศึกษาในเชิงการทดลอง ปริมาณแสงในการทดลองจะเป็นการใช้ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยวิธีการทดลองจะเน้นไปที่ความมีประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น ความแม่นยำในการตรวจจับแยกแยะพฤติกรรม โดยประกอบกับการศึกษาจากข้อมูลทฤษฎี ได้แก่ เอกสารหรือผลงานวิจัยทางวิชาการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลแนวทางในการพัฒนาระบบต่อไป

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

#### 3.2.1 Processing Software

โดยตัวโปรแกรมจะเป็นซอฟต์แวร์แบบ Open Source สามารถนำมาใช้ และพัฒนาได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ และเป็นโปรแกรมที่มีการออกแบบมาเพื่อสนับสนุนนักออกแบบ ซึ่งมีความซับซ้อนของภาษาน้อยกว่าโปรแกรมอื่น ๆ ประกอบกับปัจจัยด้านเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย การเลือกใช้โปรแกรมจึงเลือกจากพื้นฐานทักษะของผู้วิจัยในการพัฒนา และเลือกใช้เทคนิควิธี Background Subtraction ในการพัฒนาระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว ซึ่งตัวระบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

#### 3.2.2 Arduino Software

ใช้ในการแสดงผลจากข้อมูล และควบคุมการแสดงผลเชิงกายภาพ สามารถเชื่อมต่อเข้ากับโปรแกรม Processing ได้ โดยอุปกรณ์ที่ใช้



ประกอบกันกับโปรแกรมในงานวิจัยชิ้นนี้ได้แก่ Arduino Microcontroller Board ซึ่งใช้ในการอัปโหลดชุดคำสั่ง ควบคุมการทำงานของระบบในเชิงกายภาพใช้รับส่งข้อมูลจากโปรแกรม Processing ไปยังอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งใช้ในการแสดงผลเชิงกายภาพในการควบคุมการทำงานของแผงกันแดดอัตโนมัติและเครื่องจักร โดยในการวิจัยอุปกรณ์จะทำงานตอบสนองกับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากโปรแกรม Processing และแสดงผลจากเงื่อนไขการทำงานจากโปรแกรม Arduino

### 3.3 พื้นที่ในการทดลอง

พื้นที่ในการทดลองระบบเบื้องต้นจะเป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเมื่อระบบสามารถทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดลองจึงจะเปลี่ยนพื้นที่ในการทดลอง ซึ่งพื้นที่ที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติเป็นห้องที่มีแสงธรรมชาติส่องถึงโดยสถานที่ที่เลือกใช้ในการทดลองเบื้องต้นจะอยู่ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองบริเวณห้องนักศึกษาศูนย์โทชั้น 1 ซึ่งเป็นห้องขนาดเล็กประกอบไปด้วยหน้าต่าง 2 ชุด และทางเข้าออก 1 ทางเชื่อมกับโถงทางเดิน

### 3.4 Background Subtraction

การตรวจสอบความแตกต่างกันระหว่างภาพ ซึ่งภาพที่นำมาเปรียบเทียบกับนั้น คือ การนำเอาภาพวิดีโอแต่ละเฟรมมาเปรียบเทียบเพื่อทำการลบภาพส่วนเหมือน หรือฉากหลังระหว่างภาพสองเฟรมและค้นหาส่วนต่างกัน หรือวัตถุเคลื่อนไหว (Foreground) โดยภาพจะถูกเปลี่ยนให้เป็นภาพขาว - ดำ โดยวัตถุที่เคลื่อนไหว หรือ

มีความเปลี่ยนแปลงจากเฟรมภาพก่อนหน้าจะแสดงเป็นจุดสีขาว ดังสมการต่อไปนี้

$$|Frame_i - background_i| > Threshold \quad (1)$$

(Massimo, 2004)



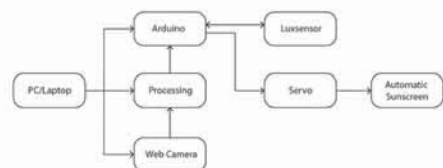
รูปที่ 1 เฟรมภาพตั้งต้น และการแสดงผล



รูปที่ 2 เฟรมภาพปัจจุบัน และการแสดงผล

### 3.5 ผลการทดลอง

การทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น การประมวลผลภาพวิดีโอผ่านโปรแกรม Processing และการแสดงผลที่ผ่านการประมวลผลแสดงผลเชิงกายภาพผ่านทางแผงวงจร



รูปที่ 3 ผังแสดงการเชื่อมต่อของระบบ

#### 3.5.1 Processing Software

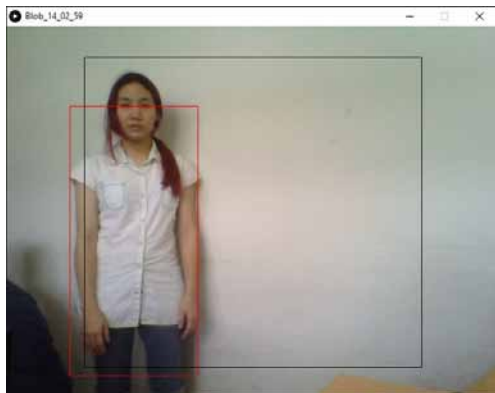
ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลภาพโดยเมื่อเริ่มต้นทำงานระบบ โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อไปยังกล้องวิดีโอเพื่อเริ่มถ่ายภาพต่อเนื่อง เมื่อโปรแกรมรับภาพวิดีโอแล้วจะทำการ Background Subtraction ระหว่างเฟรมภาพปัจจุบันกับภาพ

การพัฒนาระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งาน เพื่อควบคุมแสงกันแดดอัตโนมัติและปริมาณแสงสว่างภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ  
อริสา ตริวิศวะเวทย์ และ ดร. ชาวี บุญยรัตน์

ตั้งต้นที่ได้ทำการบันทึกไว้ก่อนหน้าเพื่อค้นหาความเปลี่ยนแปลงภายในภาพจากความสว่าง



รูปที่ 4 การตรวจจับท่าทาง ขณะไม่มีผู้ใช้งาน



รูปที่ 5 การตรวจจับท่าทาง ขณะมีผู้ใช้งาน

ซึ่งการตรวจจับวัตถุจะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการตรวจจับ (Station) เท่านั้น และเมื่อทำการกำหนดพื้นที่แล้วระบบจะทำการตรวจจับวัตถุที่มีลักษณะตรงตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดลักษณะที่ตรวจจับ 2 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ ลักษณะยืน และนั่ง และในกรณีที่จับทั้ง 2 ลักษณะพร้อมกันให้ยึดลักษณะของการนั่งเป็นหลัก

เมื่อโปรแกรมสามารถตรวจจับวัตถุได้ตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ก็จะทำการบินที่ข้อมูลดังกล่าวและส่งค่าตัวเลขลักษณะที่ตั้งค่าไว้เป็นค่าแสงมาตรฐานที่ต้องการผ่านทางพอร์ตไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 1 การตรวจจับ และแสดงผลแสงกันแดดอัตโนมัติ

ลักษณะ	ค่าตัวเลข	ความส่องสว่าง	องศา
ไม่มีวัตถุ	0	0	0
ยืน	1	ค่าลักษณะ (1)	องศา(A)
นั่ง	2	ค่าลักษณะ (2)	องศา(B)
ยืน และนั่ง	2	ค่าลักษณะ (2)	องศา(B)

### 3.5.2 Arduino Software

ทำหน้าที่ในการแสดงผลออกมาในเชิงกายภาพโดยทำหน้าที่ควบคุมองศาการหมุนของ เซอร์โวมอเตอร์ และอ่านค่าแสงที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดแสง

โดยกำหนดให้ติดตั้งเซนเซอร์วัดแสงบนระนาบการทำงาน หรือมีความสูงอยู่ที่ 75 ซม. หันด้านรับแสงขึ้นด้านบนและให้แบบจำลองการทำงานมีความสูงช่องเปิด 105 ซม. และมีความกว้าง 75 ซม. เมื่อเริ่มต้นทำงานของระบบกำหนดให้เซอร์โวมอเตอร์ มีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 150 องศา จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอ่านค่าตัวเลขที่ได้รับจาก Processing Software และนำตัวเลขไปเปรียบเทียบกับค่าแสงที่ เซนเซอร์วัดแสงอ่านได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่

$$\text{ค่าแสง Processing} > \text{ค่าแสงที่วัดได้} \quad (2)$$



รูปที่ 6 แผงปรับแสงอัตโนมัติ สถานะเปิด

หมายความว่า ค่าแสงในพื้นที่มีค่าน้อยกว่าความต้องการ กำหนดให้ห้องคาเชอร์ไวมอเตอร์เพิ่มขึ้นหรือแผงกันแดดอัตโนมัติอยู่ในสถานะเปิด

$$\text{ค่าแสง Processing} < \text{ค่าแสงที่วัดได้} \quad (4)$$



รูปที่ 7 แผงปรับแสงอัตโนมัติ สถานะปิด

หมายความว่า ค่าแสงในพื้นที่มีค่ามากกว่าความต้องการ กำหนดให้ห้องคาเชอร์ไวมอเตอร์ลดลงหรือแผงกันแดดอัตโนมัติอยู่ในสถานะปิด

#### 4. สรุป

จากการวิจัยและทดลองพบว่า การนำเอา ระบบ Image Processing มาใช้ในการตรวจจับ ทำให้สามารถใช้งานในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ และมีความหลากหลายเชิงพฤติกรรม สามารถตรวจจับวัตถุได้ครั้งละจำนวนมากแต่การระบุถึงรายละเอียดของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น เช่น ลักษณะการนั่ง คือ การอ่านหนังสือ หรือการนั่งพักผ่อน จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่ซับซ้อน มีความเข้าใจในเชิงของการคำนวณ ซึ่งมีความแตกต่างจากอุปกรณ์ นอกจากนี้ ในการทดลองของงานวิจัยชิ้นนี้การวัดค่าแสงธรรมชาติเป็นเพียงการวัดในเชิงของปริมาณเท่านั้น ซึ่งยังขาดการวิจัยในการวัดในเชิงคุณภาพของแสง และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

#### รายการอ้างอิง

พิสัย สืบบำรุงสาสน์. (2557). ระบบควบคุมแสงธรรมชาติอัตโนมัติภายในสถาปัตยกรรมผ่านการตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้พื้นที่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการผังเมือง.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2553). *Innovation Update*. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.nia.or.th/innolinks/page.php?issue=200907&section=2>

สำนักงานความปลอดภัยแรงงาน. (2557). *แสงสว่างในที่ทำงาน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.oshthai.org>

238 การพัฒนาระบบตรวจจับพฤติกรรมผู้ใช้งาน เพื่อควบคุมแสงกันแดดอัตโนมัติและปริมาณแสงสว่าง  
ภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ  
อริสา ตริวิศวเวทย์ และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ และพรรณจิรา ทิศาภิภาต.

(2554). *แสงธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Massimo, P. (2004). *Background subtraction techniques: A review*. Retrieved October, 13 2015 from <http://www-staff.it.uts.edu.au/~massimo/BackgroundSubtractionReview-Piccardi.pdf>

# ระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศ จากภาพร่างทางสถาปัตยกรรม

## System for Visualization Airflow Distribution from Sketch of Architecture

ภัคพล แจ้งเจนกิจ<sup>1</sup> และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์<sup>2</sup>

Pakkapol Changchenkit<sup>1</sup> and Chawee Busayarat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: pp\_gutkus@hotmail.com<sup>1</sup>, cha\_v\_mek@hotmail.com<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

ปัจจัยที่สำคัญและต้องคำนึงถึงในอาคารทุกแห่ง คือ การไหลของมวลอากาศ การวางผังอาคารโดยไม่คำนึงต่อการไหลของมวลอากาศและช่องเปิดของอาคารส่งผลเสียอย่างมาก เมื่ออาคารสร้างไปแล้วจะแก้ปัญหาดูได้ยาก ซึ่งควรจะแก้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นปรึกษาแบบโดยการจำลองสถานการณ์จะช่วยให้สถาปนิกและลูกค้าเข้าใจถึงการออกแบบโดยคำนึงถึงบริบทมากขึ้น แต่ปัจจุบันยังไม่มีสถาปนิกนิยมนำการจำลองสถานการณ์มาใช้ในช่วงเริ่มต้นปรึกษากับลูกค้าเพราะการใช้งานที่ยาก มีขั้นตอนมากและต้องมีความรู้เฉพาะทางจึงใช้ได้ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างทางสถาปัตยกรรมที่สามารถใช้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นปรึกษาแบบระหว่างสถาปนิกกับลูกค้า จากการที่ต้องทำแบบจำลองสามมิติก่อนถึงจะนำไปวิเคราะห์และประมวลผลได้จะเปลี่ยนเป็นใช้การถ่ายรูปจากภาพร่างผังอาคารแล้วนำไปสร้างสถานการณ์จำลองต่อไป

### Abstract

Airflow is the crucial factor in building planning or construction. It could result in detrimental effects that cost time and money. This problem could be avoided by consulting with architects at preliminary design stage. Building simulation can enhance clients understanding of the design regarding the airflow mechanism. However, due to the complexity of the simulation model, which requires experts and special set of knowledge, nowadays, there is no implementation of this process. This research aims to develop a system for airflow distribution visualization from architectural sketch that can be used from the beginning of a design consultation between the architect and the client. Instead of creating a 3d model for building analysis, our process is based on image processing that recognizes and analyzes a photograph of building plan, then uses it to simulate airflow in real time building simulation.

**คำสำคัญ (Keywords):** การจำลองสถานการณ์ (Simulation), การไหลของมวลอากาศ (Airflow), การประมวลผลจากภาพ (Image Processing), การออกแบบเบื้องต้น (Pre-design)

## 1. ที่มาและความสำคัญ

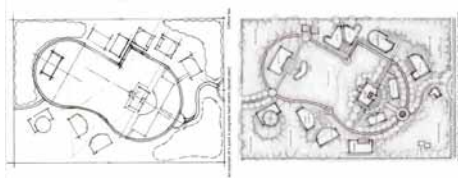
การออกแบบสถาปัตยกรรม ไม่ว่าจะเป็น การเกิดที่ว่างทางสถาปัตยกรรม (Space) หรือ รูปทรง (Form) มีหลากหลายแนวทาง แต่ล้วนมี ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมทั้งสิ้น ปัจจัยที่สำคัญและต้องคำนึงถึง ในอาคารทุกแห่ง คือการไหลของมวลอากาศ การสร้างอาคาร โดย คำนึงถึงทิศทางของลมและช่องเปิดของอาคาร ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญกับการสร้าง อาคารที่อยู่อาศัยหรืออาคารสำนักงาน เนื่องจากการสร้างอาคารที่เหมาะสมกับทิศทางการไหล ของมวลอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งของสภาวะน่าสบาย และยังทำให้ความร้อนในตัวอาคารน้อยลงใน ระยะยาวเมื่อก่อสร้างไปแล้ว แต่การวางผังอาคาร โดยไม่คำนึงต่อการไหลของมวลอากาศและช่อง เปิดของอาคารส่งผลเสียอย่างมาก เช่น การวาง ผังอาคารแล้วภายในตัวอาคารสะสมความร้อน ลมไม่ถ่ายเท การเปิดช่องเปิดที่ไม่เหมาะสมกับ ทิศทางการไหลของมวลอากาศ การใช้พลังงาน ก็จะไม่เปลือง เมื่ออาคารสร้างไปแล้วจะแก้ปัญหา ได้ยาก ปัญหาเหล่านี้ควรจะต้องตั้งแต่วางแบบ ปรึกษาแบบ

ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์การไหล ของมวลอากาศในผังอาคารจะช่วยให้สถาปนิก และลูกค้า เข้าใจถึงการออกแบบโดยคำนึงถึง การไหลของมวลอากาศที่สัมพันธ์กับอาคารมากขึ้น ทำให้การออกแบบเข้าใจตรงกันได้ง่าย และ ข้อมูลที่สถาปนิกต้องการให้ปรับแก้ไขแบบจะมี ความน่าเชื่อถือมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถแก้แบบ ได้ทันที เมื่อจำลองสถานการณ์ออกมาแล้วไม่ เป็นที่น่าพอใจกับทั้งสถาปนิกและลูกค้า ทำให้ แบบที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะมีการคำนึง ถึงการไหลของมวลอากาศบริเวณอาคารแล้ว

แต่ปัจจุบันยังไม่มีสถาปนิกนิยมนำการจำลองสถานการณ์มาใช้ในช่วงเริ่มต้นปรึกษาแบบ กับลูกค้า แต่มักจะใช้ตอนตกลงแบบกับลูกค้า ครั้งแรกเรียบร้อยแล้วจึงนำแบบจำลองสามมิติ (3D Model) มาคำนวณในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ที่เป็นโปรแกรมลิขสิทธิ์มีค่าใช้จ่ายที่สูง เมื่อจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศ ออกมาแล้ว ถ้าพบว่าแบบยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ก็ต้องปรับแบบอีกครั้ง ทำให้ลูกค้าเสียค่าใช้จ่าย ในการปรับแก้แบบเพิ่มและใช้เวลามากขึ้น

สาเหตุที่สถาปนิกยังไม่นำการจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศมาใช้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นปรึกษาแบบระหว่างสถาปนิกกับลูกค้าเพราะ การใช้งานที่ยากมีขั้นตอนมาก และต้องมีความ รู้เฉพาะทางจึงใช้ได้ จึงมีสถาปนิกที่ใช้งานโปรแกรมประเภทนี้น้อยและต้องทำแบบจำลองสาม มิติให้เสร็จก่อนถึงจะนำไปประเมินผลเพื่อจำลองสถานการณ์ซึ่งใช้เวลามาก และส่วนแสดงผลของการจำลองสถานการณ์เข้าใจได้ยากไม่ เหมาะกับบุคคลทั่วไป

ผู้วิจัยจึงนำเสนอระบบการจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศขั้นต้นมาใช้ตั้งแต่ ช่วงเริ่มต้นปรึกษาแบบระหว่างสถาปนิกกับลูกค้า การใช้งานที่ง่ายก็จะใช้งานได้ง่ายและสะดวก รวดเร็วขึ้น จากการทำแบบจำลองสามมิติ ก่อนถึงจะนำไปวิเคราะห์และประเมินผลได้ ก็ เปลี่ยนเป็นใช้การถ่ายรูปจากภาพวาดผังอาคาร (รูปที่ 1) แล้วนำไปสร้างสถานการณ์จำลองการ ไหลของมวลอากาศต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะพัฒนาระบบจำลองสถานการณ์การไหลของ มวลอากาศจากภาพร่างทางสถาปัตยกรรม



รูปที่ 1 การวาดผังขั้นต้นด้วยมือ (ซ้าย) การวาดด้วยโปรแกรม AutoCAD (ขวา)

## 2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

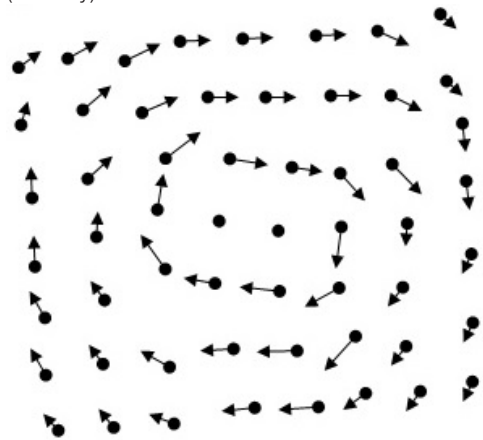
### 2.1 กระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมในช่วงเริ่มต้น (Schematic Design)

ระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างผังอาคารจะทำให้ ในระหว่างการออกแบบเบื้องต้น (Schematic Design) ที่ใช้การเขียนแบบด้วยมือ สถาปนิกและลูกค้าสามารถร่วมกันออกแบบโดยคำนึงถึงการไหลของมวลอากาศได้อย่างเข้าใจมากขึ้น เพื่อลดขั้นตอนในการปรับแก้แบบ

### 2.2 แนวคิดและทฤษฎีการไหลของมวลอากาศภายในระบบ

เนื่องจากการประมวลผลแบบโปรแกรม CFD เช่น Enotech Analysis Phoenix Ansys ค่อนข้างใช้การประมวลผลที่ละเอียดและใช้เวลานาน โดยเฉพาะการประมวลผลแบบ Real time Simulation นั้น ยิ่งต้องใช้เวลาและ Hardware ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงสามารถใช้งานได้จริงไม่ติดขัด แต่การจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น (Schematic design) นั้น ต้องการการประมวลผลที่รวดเร็ว และต้องจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศบน Smart phone, Laptop ขนาดเล็ก และ Tablet ซึ่งปัจจุบัน Hardware ใน Device ดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะประมวลผลแบบเดียวกับโปรแกรม CFD

แบบ Real time Simulation ในปัจจุบันมีการประมวลผล Fluid สำหรับเกม ซึ่งจะประมวลผลไม่ละเอียดเท่า CFD ตัดฟังก์ชันบางอย่างออก เช่น การไม่คำนวณอุณหภูมิ ไม่สามารถวัดค่าความเร็วและความดันของแต่ละอนุภาคได้ แต่จะแสดงผลได้ใกล้เคียงกัน โดยอ้างอิงตามทฤษฎีการเคลื่อนที่ของของไหล ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ Hardware ที่มีประสิทธิภาพสูงก็สามารถแสดงผลการไหลของมวลอากาศได้ ดังนั้นการจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในระบบจะอ้างอิงตามหลักทฤษฎี Fluid Simulation for Video Games ของ Michael J. Gourlay (2012) โดยจะคำนวณแบบอนุภาค (Particle) (รูปที่ 2) แต่ละอนุภาคจะเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด ไม่อ้างอิงตาม Grid แต่จะปฏิสัมพันธ์กับอนุภาคอื่นและสิ่งกีดขวาง โดยแต่ละอนุภาคจะเก็บค่า ตำแหน่ง (Position) ความเร็ว (Velocity) ความหนาแน่น (Density)



รูปที่ 2 การคำนวณการไหลของมวลอากาศแบบอนุภาค (Particle)

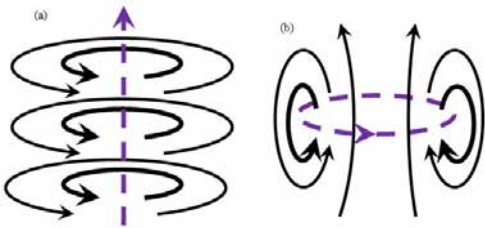
คุณสมบัติของมวลอากาศที่จะนำมาคำนวณในระบบ มีดังนี้

1. ความดัน (Pressure) คือแรงที่มวลอากาศถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดหรือกระทำต่อสิ่งกีด

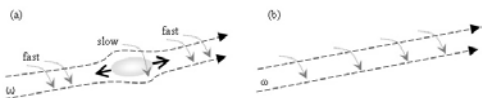
ขวาง ซึ่งความดันสัมพันธ์กับความเร็ว (Velocity)

2. ความหนืด (Viscosity) มวลอากาศยังมีแรงเฉือน และมีความหนืดไม่เท่ากัน เช่น ของเหลวที่ต่อต้านการบิดเบือน แสดงให้เห็นว่า ของเหลวหนา (เช่น น้ำเชื่อม) มีความหนืดสูง ของเหลวบาง (เช่น น้ำ) มีความหนืดต่ำ

3. ความหนาแน่น (Density) แสดงถึงปริมาณมากน้อยของมวลอากาศในแต่ละพื้นที่การพา (Advection) คือการย้ายมวลอากาศภายใน grid โดยพฤติกรรมกรรมการไหลของมวลอากาศจะมีการหมุนวน (Vorticity) และจะโค้งหลบสิ่งกีดขวาง ทำให้ความเร็วของมวลอากาศรอบสิ่งกีดขวางไม่เท่ากัน ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 การหมุนวน (Vorticity) ของมวลอากาศ



รูปที่ 4 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศเมื่อผ่านสิ่งกีดขวาง

### 2.3 กรณีศึกษา

การตรวจจับกลุ่มของพิกเซล (Blob Detection) เป็นการตรวจจับ พิกเซลที่มีความเข้มหรือความสว่าง (Blob) ในลักษณะเป็นกลุ่มในรูปภาพ โดยใน ชุดคำสั่ง (Library) ของโปรแกรม Processing จะมี Blob Detection สามารถนำไปประยุกต์ในการใช้งานอื่นๆ ต่อจากการตรวจจับ Blob หรือกลุ่มของพิกเซลได้ เช่น การตรวจจับ กรอบนอก

(Outline) ของคน (รูปที่ 5) หรือ การสร้างความสูงของพื้นที่ลาดชันใน 2 มิติ (Contour)



รูปที่ 5 การตรวจจับกลุ่มพิกเซลของคน โดย Library Blob Detection ของ Processing

airflow-form-finding in Processing เป็น Project ที่สร้างโดย Processing ที่นำเอาหลักของ Fluid Simulation for Computer Graphics โดย Robert Bridson (2011) มาใช้คำนวณอากาศที่ไหลผ่านตัวอาคารที่มีช่องเปิด โดยผนังอาคารสามารถยืดหดได้ จุดประสงค์เพื่อหารูปร่าง (Form) ของอาคาร โดยคำนึงถึงอากาศที่ไหลผ่านเข้ามาในตัวอาคาร

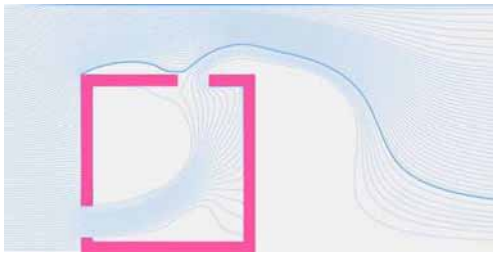
การแสดงผลสามารถเลือกได้ 3 แบบ

1. การแสดงผลเป็นลักษณะเส้นทิศทางของลม (รูปที่ 6) เส้นแสดงถึงทิศทางของลมที่ไหลผ่านตัวอาคาร

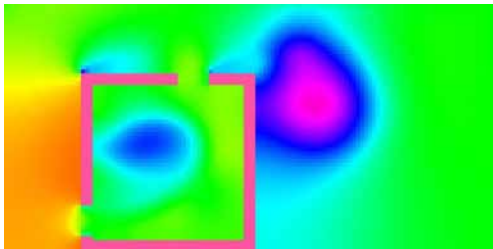
2. การแสดงผลเป็นสี (รูปที่ 7) สีแสดงถึงความเร็วของลม สีแดงแสดงถึงความเร็วของลมมากที่สุดไล่สีจนถึงสีน้ำเงินแสดงถึงความเร็วลมน้อยที่สุด

3. การแสดงผลเป็นเส้นและสี (รูปที่ 8) เส้นแสดงถึงทิศทางของลมที่ไหลผ่านตัวอาคาร สีแดงแสดงถึงความเร็วของลม สีแดงแสดงถึงความเร็วของลมมากที่สุดไล่สีจนถึงสีน้ำเงินแสดงถึงความเร็วลมน้อยที่สุด





รูปที่ 6 การจำลองสถานการณ์การไหลผ่าน ผนังอาคาร แสดงผลเป็นเส้น



รูปที่ 7 การจำลองสถานการณ์การไหลผ่าน ผนังอาคาร แสดงผลเป็นสี



รูปที่ 8 การจำลองสถานการณ์การไหลผ่าน ผนังอาคาร แสดงผลเป็นเส้นและสี

ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีทั้ง การตรวจจับกลุ่มของพิกเซล (Blob detection) และการจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในระบบ (Airflow Simulation) เพียงพอที่จะสร้างระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างทางสถาปัตยกรรม

### 3. การพัฒนาระบบ

#### 3.1 การกำหนดกลุ่มผู้ใช้งาน

กลุ่มผู้ใช้งานระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างอาคารในระบวน

การออกแบบสถาปัตยกรรมช่วงเริ่มต้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มสถาปนิก
2. กลุ่มลูกค้า หรือบุคคลทั่วไป

เป้าหมายหลักของการทดสอบกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นสถาปนิก ซึ่งมีความรู้ทางการออกแบบสถาปัตยกรรมแต่ยังมีสถาปนิกบางคนเท่านั้นที่มีความรู้จำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในสถาปัตยกรรม ดังนั้นต้องทำกลุ่มสถาปนิกดังกล่าวสามารถใช้ ระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างอาคารได้อย่างสะดวก และสื่อสารกับลูกค้าซึ่งก็คือกลุ่มผู้ใช้งานที่ไม่มีความรู้ทางการออกแบบสถาปัตยกรรม สามารถนำมาใช้ตั้งแต่เริ่มต้นการปรึกษาแบบสถาปัตยกรรมกับลูกค้าได้ ข้อเสนอจากกลุ่มผู้ใช้งานทั้ง 2 กลุ่ม จะนำไปเป็นแนวทางและพัฒนาระบบต่อไป

#### 3.2 วิเคราะห์ความต้องการในการออกแบบระบบ

การวิเคราะห์ของระบบซึ่งสัมพันธ์กับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน ในช่วงเริ่มปรึกษาแบบสถาปัตยกรรมระหว่างสถาปนิกกับลูกค้า จำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศเป็นสิ่งที่ค่อนข้างใช้เวลาและใช้เวลานาน ดังนั้นระบบควรจะใช้งานง่ายสะดวกต่อการใช้งาน

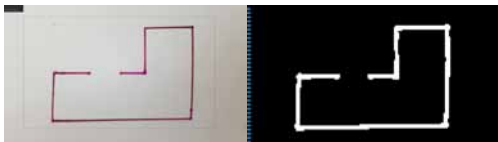
ในการปรึกษาแบบช่วงเริ่มต้น ลูกค้ากับสถาปนิกมักจะสื่อสารแบบผ่านกระดาษเพื่อร่างแบบเพื่อความสะดวกสบายในการใช้งานระบบควรจะสามารถนำสิ่งที่สถาปนิกร่างบนกระดาษไปใช้งานจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศได้ทันที ปัจจุบันสถาปนิกส่วนมากมีโทรศัพท์สมาร์ทโฟนติดตัว และสามารถถ่ายรูปได้ ผู้วิจัยจึงนำการใช้งานส่วนนี้ของสมาร์ทโฟนมาใช้ใน

ระบบ ซึ่งก็คือการถ่ายรูปกระดาษที่ร่างแบบสถาปัตยกรรมโดยสถาปนิก แล้วนำไปประมวลผลในจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศต่อไป

### 3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบการออกแบบและพัฒนาระบบจะแยกเป็น 2 ส่วน

#### 3.3.1 ส่วนของการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพในระบบจะใช้ หลักการของ Blob detection ใน Processing จะมี Library “diewald\_CV\_kit” ซึ่งสามารถตรวจจับเส้นของผังอาคาร โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับ Blob ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น สถาปนิกจะต้องใช้ปากกา ที่มีความหนาของเส้น เพื่อวาดเป็นกรอบอาคารขึ้นมาจากนั้น Blob Detection จะแปลงเส้นของภาพวาด กลายเป็น Vector ในระบบ (รูปที่ 9) ซึ่งจะสามารถใช้คำนวณผลทางคณิตศาสตร์ต่อไปได้

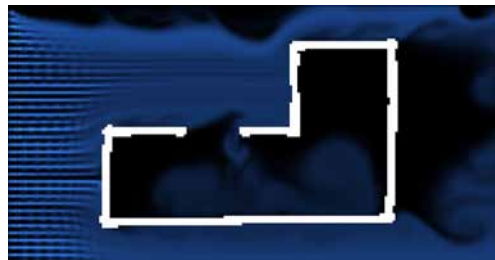


รูปที่ 9 การตรวจจับสีของเส้นผนังในภาพร่างผังอาคารของระบบ

#### 3.3.2 ส่วนของจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากผังอาคาร (Airflow Simulation)

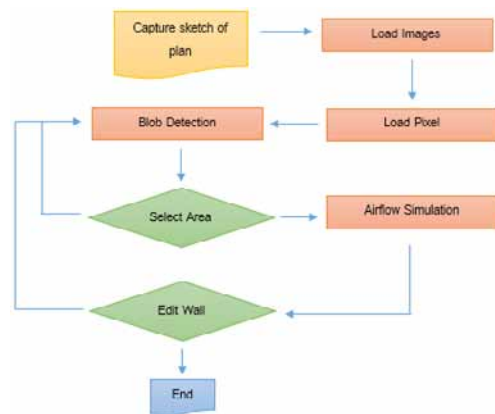
จำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในProcessing จะใช้หลักการของFluidDynamics เป็นอนุภาคของลม ทุกอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของลม และสามารถผ่านช่องเปิดของอาคารได้

ส่วนของระบบที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ของลม จะใช้ Library ใน Processing “diewald\_fuid” ของ Thomas Diewald (2012) ฟังก์ชันในการใช้งานของ Library จะสามารถจำลองการเคลื่อนที่ของของไหล (Fluid) ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศได้ (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 การจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศในระบบ

การทำงานของระบบ (รูปที่ 11) จะเริ่มจากการถ่ายรูปภาพร่างที่สถาปนิกเป็นคนร่างขึ้น ในการปรึกษาแบบกับลูกค้า จากนั้นระบบก็จะใช้รูปเพื่อนำจุดPixelมาใช้ในการตรวจจับเส้นของกลุ่มสี (Blob Detection) ที่แทนด้วยเส้นผนัง จากนั้นเลือกขอบเขตของผังพื้น จากนั้นระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศก็จะทำงาน ผู้ใช้งานสามารถลบหรือเพิ่มผนังในแปลนได้



รูปที่ 11 Flowchart การทำงานของระบบ

#### 4. สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าระบบการจำลองการไหลของมวลอากาศมีทิศทางการคล้ายกับทิศทางการของลม เพียงพอที่จะสามารถนำไปตรวจสอบในผังสถาปัตยกรรมเบื้องต้นได้ เนื่องจากชุดคำสั่ง (Library) diewald\_fluid ได้นำหลักของ Fluid Simulation for Video Games ของ Michael J. Gourlay มาใช้ และสามารถช่วยลดขั้นตอนการออกแบบสถาปัตยกรรม ในช่วง การออกแบบเบื้องต้น (Schematic Design) ได้จริง สามารถใช้ได้ทั้งในแพลตฟอร์ม Windows และ Android

การใช้งานจากผู้ใช้งานสามารถทำได้โดยถ่ายรูปผังอาคารจากนั้นเข้าใช้งานระบบและโหลดรูปที่ถ่ายมาใช้ ปรับปริมาณสีที่ตรวจจับให้สามารถตรวจจับผังอาคารได้และต้องไม่ตรวจจับเงาของกระดาด ลากขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการให้ระบบตรวจจับ จากนั้นการจำลองลมจะทำงานโดยปล่อยแหล่งกำเนิดลมจากทางด้านซ้ายซึ่งสามารถปรับองศาการไหลของมวลอากาศได้ ผู้ใช้งานจะสามารถตรวจสอบทิศทางการลมจากช่องเปิดได้ ถ้ามลไม่เคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดของอาคารสามารถลบหรือเพิ่มช่องเปิดในตัวระบบได้

#### ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ

ระบบจำลองสถานการณ์การไหลของมวลอากาศจากภาพร่างทางสถาปัตยกรรม ยังมีข้อจำกัดเรื่องการประเมินการไหลของมวลอากาศโดยละเอียด ไม่สามารถวัดค่าความเร็วลมในแต่ละจุดได้ และในแพลตฟอร์ม Android ยังประมวลผลได้ไม่รวดเร็วเท่าในแพลตฟอร์ม Windows

#### รายการอ้างอิง

- Diewal, T. (2012a). *diwald\_CV\_kit*. Retrieved December 13, 2012, from [http://thomasdiewald.com/processing/libraries/diewald\\_CV\\_kit/](http://thomasdiewald.com/processing/libraries/diewald_CV_kit/)
- Diewal, T. (2012b). *Processing Library – Fluid simulation*. Retrieved August 20, 2012, from <http://thomasdiewald.com/blog/?p=95>
- Gourlay, M. J. (2012). *Fluid simulation for video games*. Retrieved September 12, 2012, from <https://software.intel.com/en-us/articles/fluid-simulation-for-video-games-part-1>
- West, M. (2008) *Practical fluid mechanics*. Retrieved April 1, 2008, from <http://cowboyprogramming.com/2008/04/01/practical-fluid-mechanics/>

# การวางแผนงานก่อสร้างอาคารโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ

## Construction Planning for High-Rise Building

### by 4D Computer Technology

สุทธิศักดิ์ คงหนู<sup>1</sup> และ ดร. เทอดธิดา ทิพย์รัตน์<sup>2</sup>

Sutthisak Kongnoo<sup>1</sup> and Thoedtida Thipparat, Ph.D.<sup>2</sup>

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

E-mail: campcamp2549@gmail.com<sup>1</sup>, thiprat.t@gmail.com<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ โปรแกรม 4 มิติ ในการวางแผนและการกำหนดเวลาในการก่อสร้างโดยใช้กรณีศึกษาโครงการตัวอย่างประเภทงานอาคารเป็นข้อกำหนดเน้นข้อมูลเฉพาะส่วนงานโครงสร้าง ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการประสานงานและสื่อสารกันระหว่างแต่ละฝ่ายในงานก่อสร้างการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากโปรแกรมวางแผนงานก่อสร้าง โปรแกรม Microsoft Excel และ Microsoft Project และโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (Autodesk Revit) โดยนำข้อมูลพื้นฐานทั้งสองส่วนไปใช้ในโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 4 มิติ รวมถึงขั้นตอนพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง 4 มิติ ในโปรแกรม Autodesk Navisworks ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นวิศวกรโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษาทำการทดสอบการใช้งานของแบบจำลอง 4 มิติ กับแผนและผลการดำเนินงานก่อสร้างจริง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมที่นำมาวิจัยในครั้งนี้เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

#### Abstract

This research aims to study the application of the four-dimension concept which is the integration of three dimension and time. The 4D model is used for information integration to communicate among different stakeholders. This study integrates construction planning, scheduling, and 3D models together, a 4D model. The simulation model for construction process of the building is created. The structural parts of building are simulated. This study uses Autodesk Revit to develop 3D model for the building. Construction planning and scheduling are created by using Microsoft Excel and Microsoft Project. Autodesk Navisworks is used for developing the 4D model. This study presents the 4D model using a case study building project. The simulation model obtained from Autodesk Navisworks and actual construction progress are compared. The 4D model can be used to monitor the progress of job.

**คำสำคัญ (Keywords):** 4 มิติ (4D), วางแผนงานก่อสร้าง (Construction Planning), ควบคุมงานก่อสร้าง (Construction Control), การประสานงาน (Cooperation), การสื่อสาร (Communication)

## 1. คำนำ

เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง ซึ่งในปัจจุบันการบริหารโครงการ โดยส่วนใหญ่จะมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในด้านต้นทุน เวลาและคุณภาพ การที่โครงการจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายต้องอาศัยการวางแผนงานที่ดี ซึ่งในโครงการก่อสร้างหนึ่ง ๆ จะถูกสร้างขึ้นได้นั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่หลากหลายในการบริหารโครงการจึงจำเป็นต้องเครื่องมือมาประยุกต์ใช้ในการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพ จึงได้นำเอาเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยลดขั้นตอนและเวลาลง เริ่มตั้งแต่ การออกแบบ การเขียนแบบ การประมาณราคา รวมถึงการวางแผนงานก่อสร้าง โดยให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนงานก่อสร้างในรูปแบบ 4 มิติ ซึ่งในต่างประเทศโปรแกรมประเภท 4 มิติ นั้นมีบทบาทในวงการก่อสร้างเป็นอย่างมาก ซึ่งในตัวโปรแกรมนั้นสามารถจำลองการทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ขึ้นมาได้เหมือนกับก่อสร้างจริง พร้อมทั้งเสนอปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้เพื่อจะได้หาวิธีแก้ไขได้ทัน ในการจำลองของคอมพิวเตอร์นั้นสามารถลดการสูญเสียลงได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่มีความชัดเจนสำหรับกรวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง สิ่งต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในแหล่งข้อมูลเดียวกันภายในโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ด้วยปัญหาดังกล่าวนี้จึงเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ มาประยุกต์ใช้กับการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง โดยโปรแกรม 4 มิติ ที่นำมาศึกษานี้จะเป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง เพื่อให้มอง

ภาพและปัญหาในขั้นตอนระหว่างงานก่อสร้าง โครงการได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยโปรแกรม 4 มิติ นั้นจะแสดงผลออกมาพร้อมกับมิติของเวลา หรือราคาที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยนำเสนอข้อมูลออกมาพร้อมกันในเวลาที่จำลองขึ้นมา ถึงแม้ผู้ที่เกี่ยวข้องจะไม่มีความรู้ในด้านการก่อสร้าง โปรแกรมจะแสดงผลออกมาเป็นแบบ 4 มิติ ดังนั้นการนำเสนอด้วยแบบ 4 มิติ นั้นจะสามารถช่วยให้บุคคลสามารถมองแบบในความหมายเดียวกันได้ เพราะในการก่อสร้างไม่ได้มีแต่เฉพาะสถาปนิกและวิศวกรเท่านั้นยังจะต้องมีพนักงานฝ่ายอื่น ๆ คณะผู้บริหารหรือเจ้าของโครงการเป็นต้นบุคคลเหล่านี้อาจจะไม่มีความรู้ทางการก่อสร้างมากนัก แต่สามารถรับข้อมูลจากการนำเสนอโดยโปรแกรม 4 มิติ ได้โดยง่าย (บวร พูลสวัสดิ์, 2555)

อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ ดังกล่าวในประเทศไทยมีใช้อยู่ในวงจำกัด และยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปสรรคของการใช้งานจริงและประโยชน์ที่แท้จริงของโปรแกรมประเภทนี้ ซึ่งการประยุกต์ใช้จริง จำเป็นต้องเรียนรู้โครงสร้างลักษณะการทำงาน และรูปแบบการใช้งานของตัวโปรแกรมกับกรณีศึกษาอาคารตัวอย่างเพื่อการพัฒนาความสามารถการบริหารจัดการข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เหมาะสมกับแนวทางการใช้งานในอนาคตต่อไป (ปัญญาพล จันทรัดอน, 2556) การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ โดยการใช้ภาพเพื่อสื่อสารข้อมูลในขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างให้เห็นตั้งแต่เริ่มต้นตลอดจนถึงสิ้นสุดโครงการ รวมไปถึงการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ในโครงการให้อยู่ในเดียวกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีแนวทางในการศึกษาดังนี้

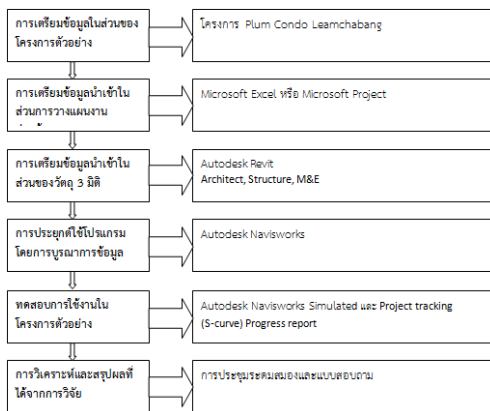
1) เพื่อศึกษาวิธีการวางแผนและควบคุมงาน

ก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ

2) การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ ของโครงการกรณีศึกษา

## 2. วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4 มิติ เพื่อการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง สามารถแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในรูปโดยมีการแสดงหัวข้อของขั้นตอนหลักและผลลัพธ์ที่สำคัญที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ข้อมูลในส่วนของการโครงการกรณีศึกษา

โครงการตัวอย่างที่จะนำมาประกอบการวิจัยนี้ต้องเป็นโครงการก่อสร้างจริง เพื่อแสดงสาระสำคัญในส่วนของการวางแผนงานก่อสร้างและการสร้างโมเดลจำลอง 3 มิติ โดยโครงการที่ทำการคัดเลือกมานั้น ต้องมีการวางแผนงาน

ก่อสร้างตามหลักมาตรฐานการก่อสร้างและมีแผนงานที่ชัดเจน ซึ่งต้องมีข้อมูลเบื้องต้นที่ได้รับหลังจากการเลือกโครงการตัวอย่าง คือ แบบก่อสร้าง 3 มิติ และข้อมูลการควบคุมงานก่อสร้างตามข้อจำกัดทางด้านการบริหารของโครงการ ทางผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมดมาจัดการให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลที่ต้องการ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป รูปที่ 2 แสดงภาพรวมโครงการ Plum Condo Leamchabang รูปที่ 3 แสดงโมเดล 3 มิติโครงการกรณีศึกษา รูปที่ 4 แสดงผังบริเวณโครงการภาพรวม รูปที่ 5 แสดงพื้นที่โครงการที่เลือกมาทำการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้เลือกอาคาร D มาศึกษาเนื่องจากสามารถรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยตามขั้นตอนวิจัยที่เสนอในรูปที่ 1 ได้ รูปที่ 6 แสดงรูปแปลนอาคารชั้น 1 รูปที่ 7 แสดงสถานที่ก่อสร้างจริงของอาคาร D ที่เลือกมาทำการศึกษา



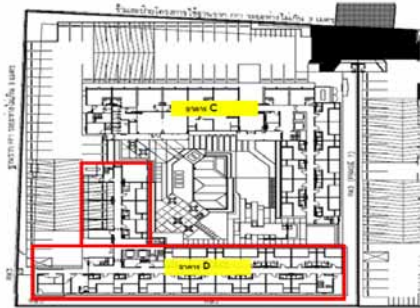
รูปที่ 2 ภาพรวมโครงการ



รูปที่ 3 โมเดล 3 มิติของโครงการ



รูปที่ 4 ผังบริเวณโครงการภาพรวม



รูปที่ 5 พื้นที่โครงการที่เลือกมาทำการศึกษา



รูปที่ 6 รูปแปลนอาคารชั้น 1



รูปที่ 7 สถานที่ก่อสร้างจริงของอาคาร D

### 3.2 ข้อมูลนำเข้าไปในส่วนการวางแผนงานก่อสร้าง

ในการดำเนินงานก่อสร้างนั้นจะเป็นไปน กรอบระยะเวลาที่ชัดเจนซึ่งอาจจะสั้นหรือยาว ขึ้นอยู่ กับโครงการที่จะทำ ทั้งนี้การจัดการโครงการ มักจะเป็นไปตามรูปแบบที่เรียกว่าโครงการ ใน แต่ละโครงการจะประกอบไปด้วยกลุ่มงานซึ่ง กลุ่มงานนี้อาจมีได้หลายระดับแต่เมื่อแตกลงไป ถึงส่วนย่อยที่สุดในการบริหารโครงการก่อสร้าง จะถูกเรียกว่าหน่วยงานหรือเรียกสั้น ๆ ว่างาน หรือกิจกรรมการทำแผนกำหนดเวลาก่อสร้าง สามารถทำได้หลายวิธี โดยผู้วางแผนจะเลือกวิธีการ ที่ เหมาะสมกับโครงการนั้นๆ ในโครงการ การก่อสร้างที่เลือกมานี้จะต้องกำหนดแผนงาน ในรูปแบบของแกนต์ชาร์ตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จ รูปสร้างขึ้นเช่นสร้างจาก Microsoft Excel หรือ Microsoft Project ในที่นี้จะทำการสร้างแผน กำหนดเวลาด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อ เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมที่ นำมาประยุกต์ใช้งานต่อไป ตารางที่ 1 แสดง กิจกรรมและวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดในการ ดำเนินงานก่อสร้างของกิจกรรมหลัก รูปที่ 8 แสดงแผนและผลการดำเนินงานในภาพรวมของ โครงการ ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2558 พบว่า ร้อยละ ความก้าวหน้าตามแผนงานเท่ากับ 21.67 ส่วน ร้อยละความก้าวหน้าของผลการดำเนินงานจริง เท่ากับ 26.56

### 3.3 ข้อมูลนำเข้าไปในส่วนของวัตถุ 3 มิติ

หลังจากได้รายการกิจกรรมการก่อสร้างจาก ข้อกำหนดเวลาของโครงการตัวอย่าง โดยการ ใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปแล้ว ขั้นตอนต่อไปในการทำ งานคือการนำขึ้นวัตถุ 3 มิติจากแบบก่อสร้างที่ เขียนด้วย Autodesk Revit เพื่อแสดงผลกิจกรรม ตามขั้นตอนงานก่อสร้าง โดยใช้โปรแกรม Auto-

desk Navisworks ขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติการเลือกวัตถุที่ทำการสร้างจำเป็นต้องมีการสร้างข้อกำหนดดังรายละเอียดดังนี้

(1) การนำขึ้นวัตถุ 3 มิติตามรายการกิจกรรมการก่อสร้างเฉพาะในส่วนงาน โครงสร้าง เป็นหลัก เช่น สุสานราก คาน พื้น ผนัง เป็นต้น

(2) กิจกรรมประเภทเดียวกันถึงแม้ต้องสร้างขึ้นวัตถุหลายชิ้น แต่ให้จัดกลุ่มให้แสดงผลพร้อมกัน เช่น ชูคคาน เป็นต้น

(3) กิจกรรมที่ไม่ใช้งานก่อสร้างไม่แยกย่อยรายการกิจกรรมและไม่นำมาสร้างชิ้นงาน 3 มิติ เช่น งานระบบในส่วนต่าง ๆ รวมไปถึงในงานภูมิสถาปัตยกรรม เป็นต้น จากข้อกำหนดดังกล่าวทำการจัดองค์ประกอบชิ้นงานในการแสดงผล 3 มิติและนำขึ้นงานวัตถุ 3 มิติ โดยทำการตั้งชื่อเฉพาะเพื่อนำไปใช้ตามขั้นตอนต่อไป

### 3.4 การประยุกต์ใช้โปรแกรมโดยการบูรณาการข้อมูล

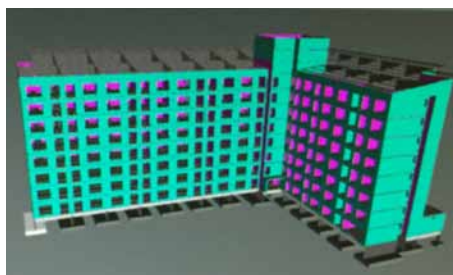
การนำเข้าข้อมูลเบื้องต้นที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมพื้นฐานในทั้งสองส่วน นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Autodesk Navisworks มาประยุกต์ข้อมูลจัดการความสัมพันธ์และบูรณาการระหว่างข้อมูลใน ขั้นตอนที่ 2 และ 3 ส่วนเข้าด้วยกันโดยศึกษาแนวทางการบูรณาการข้อมูลและการนำเสนอผ่านระบบเพื่อแสดงผลในลักษณะการวางแผนงานรูปแบบ 4 มิติ Autodesk Navisworks และแสดงข้อมูลในส่วนต่างๆของโปรแกรมที่สามารถนำเสนอออกมาได้รูปที่ 7 แสดงแบบก่อสร้าง 4 มิติของโครงการกรณีศึกษา

### 3.5 ทดสอบการใช้งานในโครงการกรณีศึกษา

เนื่องจากการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำเป็นต้องมีแผนงานที่ชัดเจนและเป็นงานที่กำลังดำเนิน

การก่อสร้างเพื่อศึกษาขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมในสภาพงานจริง การวิจัยนี้จะทำการทดสอบการใช้งานของการวางแผนงานรูปแบบ 4 มิติ Autodesk Navisworks Simulate กับโครงการ Plum Condo Leamchabang การทดสอบการใช้งานจะอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบกับแผนงานก่อสร้างจริงและผลการดำเนินงานก่อสร้างจริง

รูปที่ 8 ภาพรวมแผนงานโครงการ (S-curve) ในขณะที่รูปที่ 9 แสดง Bar chart เปรียบเทียบแผนกับผลการดำเนินงานซึ่งเป็นวิธีการติดตามผลการดำเนินงานโครงการที่ผู้จัดการโครงการใช้ในการรายงานความก้าวหน้าต่อหน่วยงานกลาง รูปที่ 10 แสดงผลการดำเนินงานจริงของโครงการกรณีศึกษา รูปที่ 11 แสดงผลการซิมมูล่งงานก่อสร้าง 4 มิติ พบว่า แผนงานก่อสร้างผนังชั้น 1 เริ่มงานวันที่ 26 พฤศจิกายน 2558 เสร็จงานวันที่ 5 ธันวาคม 2558 จากนั้นจึงเริ่มงานก่อสร้างผนังชั้น 2 วันที่ 9 ธันวาคม 2558 เสร็จงานวันที่ 18 ธันวาคม 2558 ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการดำเนินงานก่อสร้าง 4 มิติที่ได้จากโปรแกรม Autodesk Navisworks พบว่า วันที่ 5 ธันวาคม 2558 งานก่อสร้างผนังชั้น 1 แล้วเสร็จดังรูปที่ 10 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานจริงในวันที่ 5 ธันวาคม 2558 พบว่าได้มีการก่อสร้างผนังชั้น 1 และชั้น 2 ขั้นตอนการก่อสร้างจริงต่างจากแผนงานที่กำหนด

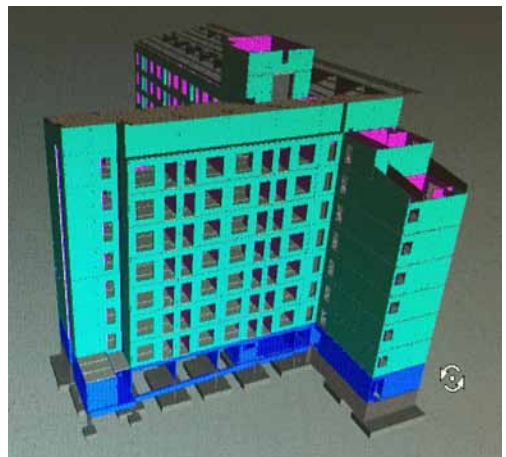


รูปที่ 7 แบบก่อสร้าง 4 มิติของโครงการ

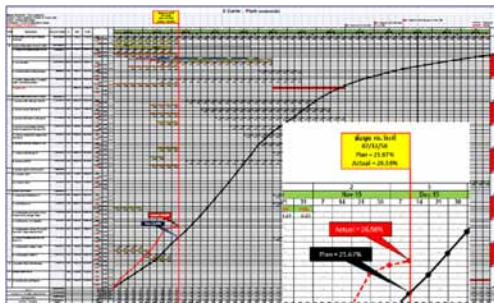


ตารางที่ 1 กิจกรรมและเวลาดำเนินงานก่อสร้าง

กิจกรรม	เริ่ม	เสร็จ
งานโครงสร้าง	1/10/58	31/10/59
งานสถาปัตยกรรม	15/12/58	31/7/59
งานระบบ	1/10/58	31/7/59
งานโครงสร้างภายนอก	15/3/58	14/6/59
งานระบบภายนอก	1/10/58	31/7/59
งานติดตั้ง บัณฑิต	15/4/58	30/6/59
งานตรวจสอบ	1/6/59	1/6/59
งานส่งมอบ	1/8/59	31/10/59



รูปที่ 11 ผลงานก่อสร้าง 4 มิติด้วย Autodesk Navisworks Simulate



รูปที่ 8 ภาพรวมแผนงานโครงการ (S-curve)

Description	Start	Finish	1				2				3				4				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Construction Work</b>																			
<b>Foundation</b>																			
Foundation	5/10/15	21/10/15																	
Erection Precast	10/11/15	14/12/15																	
<b>Floor 1</b>																			
Column Beam A, B	16/11/15	22/11/15																	
Floor	20/11/15	26/11/15																	
Bearing Wall	20/11/15	01/12/15																	
<b>Floor 2</b>																			
Floor	5/12/15	11/12/15																	
Bearing Wall	01/12/15	18/12/15																	

รูปที่ 9 Barchart เปรียบเทียบแผนกับผลการดำเนินงาน



รูปที่ 10 ผลการดำเนินงานจริงของโครงการ

จากการทดสอบการใช้งานในโครงการกรณีศึกษาของโปรแกรมประเภท 4 มิติ พบว่าโปรแกรมสามารถแสดงกระบวนการก่อสร้างในรูปแบบ 3 มิติร่วมกับแผนงานได้ สามารถใช้สื่อสารกับบุคลากรในหน่วยงานก่อสร้างได้ดีเนื่องจากความเสมือนจริงของกระบวนการก่อสร้างแต่ละช่วงเวลาได้ อย่างไรก็ตามพบข้อจำกัดในการแสดงผลว่าขึ้นอยู่กับแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้น

จากกรณีศึกษาอาคารตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบว่าขั้นตอนในการเชื่อมโยงข้อมูลยังมีกระบวนการซ้ำกัน ซึ่งโครงสร้างมีชิ้นส่วนโครงสร้างซ้ำกันมากจึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการเชื่อมโยงข้อมูลชิ้นส่วนโครงสร้างกับข้อมูลในส่วนของแผนงานได้ อีกทั้งพบว่ามีปัญหาการรวบรวมข้อมูลในงานก่อสร้างเพื่อจัดทำแผนงานก่อสร้าง 4D เนื่องจากในการวางแผนงานที่มีการปรับเปลี่ยนตามงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริง ทำให้การจัดทำแผนงานก่อสร้าง 4D ต้องมีการปรับเปลี่ยนตามงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงด้วย แต่พบว่าในความเป็นจริงที่หน้างานยังขาดการประสานงานกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อสร้างแผนงานก่อสร้างที่สอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนงาน

ก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ไม่สามารถจัดทำแผนงานก่อสร้าง 4D ที่สอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงได้

#### 4. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ โปรแกรม 4 มิติในการวางแผนและการทำงานเวลาในการก่อสร้างโดยใช้กรณีศึกษาโครงการตัวอย่างประเภทงานอาคารเป็นข้อกำหนดเน้นข้อมูลเฉพาะส่วนงานโครงสร้าง ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการประสานงานและสื่อสารกันระหว่างแต่ละฝ่ายในงานก่อสร้าง การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากโปรแกรมวางแผนงานก่อสร้าง โปรแกรม Microsoft Excel และ Microsoft Project และโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติ Autodesk Revit โดยนำข้อมูลพื้นฐานทั้งสองส่วนไปใช้ในโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 4 มิติ รวมถึงขั้นตอนพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง 4 มิติ ในโปรแกรม Autodesk Navisworks

การสร้างแบบจำลอง 4 มิติสามารถช่วยแสดงกระบวนการดำเนินงานด้านการบริหารงานก่อสร้างที่มีความซับซ้อนและมีข้อมูลจำนวนมากได้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้ง เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับเหมาสามารถเห็นขั้นตอนต่างๆ ของการก่อสร้างเป็นภาพหรือข้อมูลที่สอดคล้องตามช่วงเวลาในแผนงานได้ จึงสามารถช่วยลดปัญหาในการประสานงานและลดความขัดแย้งในการก่อสร้างได้

#### รายการอ้างอิง

- บวร พูลสวัสดิ์. (2555). *การประยุกต์ใช้โปรแกรม 4 มิติเพื่อการวางแผนและการกำหนดเวลาในการก่อสร้าง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปัญญาพล จันทร์ดอน (2556). *การนำระบบ BIM มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ส่วนงานระบบอาคาร (M&E AS BUILT DRAWINGS) กรณีศึกษาโครงการโรงแรม เวฟพัตยา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.