# การประยุกต์ใช้ Augmented Reality (AR) สำหรับการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง
# Augmented Reality (AR) application for stiffener columns and lintel beams construction

**ตรีศรัณย์ ตันศิริ[1] อธิธัช ชูยงค์[2] อนาวิล งามสง่า[3] และธนิต ธงทอง[4]**

[1,2,3,4] *ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ*

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ Augmented Reality (AR) ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน นำมาใช้เพื่อช่วยในการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง โดยมีจุดประสงค์เพื่อระบุตำแหน่ง ระยะห่างของเสาเอ็นและคานทับหลัง ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น วิศวกรผู้คุมงาน ช่างก่อสร้าง ลูกค้า สถาปนิก และช่วยเพิ่มความสะดวกในการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของงานก่อสร้างผนัง เสาเอ็นและคานทับหลัง ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าวิธีการสร้างและการใช้งานของ Augmented Reality (AR) โดยนำเสนอผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแสดงแบบจำลอง 3 มิติ ระบุปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนัง เสาเอ็นและคานทับหลัง มาตรฐานการก่อสร้างผนัง รวมถึงการระบุตำแหน่งและระยะห่าง ภายในรายงานฉบับนี้ จะแสดงขั้นตอนวิธีการสร้างแอปพลิเคชันและ Augmented Reality (AR) ในหลายวิธี และแสดงผลการทดสอบ การเปรียบเทียบการใช้งาน การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องถึงการใช้งานแอปพลิเคชัน

คำสำคัญ: ความเป็นจริงเสริม, การก่อสร้างผนัง, เสาเอ็น, คานทับหลัง

## Abstract

This project applies Augmented Reality (AR), a steadily developing technology that combines the real and virtual worlds, to facilitate in the construction of stiffener columns and lintel beams. Its purpose is to identify the position and spacing of the stiffener columns and lintel beams through 3D models and improve the understanding of communication between project participants such as supervisors, engineers, customers, architects, and construction workers, as well as to improve convenience in regulating and inspecting the quality of wall, stiffener column and lintel beam construction. Researchers have explored how to develop and apply Augmented Reality (AR) by providing it through the application which can display a 3D model indicating the amount of material used in the construction of the walls, stiffener columns and lintel beams, together with the wall construction standards, positioning and spacing. Therefore, this report will demonstrate how to develop applications and Aug mented Reality (AR) in various methods, along with test results, usage comparisons, and interviews with individuals engaged in using the application.

Keywords: Augmented Reality (AR), Wall construction, Stiffener columns, Lintel beam

## 1. บทนำ

### *1.1 ที่มาและความสำคัญ*

ในปัจจุบัน การออกแบบก่อสร้างอาศัยการใช้เทคโนโลยีมาช่วยมากยิ่งขึ้น มีการใช้ซอฟต์แวร์ และระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยในการค้นคว้าหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้การออกแบบมีประสิทธิภาพและตอบโจทย์กับสมมติฐาน คุ้มค่ากับราคางาน และมีความปลอดภัยมากขึ้น [1]

การก่อสร้างกำแพงก่ออิฐ ควรก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง โดยเสาเอ็นมีหน้าที่ช่วยไม่ให้กำแพงพับลงมา ซึ่งในแบบก่อสร้างจะไม่มีการระบุตำแหน่งของเสาเอ็นและคานทับหลังบนกำแพง และการก่อสร้างจริงจะใช้

ความรู้และประสบการณ์ของช่างเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าเพื่อที่จะนำเทคโนโลยีมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างภาพเสมือนจริง ที่ทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ในชีวิตจริงแม้ในชีวิตจริงยังไม่มีสิ่งนั้นก็ตาม ซึ่งลักษณะเฉพาะของ AR คือ เป็นเทคโนโลยีที่รวมกันระหว่างความเป็นจริง และโลกเสมือนจริง สามารถส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับผู้ใช้ ได้แบบ real time และสร้างภาพเสมือนในระบบ 3 มิติ [2]

ดังนั้น การแก้ปัญหาการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลังในการก่อสร้างกำแพง ผู้วิจัยจะนำเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามมาตรฐาน และมีความปลอดภัยมากที่สุด อีกทั้งยังสามารถทำให้ช่างก่อสร้างในหน้างานสามารถเห็นภาพของเสาเอ็นและคานทับหลังได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

*1.2 วัตถุประสงค์*

1. เพื่อนำเทคโนโลยีในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม
2. เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุระยะห่างและตำแหน่งของการสร้างเสาเอ็นคานทับหลังผ่านแบบจำลอง 3 มิติ โดยเทคโนโลยี AR และสามารถระบุปริมาณของงานผนัง
3. เพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจในการสื่อสารระหว่างช่างก่อสร้างและวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อให้ตรงกับมาตรฐานของงาน
4. เพื่อเพิ่มความสะดวกในการควบคุม การตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง

*1.3 ขอบเขตการวิจัย*

1. ใช้โปรแกรม Revit ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ
2. ใช้โปรแกรม Unity ในการออกแบบ AR
3. ระบบ AR สามารถใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ Android
4. ในการออกแบบผนังจะเป็นผนังก่ออิฐและผนังก่อคอนกรีตมวลเบา โดยพิจารณาตามข้อกำหนดการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง
5. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือวิศวกรผู้คุมงานและช่างในพื้นที่ก่อสร้าง ว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่
6. งานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 2101499 Civil Engineering Project
7. ระยะเวลางานวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

*1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน*

1. กำหนดปัญหา ขอบเขต และวิธีการแก้ไขปัญหา
2. ศึกษาเทคโนโลยีที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหา เพื่อช่วยในการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง
3. ศึกษาโปรแกรม Revit เพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติจากแบบก่อสร้าง
4. ศึกษาโปรแกรม Unity เพื่อออกแบบ AR รวมถึงการออกแบบ User Interface
5. ออกแบบ AR ให้ตรงกับแบบก่อสร้างเพื่อใช้งานจริง
6. ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับการใช้งาน
7. ทดสอบการใช้งานในพื้นที่ก่อสร้าง
8. ประเมินการใช้งานจริงโดยช่างก่อสร้าง
9. พัฒนาการใช้งานเพื่อให้ครบถ้วนและถูกต้องมากที่สุด
10. สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย
11. นำเสนองานวิจัย

*1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ*

โครงงานนี้จะช่วยให้การก่อสร้างผนังก่ออิฐที่มีเสาเอ็นและคานทับหลังโดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ที่ช่วยระบุตำแหน่งของเสาเอ็นและคานทับหลัง รวมถึงปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยให้การก่อสร้างสะดวกและเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบและช่างก่อสร้างเข้าใจมากยิ่งขึ้น

โดยโครงงานนี้ผู้วิจัยจัดทำขึ้น สำหรับเป็นต้นแบบในการนำเทคโนโลยี AR มาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อนำแนวคิดและวิธีการในการต่อยอดงานที่ซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต

## 2 ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

*2.1 เสาเอ็นและคานทับหลัง*

เสาเอ็น และคานทับหลัง เป็นชิ้นส่วนของผนังที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งน้ำหนักจากตัวผนัง และน้ำหนักจากการใช้งาน และช่วยยึดผนังก่อกับ พื้น คาน เสา เพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยเสาเอ็น คือโครงสร้างของผนังที่ยึดในแนวดิ่ง และคานทับหลัง คือโครงสร้างของผนังที่ยึดในแนวราบ *[3]*

จากคู่มือวิธีการก่ออิฐมวลเบาคิวคอนและคานทับหลัง โดย บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด (มหาชน) มีข้อกำหนดของเสาเอ็นและคานทับหลัง ดังนี้

1. สำหรับ อิฐมวลเบา Q-CON หนา 7.5 เซนติเมตร สำหรับงานก่อผนัง ต้องทำการติดตั้งเสาเอ็นคานทับหลังรอบบริเวณช่องเปิด โดยใช้เสาเอ็นยาวจากพื้นถึงคานหรือท้องพื้นด้านบน และใช้คานทับหลังติดตั้งเสริม
2. ริมผนังทั้งสี่ด้านจะต้องยึดติดกับโครงสร้างเสาหรือคานตลอดแนว
3. กรณีก่อผนังไม่ชนท้องคาน (ก่อลอย) ต้องมีคานทับหลังตลอดแนว
4. ควรยึดผนังเข้ากับเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยการตอกเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 20 เซนติเมตร สลับซ้ายขวาทุก ๆ 2 ชั้นบล็อกตลอด ความยาวก่อนเข้าแบบเทคอนกรีต
5. ถ้าความยาวของผนังเกินกว่าความยาวของผนังสูงสุดที่แต่ละความสูง จะต้องมีเสาเอ็นและคานทับหลัง (รูปที่ 1 และ 2)

*2.2 ความเป็นจริงเสริม*

คำว่า Augmented Reality (AR) สำนักงานราชบัณฑิตยสภา หมวดศัพท์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ พิมพ์ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2549 ให้ความหมายว่า ความเป็นจริงเสริม ซึ่งหมายถึง สภาวะจริงที่แต่งเติมขึ้นด้วยเทคโนโลยี เช่น ผู้ใช้กำลังดูรถยนต์อยู่และต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ ก็อาจจะใช้แว่นตาชนิดพิเศษซึ่งสามารถแสดงข้อมูลรถยนต์ซ้อนลงบนภาพรถยนต์ที่กำลังมองอยู่ได้ *[4]*

จากงานวิจัยเรื่อง Survey of Augmented Reality ของ Ronald T. Azuma กล่าวว่า Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างภาพเสมือนจริง ที่ทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ในชีวิตจริงแม้ในชีวิตจริงยังไม่มีสิ่งนั้นก็ตาม ซึ่งลักษณะเฉพาะของ AR คือ เป็นเทคโนโลยีที่

รวมกันระหว่างความเป็นจริง และโลกเสมือนจริง สามารถส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับผู้ใช้ ได้แบบ real time และสร้างภาพเสมือนในระบบ 3 มิติ *[2]*

สำหรับผนังภายใน

| ความสูง (เมตร) | ความยาวสูงสุดของผนังโดยไม่ต้องมีเสาเอ็น/ทับหลัง คสล. (เมตร) ความหนา Q-CON Block (เซนติเมตร) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7.5 | 10 | 12.5 | 15 | 17.5 | 20 |
| 2.5 | 4.2 | 6.3 | 8.0 | 10.0 | 10.8 | 10.8 |
| 2.75 | 3.7 | 6.0 | 7.2 | 9.6 | 10.8 | 10.8 |
| 3 | 3.4 | 5.7 | 6.6 | 8.2 | 10.0 | 10..8 |
| 3.25 | 3.0 | 4.9 | 6.2 | 7.6 | 9.0 | 10.8 |
| 3.5 | 2.0 | 4.5 | 5.4 | 7.1 | 8.0 | 10.8 |
| 3.75 | - | 3.8 | 4.8 | 6.4 | 7.0 | 10.8 |
| 4 | - | 3.0 | 3.8 | 5.5 | 6.0 | 10 |
| 4.5 | - | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 5.5 | 9.0 |
| 5 | - | - | 1.8 | 3.2 | 5.0 | 7.5 |
| 5.5 | - | - | - | 2.5 | 4.0 | 6.0 |
| 6 | - | - | - | 1.5 | 3.0 | 5.0 |

**รูปที่ 1** ความยาวสูงสุดของผนังก่ออิฐมวลเบา Q-CON ที่ไม่ต้องมีเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับผนังภายใน

สำหรับผนังภายนอก

| ความสูง (เมตร) | ความยาวสูงสุดของผนังโดยไม่ต้องมีเสาเอ็น/ทับหลัง คสล. (เมตร) ความหนา Q-CON Block (เซนติเมตร) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7.5 | 10 | 12.5 | 15 | 17.5 | 20 |
| 2.5 | 2.9 | 4.7 | 6.4 | 8.0 | 9.2 | 9.2 |
| 2.75 | 2.6 | 4.5 | 5.8 | 7.7 | 9.2 | 9.2 |
| 3 | 2.4 | 4.3 | 5.3 | 6.6 | 8.5 | 9.2 |
| 3.25 | 2.1 | 3.7 | 5.0 | 6.1 | 7.7 | 9.2 |
| 3.5 | 1.4 | 3.4 | 4.3 | 5.7 | 6.8 | 9.2 |
| 3.75 | - | 2.9 | 3.8 | 5.1 | 6.0 | 9.2 |
| 4 | - | 2.3 | 3.0 | 4.4 | 5.1 | 8.5 |
| 4.5 | - | 1.1 | 2.0 | 3.2 | 4.7 | 7.7 |
| 5 | - | - | 1.4 | 2.6 | 4.3 | 6.4 |
| 5.5 | - | - | - | 2.0 | 3.4 | 5.1 |
| 6 | - | - | - | 1.2 | 2.6 | 4.3 |

**รูปที่ 2** ความยาวสูงสุดของผนังก่ออิฐมวลเบา Q-CON ที่ไม่ต้องมีเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับผนังภายนอก

เทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ มีหลักการทำงานโดยสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง [5] ประกอบด้วย

1. Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2. กล้องวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3. ส่วนการแสดงผลภาพ เช่นจอภาพจากอุปกรณ์แสดงผล
4. ซอฟต์แวร์ส่วนประมวลผลเพื่อวัตถุแบบสามมิติ Object 3D

## 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

*3.1 การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ*

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสิ่งก่อสร้าง 3 มิติ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ Revit (รุ่นปี 2021) เป็น Building Information Modeling (BIM) Software ที่ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองสิ่งก่อสร้าง 3 มิติ โดยเฉพาะ สามารถแสดงข้อมูลได้ทั้งข้อมูลประเภท Graphic ที่แสดงภาพ 3 มิติ และ Non-Graphic ที่แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง เช่น ปริมาณวัสดุ โดยซอฟต์แวร์ สามารถทำให้ผู้ใช้นำ Object 3 มิติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสิ่งก่อสร้างมาเชื่อมโยงกันจนกลายเป็นแบบจำลอง 3 มิติ ไม่ว่าจะเป็น object ของงานโครงสร้าง, งานสถาปัตยกรรม หรืองานระบบ ซึ่งแต่ละ Object จะมีข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ เช่น ขนาด, ปริมาณ, รูปร่าง และตำแหน่ง

ข้อมูลที่ต้องการในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ได้แก่

1. แบบงานสถาปัตยกรรมของโครงการ เพื่อบ่งบอกข้อมูลของผนัง ได้แก่ ความหนาและความสูงของผนัง ตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดบนผนัง

2. รายการประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อบอกประเภทหรือยี่ห้อของอิฐ ที่จะใช้ในการก่อผนังและสามารถประยุกต์ใช้มาตรฐานหรือข้อกำหนดในการก่อสร้างที่เหมาะสม

โครงการที่ผู้วิจัยได้สร้างแอปพลิเคชันสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นโครงการบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกทำแอปพลิเคชันสำหรับ 2 ห้องได้แก่ ห้องแมว และห้องทำงาน ชั้น 1

จากรายการประกอบแบบก่อสร้าง ได้ระบุประเภทและยี่ห้อของวัสดุก่อสร้างกำแพง ได้แก่ อิฐมวลเบา ยี่ห้อ Q-CON ดังนั้น ข้อกำหนดและวิธีการสร้างผนังจะยึดถือตาม คู่มือวิธีการก่ออิฐมวลเบาคิวคอนและคานทับหลัง จาก บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด (มหาชน) โดยแบบจำลองของผนัง 3 มิติ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ เสาโครงสร้าง, ผนังก่ออิฐ และเสาเอ็นคานทับหลัง

*3.2 การคิดปริมาณวัสดุสำหรับการก่อสร้างผนัง*

การคิดปริมาณวัสดุสำหรับงานผนังแต่ละห้องจะเป็นการนำข้อมูลที่มีอยู่แล้วจากแบบจำลอง 3 มิติของที่สร้างขึ้นด้วย Software Revit และนำข้อมูลมาทำการคำนวณเพื่อการปริมาณวัสดุการก่อสร้างผนัง เช่น อิฐมวลเบา ปูนฉาบ เหล็กเส้น

*3.3 เครื่องมือสำหรับการสร้างและรูปแบบของ Augmented Reality (AR)*

Augmented Reality (AR) หรือความเป็นจริงเสริม เพื่อเป็นฟีเจอร์สำหรับแอปพลิเคชันของผู้วิจัยที่สามารถแสดงแบบจำลอง 3 มิติของผนังบนโลกความจริงเพื่อช่วยในการก่อสร้างผนังและเสาเอ็นทับหลัง ซึ่งแพลตฟอร์มในการจัดทำ AR ที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือ Unity 3D

Unity 3D คือ Cross-platform game engine หรือซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถผลิตและพัฒนาเกมประเภท 2 มิติหรือ 3 มิติสำหรับแพลตฟอร์มหลายประเภท อาทิเช่น PC, Mac OS, PS3 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ซอฟต์แวร์ Unity 3D ในการพัฒนาตัว AR เนื่องจาก Unity 3D เป็นแพลตฟอร์มในการจัดทำ AR ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยสามารถทำงานร่วมกับ Software Development Key (SDK) ได้หลากหลาย เช่น Vuforia, Arkit และ ARcore อีกทั้ง Unity 3D สามารถสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ตโฟน ได้ในตัวซอฟต์แวร์เอง ซึ่งแอปพลิเคชันที่สร้างโดย Unity 3D สามารถกำหนดให้รองรับได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android โดยรุ่นของซอฟต์แวร์ Unity 3D ที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือ 2020.3.26f1

ในการพัฒนาตัว AR บนซอฟต์แวร์ Unity 3D จะใช้ร่วมกับ Vuforia Software Development Key ซึ่งจะสามารถเพิ่มฟังก์ชันในการพัฒนาแอปพลิเคชันในด้านของการแยกแยะและตรวจจับเป้าหมาย (Tracker) เพื่อระบุตำแหน่งในการแสดงวัตถุเสมือนเพื่อปรากฏในโลกความเป็นจริง โดยรุ่นของ Vuforia SDK ที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือ Vuforia Package 10-4-4

ในปัจจุบันการจัดทำ Augmented Reality (AR) หรือความเป็นจริงเสริมสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้งาน โดยรูปแบบหลักที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

1. Marker AR จะมีการระบุตำแหน่งในการแสดงแบบจำลอง 3 มิติ ด้วย target บนโลกความเป็นจริง โดยใช้วิธี Area Target และ Image Target

2. Markerless AR จะไม่มีการระบุตำแหน่งในการแสดงแบบจำลอง 3 มิติ โดยตำแหน่งของแบบจำลอง 3 มิติ ที่ใช้ AR ประเภทนี้จะถูกกำหนดเงื่อนไขโดยผู้สร้างแอปพลิเคชัน เช่น ให้ผู้ใช้เลือกวางตำแหน่งเอง โดยใช้วิธี World Scale

*3.4 ขั้นตอนการจัดทำแอปพลิเคชัน*

งานวิจัยนี้ได้เลือกพัฒนาแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ตโฟน เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในปัจจุบัน และไม่มีความซับซ้อนในการใช้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาซอฟต์แวร์ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ตโฟนได้ และจากการศึกษาพบว่าซอฟต์แวร์ Unity 3D เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ที่สุด ซอฟต์แวร์ดังกล่าวใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันผ่านการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษา C# ด้วยโปรแกรมเสริมที่มีชื่อว่า Visual Studio ซึ่งมีความซับซ้อนไม่มากและง่ายต่อการใช้งาน และมีส่วนประกอบเสริมสำหรับการทำ Augmented Reality (AR) คือ Vuforia Engine และ AR Foundation ประกอบกับสามารถนำเข้าแบบจำลองสามมิติที่ได้สร้างขึ้นจาก Autodesk Revit โดย Unity 3D มีหน้าที่นำแบบจำลองสามมิติและพื้นที่เป้าหมายหรือสัญลักษณ์เป้าหมายที่กำหนดไว้มาสร้างระบบจดจำข้อมูลร่วมกัน เมื่อระบบตรวจพบพื้นที่เป้าหมายหรือสัญลักษณ์เป้าหมายดังกล่าว ระบบจะแสดงแบบจำลองสามมิติซ้อนทับกับเป้าหมาย

หลังจากที่สร้างฐานข้อมูลเสร็จสิ้น จะสร้างแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ตโฟน โดย Unity 3D ได้มีเครื่องมือเสริมในการสร้างแอปพลิเคชันในซอฟต์แวร์อยู่แล้วภายในซอฟต์แวร์ จึงทำให้สะดวกต่อผู้ใช้งาน

**รูปที่ 3** ภาพแสดงซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องในการสร้างแอปพลิเคชัน

*3.5 การทดสอบการใช้งานและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง*

เมื่อสร้าง Augmented Reality (AR) Tracking และแอปพลิเคชันเสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำการทดสอบการใช้แอปพลิเคชันที่โครงการบ้านคุณหนึ่ง ด้วยตนเองก่อนเพื่อหาจุดบกพร่องในการใช้งาน ทำการแก้ไขจุดบกพร่องของ Augmented Reality (AR) และแอปพลิเคชันจนกลายเป็นแอปพลิชันที่วางแผนไว้ตามเป้าหมาย หลังจากนั้น นำแอปพลิเคชันนำมาทดสอบในโครงการบ้านคุณกัน โดยบุคคลที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรผู้คุมงาน ช่างก่อสร้าง สถาปนิก รวมถึงมีการสัมภาษณ์จากผู้ใช้จริง

## 4 ผลการดำเนินงาน

*4.1 การสร้าง Augmented Reality (AR) กับงานก่อสร้างกำแพง*

การสร้างแอปพลิเคชัน จะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ Marker AR ด้วยวิธี Area target และ Image target ซึ่งผู้วิจัยจะนำ 2 วิธีมาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีที่เหมาะสม และรูปแบบ Markerless AR ด้วยวิธี World Scale ในการบอก Dimension ของผนัง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบที่พื้นที่ก่อสร้างจริง โครงการบ้านคุณหนึ่ง เพื่อให้ทราบจุดบกพร่อง โดยสรุปเป็นประเด็นดังนี้

4.1.1 การสร้างและการใช้งาน ด้วยวิธี Area Target

วิธีการสร้าง AR ด้วยการใช้ Area target เพื่อระบุตำแหน่งแบบจำลอง 3 มิติ การสร้าง AR ด้วยวิธีนี้ ผู้วิจัยได้พบเจอปัญหาในช่วงของการสร้าง Area target โดยมีประเด็นปัญหาคือ การสแกนเก็บ Area target สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ด้วยแอปพลิเคชัน Vuforia Area Target Creator สามารถสแกนเก็บพื้นที่ได้ในระยะเวลาจำกัดที่ 5 นาที จะได้คุณภาพของ Area target ที่ไม่ชัดเจนเพียงพอสำหรับการตรวจจับเพื่อระบุตำแหน่งแบบจำลอง 3 มิติ

เมื่อนำไปทดสอบพบว่าแบบจำลอง 3 มิติไม่ปรากฏขึ้นบนแอปพลิเคชัน สำหรับปัญหาดังกล่าวอาจสามารถแก้ได้โดยใช้เครื่องมือในการสแกนที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้นเช่น กล้อง Matterport, NavVis หรือ Leica Geosystems แต่วิธีที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้แก้ปัญหาคือ Combine Area target จะเป็นวิธีที่จะสามารถนำ Area target หลายจำนวนมาเชื่อมต่อกัน ทำให้เมื่อจะสร้าง Area target สำหรับห้องขนาดใหญ่สามารถแบ่งพื้นที่การสแกนและนำมารวมกันในภายหลังได้

เมื่อใช้วิธี Combine area target พบว่าให้ผลที่น่าพึงพอใจคือแบบจำลอง 3 มิติมีตำแหน่งที่แม่นยำสามารถซ้อนทับกับวัตถุในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างพอดี แต่เมื่อเลื่อนกล้องไปบริเวณรอยต่อของ Combine Area target ตัวแบบจำลอง 3 มิติจะคลาดเคลื่อนตำแหน่งไปประมาณ 1-2 วินาทีก่อนจะสามารถจับตำแหน่งใหม่ให้ตรงได้

ทำให้พบว่าแต่ละ Area target จากการสแกนด้วย Vuforia Area Target Creator ควรมีพื้นที่ประมาณ 10 ตารางเมตร จึงจะมีความละเอียดของ target เพียงพอที่จะทำให้ตำแหน่งของแบบจำลอง 3 มิติมีความแม่นยำ สำหรับห้องที่มีขนาดเล็กพบว่าไม่ได้มีปัญหาในเรื่องของการสร้าง Area target สามารถสแกนพื้นที่ได้ตามปกติและให้ตำแหน่งปรากฏของแบบจำลอง 3 มิติได้แม่นยำ

4.1.2 การสร้างและการใช้งาน AR ด้วยวิธี Image Target

เมื่อนำภาพเป้าหมายไปวางไว้ ณ ตำแหน่งที่กำหนด และส่องกล้องไปยังภาพเป้าหมายในลักษณะตั้งฉากกับภาพ จะปรากฏแบบจำลอง 3 มิติขึ้นมาซ้อนกับพื้นที่จริงเมื่อเลื่อนกล้องไปรอบ ๆ แบบจำลองพบว่าในบางจุดมีการคลาดเคลื่อนระหว่างแบบจำลองกับพื้นที่จริงเล็กน้อยโดยความแม่นยำขึ้นอยู่กับการวางภาพเป้าหมายว่าตรงกับจุดที่กำหนดไว้เพียงใด แต่ในภาพรวมแล้ว AR Image Target สามารถทำให้เกิดความเข้าใจในการก่อสร้างได้ โดยมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี คือสามารถเห็นภาพการก่อสร้างจริงโดยที่ยังไม่ต้องสร้างเสาหรือโครงสร้างต่าง ๆ เพียงแค่กำหนดจุดที่จะวางภาพเป้าหมายและนำไปวางให้ตรงจุดก็จะเห็นแบบจำลองสามมิติปรากฏขึ้นมา

ข้อบกพร่อง คือแบบจำลองสามมิติที่ปรากฏจะสอดคล้องกับพื้นที่จริงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวางภาพเป้าหมายของผู้ใช้งานและในการส่องกล้องไปที่ภาพเป้าหมายจะต้องส่องในลักษณะตั้งฉากพอดีกับภาพและเมื่อแบบจำลองปรากฏขึ้นจะต้องปิดภาพเป้าหมายในขณะที่กล้องยังตั้งฉากอยู่ไม่เช่นนั้นแบบจำลองอาจจะเอียงจากความจริงที่ควรเป็น

จากผลการดำเนินการและการทดสอบ Marker AR ทั้ง 2 รูปแบบคือ Area target และ Image target พบว่าแต่ละแบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันเปรียบเทียบดังหัวข้อต่อไปนี้

| **ข้อเปรียบเทียบ** | Area target | Image target |
|---|---|---|
| การสร้าง AR | ต้องรอพื้นที่ก่อสร้างดำเนินการงานโครงสร้างแล้วเสร็จจึงสามารถทำการสแกนพื้นที่เพื่อใช้เป็น target | การสร้าง AR ไม่ขึ้นอยู่กับการดำเนินการของพื้นที่ก่อสร้าง |
| การใช้งาน | มีความสะดวกในการใช้งานเพียงแค่เปิดแอปพลิเคชันและส่องกล้องไปที่บริเวณใช้งาน | ต้องทำการวางตำแหน่งรูปภาพตามที่กำหนดเพื่อระบุตำแหน่งแบบจำลอง 3 มิติ |
| ความแม่นยำ | ความแม่นยำขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม | ความแม่นยำขึ้นอยู่กับการวางตำแหน่งรูปภาพ target |
| ความเสถียร | ความเสถียรต่ำเพราะสภาพแวดล้อมของพื้นที่ก่อสร้างมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา | ความเสถียรสูงเพราะความแม่นยำไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม |

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบ วิธี Area Target และวิธี Image Target

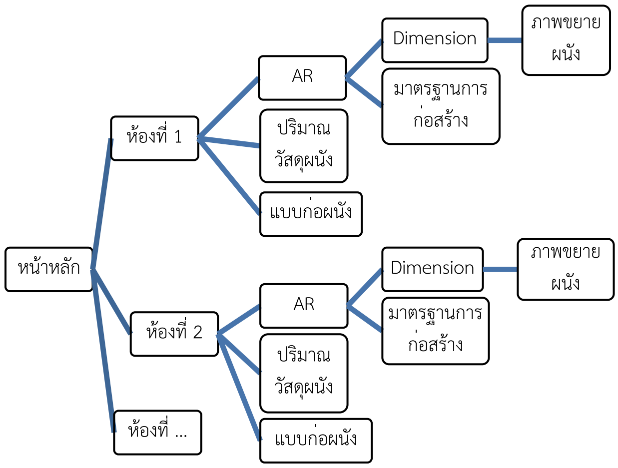
4.1.3 การสร้างและการใช้งาน AR ด้วยวิธี World Scale

ในเมนู Dimension จะปรากฏแบบจำลอง 3 มิติขนาดเล็กบริเวณพื้นหน้ากล้องสมาร์ตโฟนโดยแบบจำลองนี้สามารถใช้นิ้วหมุนเพื่อดูแบบ 360 องศา เดินไปรอบ ๆ เพื่อดูทุกด้านได้อย่างอิสระ ซึ่งมาจากวิธี World Scale โดยแบบจำลองจะเสมือนว่าถูกยึดไว้กับที่ในตำแหน่งเดิม และเมื่อกดที่แบบจำลอง 1 ครั้งจะปรากฏชื่อของแต่ละผนังขึ้นบนแบบจำลองเพื่อที่จะกดที่ปุ่มชื่อผนังด้านล่างแล้วเชื่อมโยงไปยังแบบขยายผนัง โดยการที่สามารถหมุนดูแบบจำลองในมุมต่าง ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจในการก่อสร้างมากยิ่งขึ้น

โดยการสร้างด้วยวิธีนี้เกิดปัญหา คือ ในเมนู AR DIMENSION แบบจำลองสามมิติที่ปรากฏขึ้นอยู่ตำแหน่งที่สูงเกินไป ทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นแบบจำลองในมุมต่าง ๆ ได้ยาก ดังนั้นจึง ปรับตำแหน่งเริ่มต้นของแบบจำลองสามมิติให้อยู่ใกล้กับระดับพื้นเพื่อให้ง่ายในการมองและใช้แบบจำลอง

*4.2 การสร้างแอปพลิเคชัน*

ผู้วิจัยได้มีการวางแผนการสร้างแอปพลิเคชัน ทำการทดสอบ แก้ไขและพัฒนาตลอดระยะเวลาโครงการ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของโครงการและความต้องการของผู้ใช้ สามารถเขียนเป็นแผนภาพการใช้งานได้ ดังรูปที่ 3




**รูปที่ 3** ภาพรวมแอปพลิเคชัน

*4.3 การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง*

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง 3 ตำแหน่ง ได้แก่ วิศวกรผู้คุมงาน สถาปนิก และช่างก่อนสร้าง โดยสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการใช้งาน Augmented Reality (AR)

การใช้งาน AR มีประสิทธิภาพที่พอใช้ ในส่วนของแบบจำลอง 3 มิติ ที่แสดง ควรนำเงาแสงในผนังออก เพื่อป้องกันความสับสนในการใช้งาน และอาจมีการเพิ่มรายละเอียดของผนังเพิ่มเติม เพื่อทำให้ทราบตำแหน่งการวางรายละเอียดต่าง ๆ มากขึ้น เช่น รายละเอียดของสวิตช์ไฟ

ในแบบจำลอง 3 มิติ ต้องการให้มีการระบุ Dimension เป็นตัวเลขลงในแบบจำลอง 3 มิติ ไม่ควรมีการคลิกแยกเพื่อต้องการดู Dimension เพราะอาจจะทำให้เกิดการสับสนได้

Image Target มีความยุ่งยากในการใช้งาน เนื่องจากต้องมีการเปิดวิธีใช้ก่อน เพื่อระบุตำแหน่งของ QR Code ที่จะต้องวาง

ภาพแสดงตำแหน่งการวาง QR Code ในหน้าของวิธีใช้มีขนาดเล็กเกินไป ควรจะทำให้สามารถย่อและขยายได้ และการวางตัวอย่างแบบจำลอง 3 มิติ มีความสับสน ทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพเป็นได้ทั้งมุมมองด้านบน หรือด้านข้าง เนื่องจากไม่มีการระบุด้านอย่างชัดเจน

2. ประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวมของแอปพลิเคชัน

หน้าแอปพลิเคชันมีความชัดเจนใช้งานง่าย มีข้อกังวลเกี่ยวกับการบอกปริมาณงาน เนื่องจาก ปริมาณงานในบางกรณีอาจจะใช้งานไม่ได้จริง เช่น ปริมาณปูนฉาบ ที่คำนวณนั้นมาจากการออกแบบ ซึ่งในการก่อสร้างจริงการฉาบผนังอาจจะมีความหนามากกว่าที่ออกแบบ ทำให้ปริมาณปูนฉาบที่

คำนวณได้ ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นควรจะอ้างอิงพื้นที่ในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น

3. การตอบสนองความต้องการ

แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้ตรวจสอบได้เพียงการตรวจสอบแบบหยาบ และแอปพลิเคชันนี้ใช้งานได้ดีสำหรับลูกค้า ทำให้ลูกค้าเห็นภาพรวมและจุดบกพร่องของงานมากขึ้น เช่น ตำแหน่งของประตูทำให้เห็นสระว่ายน้ำได้ไม่ชัดเจน ทำให้สระว่ายน้ำมองดูมีขนาดเล็ก อาจทำให้ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้าได้

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ต้องการให้พัฒนาแอปพลิเคชันไปในงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น งานฝ้า จะสามารถทำให้มองเห็นภาพได้มากขึ้น เนื่องจากงานระบบฝ้ามีผู้เกี่ยวข้องหลายส่วน ทั้งงานโครงสร้างและงานระบบ ถ้าเกิดปัญหาสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว

ในการทำงานจริง การออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การทำแอปพลิเคชัน อาจจะต้องมีการแก้ไขหลายรอบ ทำให้ตกหล่นในการแก้ไขได้ ควรให้การออกแบบครบถ้วนสมบูรณ์ก่อน ก่อนจะสร้างแบบจำลอง 3 มิติ

## 5 บทสรุป

จากผลการทดสอบและการสัมภาษณ์ พบว่า งานวิจัยนี้สามารถดำเนินการวิจัยได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ สามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ สามารถเพิ่มความแม่นยำ ระบุตำแหน่ง ระยะห่าง ของเสาเอ็นและคานทับหลังด้วยเทคโนโลยี AR ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ สามารถเพิ่มความเข้าใจและการสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง และสามารถตรวจสอบควบคุมคุณภาพและความถูกต้องของงานก่อสร้างได้

*5.1 อุปสรรคและข้อจำกัดในการทำงาน*

1. การประยุกต์ใช้ AR ในปัจจุบันมีข้อมูลให้ผู้วิจัยศึกษาน้อยไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของ AR หรือขั้นตอนการจัดทำ AR สำหรับแต่ละรูปแบบ

2. สำหรับการใช้ AR ในสมาร์ตโฟนยังมีข้อจำกัด คือ สมาร์ตโฟนต้องมีเวอร์ชันของระบบปฏิบัติการใหม่พอที่จะสามารถรองรับการใช้งาน AR

3. เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID - 19 ในปัจจุบัน ทำให้ผู้ทำวิจัยมีอุปสรรคในการทดลองกับผู้ใช้งานจริงจึงเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้น้อย

4. คุณภาพของ AR จะขึ้นอยู่กับเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้งานด้วย หากต้องการคุณภาพสูงค่าใช้จ่ายก็จะต้องสูงตามไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น เครื่องมือในการสแกนพื้นที่สำหรับการจัดทำ AR แบบ Area target ที่ให้คุณภาพการสแกนสูงเช่นกล้อง Matterport, NavVis, Leica Geosystems ซึ่งมีราคาสูงผู้วิจัยจึงเลือกใช้แอปพลิเคชัน Vuforia Area Target Creator App ที่มีคุณภาพการสแกนพื้นที่ต่ำกว่าและมีการจำกัดเวลาในการสแกน

*5.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม*

1. การประยุกต์ใช้ AR กับพื้นที่ก่อสร้างที่ยังดำเนินการ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอยู่บ่อยครั้งจึงไม่ควรใช้ AR แบบ Area target ซึ่งความแม่นยำขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ใช้งาน ทำให้มีความเสถียรต่ำ

2. ผู้วิจัย AR ควรมีความรู้ในการเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ ยิ่งมีความรู้มากจะยิ่งจัดทำ AR ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้

3. ในอนาคตสามารถนำแอปพลิเคชันไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ที่มักจะมีความผิดพลาดในการสื่อสารระหว่างการก่อสร้าง เช่น งานระบบไฟฟ้า งานระบบประปา งานฝ้า เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้ Augmented Reality (AR) สำหรับการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง สามารถดำเนินงานได้อย่างประสบความสำเร็จและลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดการจัดทำการวิจัยเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้ครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุด ตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท อัลวิส ดีไซน์ แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน และ Augmented Reality ในการก่อสร้างกำแพงและเสาเอ็นคานทับหลังในหน้างานจริง ได้แก่ โครงการบ้านคุณหนึ่ง ซอยรามคำแหง 16 แยก 2 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร และโครงการบ้านคุณกัน ซอยอุเทน 22 ถนนนวมินทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร

ขอขอบคุณ รุ่นพี่ที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และการเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย รวมถึงช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้ สามารถเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยนำความรู้การประยุกต์ใช้ Augmented Reality (AR) สำหรับการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง ไปศึกษา พัฒนา และต่อยอดให้ดียิ่งขึ้นไปในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

[1] R. McTavish and R. Stallard, "Construction Engineering Today," Journal of Construction Engineering and Management, pp. 724-729, 2011.

[2] T. R. Azuma, "Survey of Augmented Reality," 1997.

[3] นิพนธ์ ลักขณาอดิศร, “เสาเอ็น-คานทับหลัง,” บริษัท เอเชี่ยน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำากัด (มหาชน), 2012.

[4] สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, “ศัพท์บัญญัติสำนักงานราชบัณฑิตยสภา,” 2006. [ออนไลน์]. Available: https://coined-word.orst.go.th.

[5] จิราภรณ์ ปกรณ์, “คลังความรู้ Sci-Math,” 2018. [ออนไลน์]. Available: https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality.