

# การพัฒนาระบบนำทางภายในอาคารด้วยความเป็นจริงเสริม

บุณพริกา โพธิ์มงคลเดช, เอี่ยมพร รักกำเหนิด และ สมเกียรติ วงศ์ศิริพิทักษ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: 57070061@kmitl.ac.th, 57070150@kmitl.ac.th, somkiat@it.kmitl.ac.th

## บทคัดย่อ

ระบบนำทางภายในอาคารด้วยความเป็นจริงเสริม ทำงานบนสมาร์ทโฟน โดยใช้กล้องบนสมาร์ทโฟนในการรับภาพมาร์กเกอร์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (Natural Marker) ในสภาวะแวดล้อมนั้น ๆ เพื่อค้นคืนตำแหน่งและทิศทางการหันของสมาร์ทโฟน และแสดงข้อมูลดังกล่าวบนแผนที่ของอาคาร ทำให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งปัจจุบันในอาคารและทิศทางการหัน เมื่อผู้ใช้ระบุจุดหมายปลายทางภายในอาคาร ระบบจะคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังปลายทางนั้น พร้อมทั้งแสดงความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) เพิ่มเข้าไปในภาพ เพื่อช่วยนำทางผู้ใช้งานไปยังจุดหมายความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วยลูกศรชี้ทาง และข้อความแนะนำ นอกจากนี้ระบบสามารถแสดงตำแหน่ง ทิศทางการหัน และเส้นทางบนแผนที่ภาพมุมบนของชั้นอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นภาพรวมได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ – การนำทางในอาคาร (Indoor navigation); ความเป็นจริงเสริม (Augmented reality); มาร์กเกอร์ธรรมชาติ (Natural marker); สมาร์ทโฟน (Smartphone)

## 1. บทนำ

ปัจจุบันมีผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จากสถิติในปี 2559 มีผู้ใช้สมาร์ทโฟนทั่วโลกทั้งสิ้น 2.1 พันล้านคน [1] โดยผู้ใช้กลุ่มใหญ่ ได้แก่ นักศึกษาจนถึงพนักงานบริษัทวัยกลางคน ผู้ใช้งานกลุ่มนี้บางครั้งต้องเดินทางไปยังอาคารสถานที่ใหม่ ๆ ซึ่งผู้ใช้งานจะไม่ทราบตำแหน่งของห้องหรือสถานที่ปลายทางในอาคารนั้น ๆ ทำให้เสียเวลาในการค้นหา แม้ว่าในบางอาคารจะมีจุดประชาสัมพันธ์ให้การสอบถามเส้นทาง แต่ถ้าจุดหมายปลายทางดังกล่าวมีระยะทางไกลจากจุดตั้งต้น และเส้นทางเดินมีความซับซ้อน ก็อาจทำให้เกิดความสับสนในระหว่างทางที่เดินได้ บัณฑิตอาสาสมัครที่มีการติดตั้งแผนที่มุมบนของอาคาร อาจช่วยนำทางได้ในบางกรณี แต่หากไม่คุ้นชินกับอาคารดังกล่าว ก็จะไม่สามารถหาตำแหน่งของป้ายได้โดยง่าย นอกจากนี้ การทำความเข้าใจกับแผนที่มุมบนก็มีไม่เรื่องง่าย เนื่องจากผู้ใช้งานจะต้องทราบตำแหน่งปัจจุบันและทิศทางการหันของตนเอง จึงจะสามารถทราบได้ว่าจะต้องเดินไปในทิศทางใด การใช้แผนที่แผนที่มุมบนอาจช่วยแก้ปัญหาการลืมนเส้นทางระหว่างที่เดินไป แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาการหลง

ตำแหน่งและทิศทางได้ คณะผู้วิจัยและพัฒนาจึงออกแบบและพัฒนาระบบนำทางภายในอาคารนี้ เพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้น

ระบบนำทางภายในอาคารด้วยความเป็นจริงเสริม ได้รับการพัฒนาขึ้นให้ทำงานบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ตัวระบบจะใช้กล้องที่ติดตั้งมาบนสมาร์ทโฟนในการจับภาพมาร์กเกอร์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติภายในอาคาร เพื่อระบุตำแหน่งและทิศทางการหันของผู้ใช้ และแสดงเส้นทางพร้อมกับความเป็นจริงเสริม (ลูกศร ข้อความ เส้นทาง) เพื่อช่วยนำทางผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางในอาคารที่ต้องการ

## 2. งานวิจัยและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน มีการนำเสนอระบบระบบนำทางภายในอาคารอยู่หลากหลายประเภท ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างระบบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบที่นำเสนอในบทความนี้ โดยจะกล่าวถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องซึ่งจำเป็นในการพัฒนาระบบที่นำเสนอ

### 2.1 CAVIAR

ย่อมาจากคำว่า Context Aware Visual indoor Augmented Reality for a University Campus [2] เป็นงานวิจัยพัฒนาระบบนำทางภายในมหาวิทยาลัย พัฒนาระบบบนสมาร์ทโฟนระบบ iOS โดยได้รวมหลาย ๆ เทคนิคในการนำทางเข้ามาไว้ด้วยกัน ได้แก่ การใช้แผนที่ภายในอาคารของ Google maps สำหรับสร้างแผนผังมุมสูงในอาคาร, การใช้ AR และส่วนเสริม Vuforia ตรวจสอบภาพหน้าห้อง การใช้ Inertial Navigation System ติดตามระยะทางและทิศทางการหันของผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง และใช้ฐานข้อมูล MySQL ในการเก็บข้อมูลการเดินทางของผู้ใช้ ทำให้ได้ระบบที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูง มีฟังก์ชันมากมาย แต่มีข้อจำกัดด้านระบบปฏิบัติการที่ใช้ได้บน iOS เท่านั้น และต้องใช้อุปกรณ์ที่มี Inertial sensor ติดตั้งอยู่

### 2.2 Google Project Tango

เป็นงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการพัฒนาของ Google [2] โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะเป็นโทรศัพท์สมาร์ทโฟนรุ่นพิเศษที่มี 3D Motion tracking และ Depth sensing เรียนรู้สภาพแวดล้อมจากกล้อง และจำลองโมเดลสามมิติขึ้นมาภายในอุปกรณ์สมาร์ทโฟน ระบบนี้สามารถ

สร้างแผนที่ได้อย่างง่ายดาย โดยการถือกล้องส่องไปยังรอบ ๆ เพื่อจำลองโมเดลสามมิติ จากนั้นกำหนดจุดต่าง ๆ ที่ต้องการให้นำทาง เมื่อผู้ใช้งานส่องกล้องไปยังจุดต่าง ๆ แล้วพบว่ามีความคล้ายคลึงกับแผนที่ที่อยู่ในมือถือ ระบบก็จะสร้างความเป็นจริงเสริมขึ้นมาแทนจุดของโมเดลสามมิตินั้น ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ ซึ่งในปัจจุบันมีสมาร์ทโฟนที่สามารถใช้งานได้เพียงไม่กี่รุ่น

### 2.3 Dijkstra's algorithm

เป็นอัลกอริทึมสำหรับค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่งในโครงสร้างข้อมูลประเภทกราฟ [4] โดยจะต้องมีเส้นทาง (path) เชื่อมโยงระหว่างโหนดทั้งสอง คณะผู้วิจัยและพัฒนาเลือกใช้วิธีการนี้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในระบบที่นำเสนอ

### 2.4 Vuforia

Vuforia [5] เป็น Augmented Reality Software Development Kit (SDK) ที่มีความสามารถในการรู้จำมาร์กเกอร์ และสามารถคำนวณตำแหน่งและทิศทางของกล้องเทียบกับตัวมาร์กเกอร์นั้น ๆ ได้ ทำให้สามารถเขียนโค้ดเพื่อนำวัตถุเสมือนไปจัดวาง ณ ตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการได้ ภาพที่ได้จึงมีความเสมือนจริง หากผู้ใช้หยิบหรือหมุนกล้อง วัตถุเสมือนที่แสดงก็จะปรับขนาดและทิศทางให้สอดคล้องกับมุมมองเสมือนว่ามีวัตถุนั้นอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง

Vuforia นั้นสนับสนุนมาร์กเกอร์ได้หลากหลาย เช่น Image Targets, 3D Multi-Target, Frame Marker เป็นต้น นอกจากนี้ ยังสนับสนุนการพัฒนาแอปพลิเคชันทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

## 3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

คณะผู้วิจัยและพัฒนาได้ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการนำทางภายในอาคารที่มีการใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน และทำการออกแบบระบบ ดังนี้

### 3.1 รูปแบบการนำทางภายในอาคาร

คณะผู้วิจัยและพัฒนาได้ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการนำทางภายในอาคารที่มีการใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ ระบบที่ไม่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และระบบที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

#### 3.1.1 การนำทางโดยไม่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การนำทางในอาคารแบบดั้งเดิม คือ การใช้แผนที่กระดาษขนาดพกพา การใช้แผนที่ขนาดใหญ่ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ และ/หรือการใช้ป้ายบอกทางที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร

- **การใช้แผนที่กระดาษนำทาง** เป็นการแจกแผนที่ภายในอาคารให้แก่ผู้ใช้งานนอก โดยในแผนที่แผ่นพับจะระบุชื่อห้องต่าง ๆ ไว้บนแผนที่ และสามารถเพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ เช่น รายชื่อห้องหรือร้านค้า สถานที่จัดงาน และข้อมูลอื่น ๆ ลงในแผนที่เพิ่มเติมได้

**ข้อดี** ผู้ใช้สามารถเห็นภาพรวมของอาคารได้ตลอดเวลา เนื่องจากสามารถพกแผนที่ติดตัวไว้ได้

**ข้อเสีย** หากจุดสังเกตบริเวณรอบตัวผู้ใช้งานมีไม่เพียงพอ ผู้ใช้จะไม่สามารถทราบได้ว่า ณ ปัจจุบันอยู่ที่ส่วนใดของอาคาร และ/หรือ ไม่ทราบว่ากำลังหันหน้าไปในทิศทางใด ทำให้ไม่สามารถกำหนดเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางได้

- **การใช้แผนที่ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร** เป็นการนำแผนที่ขนาดใหญ่ไปติดไว้ตามจุดต่าง ๆ เช่น ทางร่วมทางแยก บันได หนาลิฟต์ หรือจุดสำคัญที่มีคนมารวมตัวกันหรือเดินผ่านเป็นจำนวนมาก

**ข้อดี** สามารถระบุตำแหน่งและทิศทางที่เห็นปัจจุบันไว้บนแผนที่ได้

**ข้อเสีย** ต้องจดจำตำแหน่งและทิศในการเลี้ยวเพื่อเดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง หากมีจุดติดตั้งไม่ทั่วถึง อาจทำให้ผู้ใช้หลงทาง และเสียเวลาในการค้นหาแผนที่เหล่านั้น

- **การใช้ป้ายบอกทางที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร** เป็นการนำป้ายชี้บอกทาง ติดตั้งไว้เป็นระยะ ๆ ตามทางร่วมทางแยก ระหว่างทาง ในจุดที่ผู้ใช้สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย เช่น แขนงจากข้างบน หรือติดตั้งตามเสา เป็นต้น

**ข้อดี** สามารถแสดงทิศทางการเดินเพื่อนำทางผู้ใช้งานเป็นระยะ ๆ ตลอดทางที่เดินไปได้

**ข้อเสีย** ป้ายบอกทางจะแสดงเฉพาะจุดสำคัญเท่านั้น เพื่อไม่ให้มีปริมาณมากเกินไป ทำให้ผู้ใช้ต้องทราบก่อนว่าจุดหมายของตนอยู่ใกล้บริเวณจุดสำคัญใด

โดยทั่วไป ในอาคารขนาดใหญ่ จะมีการใช้ทั้ง 3 รูปแบบข้างต้นในการนำทาง เพื่อแก้ไขข้อเสียของแต่ละวิธี แต่การผสมผสานทั้ง 3 รูปแบบนี้ ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการหลงทางที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินในจุดที่ไม่มีแผนที่ติดตั้งและป้ายบอกทาง รวมถึงปัญหาของผู้ใช้งานที่ไม่สันทัดในการใช้งานแผนที่

#### 3.1.2 การนำทางด้วยระบบบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การนำทางในอาคารในยุคที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความหลากหลาย ทำให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยให้การนำทางในอาคารมีความสะดวกมากขึ้น ตัวอย่างการนำทางโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ในอาคาร เพื่อระบุตำแหน่ง

(หลักการเกี่ยวกับการใช้ดาวเทียมระบุพิกัด) และการใช้เซ็นเซอร์ในสมาร์ตโฟน

- การใช้ **Wi-Fi** เป็นการใช้สมาร์ตโฟน จับสัญญาณความแรง และ Finger Print ของ Wi-Fi Access Point ที่ได้ติดตั้งไว้แล้วตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร เมื่อสามารถจับสัญญาณ Wi-Fi ได้จาก Access Point มากกว่า 3 จุดขึ้นไป จะทำให้สามารถคำนวณหาพิกัดของผู้ใช้ได้ [6]

**ข้อดี** ไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ใด ๆ เพิ่มเติม สามารถใช้ Access Point ที่มีอยู่แล้วภายในอาคารได้ทันที

**ข้อเสีย** ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการ iOS ยังไม่อนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลของจุด Access Point ทำให้ไม่สามารถใช้วิธีนี้กับอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS ได้ นอกจากนี้ ความแรงของสัญญาณ Wi-Fi ที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รับได้ ยังขาดความเสถียร เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการบดบังโดยวัตถุที่เคลื่อนไหว (เช่น คนที่เดินไปมา) และทิศทางการหันของอุปกรณ์ (ซึ่งทำให้ร่างกายของผู้ถือบดบังคลื่นสัญญาณ)

- การใช้ **iBeacon** [7] เป็นเทคโนโลยีการส่งข้อมูลและตำแหน่งในอาคาร โดยอาศัยการปล่อยคลื่นสัญญาณของบลูทูธ พัฒนาโดยบริษัทแอปเปิล เจ้าของสถานที่จะนำอุปกรณ์ iBeacon ไปติดตั้งในจุดต่าง ๆ ตามอาคาร โดยมักจะติดตั้งในบริเวณที่ส่งสัญญาณได้ดี เช่น บริเวณทางแยก และติดตั้งในบริเวณที่ใกล้พอที่ iBeacon สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมไปถึงตัวใกล้เคียงได้ เมื่อผู้ใช้เปิดการใช้งาน iBeacon บนมือถือ และเดินมาที่จุดใด ๆ ในอาคาร iBeacon จะส่งสัญญาณบลูทูธไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้ สมาร์ตโฟนจะทำการจับความแรงทิศทาง ระยะห่าง และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณร่วมกับ iBeacon ตัวอื่น เพื่อให้ได้พิกัดของผู้ใช้ที่แม่นยำขึ้น จากนั้นจึงนำพิกัดของผู้ใช้มาระบุสถานที่ที่ผู้ใช้อยู่ และอาจจะมีการเขียนแอปพลิเคชันเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถแสดงตำแหน่งบนแผนที่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้เดินทางไปยังจุดหมายที่ต้องการได้

**ข้อดี** ระบบนี้มีความแม่นยำสูง สามารถนำไปใช้ในเชิงธุรกิจได้จริง และยังสามารถใช้ได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

**ข้อเสีย** iBeacon แต่ละชิ้นมีราคาประมาณ 400-500 บาท เมื่อต้องการติดตั้งในอาคารที่กว้างมากอาจจะไม่คุ้มค่า

- **Inertial Navigation System (INS)** หรือระบบนำทางเฉื่อย เป็นระบบนำทางโดยการตรวจวัดค่าที่ได้จาก Inertial sensor unit และทำการคำนวณค่าความเร็ว และทิศทางการหัน ของผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง [8] โดยทั่วไปจะใช้ Accelerometer และ Gyroscope ควบคู่กัน เดิมถูกสร้างขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ทางการทหารและดาวเทียมบนอวกาศ

**ข้อดี** ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องอาศัยการอ้างอิงจากภายนอก ทำให้การนำทางในอาคารไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบเพิ่มเติม

**ข้อเสีย** มีสมาร์ตโฟนเพียง 1 ใน 5 เท่านั้นที่มี Gyroscope และการหาการกระจัดนั้น จะใช้การคำนวณทางปริพันธ์อย่างต่อเนื่อง ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนสะสมสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดปัญหา Tracking drift

### 3.2 การออกแบบระบบ

ระบบนำทางในอาคารสามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ทิศทางการหันของผู้ใช้ได้โดยการส่งกล้องไปยังจุดที่สำคัญหรือมาร์กเกอร์ (Marker) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ป้ายบอกทางเลขห้อง เป็นต้น เมื่อผู้ใช้ระบุจุดหมายปลายทางที่ต้องการไป ระบบจะคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วย Dijkstra Shortest Path Algorithm [4] และแสดงลูกศรบนภาพที่รับจากกล้อง โดยแสดงไว้บริเวณตำแหน่งของมาร์กเกอร์เสมือนเป็นวัตถุที่มีอยู่ในสถานที่จริง หัวลูกศรจะชี้ไปตามเส้นทางที่คำนวณได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถเดินไปในทิศทางได้อย่างถูกต้อง

ระบบนำทางที่นำเสนอ ไม่ใช่ระบบที่นำทางตลอดเวลา แต่เป็นระบบที่ให้ผู้ใช้งานเดินไปในทิศทางที่ได้รับคำแนะนำมาก่อนหน้า จนถึงจุดที่ต้องตัดสินใจ (เช่น ทางแยก) หากผู้ใช้เกิดความไม่แน่ใจ ก็สามารถนำสมาร์ตโฟนส่งกล้องไปยังมาร์กเกอร์ธรรมชาติ เพื่อให้ระบบแสดงทิศทางที่จะเดินต่อไป (รูปที่ 5 ก,ค) นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดูภาพมุมบนของชั้นอาคารที่ตนอยู่ เพื่อมองภาพรวมของเส้นทางที่จะไปยังจุดหมายปลายทาง (รูปที่ 5 ข,ง)

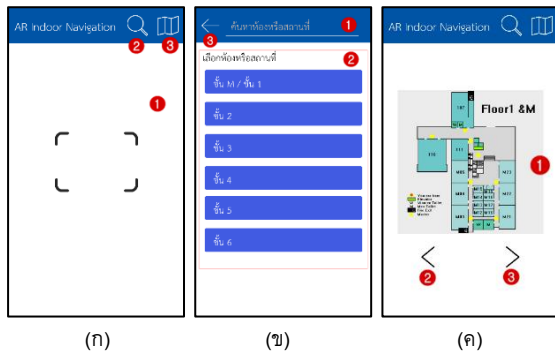
#### 3.2.1 โครงสร้างของแผนที่

ข้อมูลเบื้องต้นที่ระบบต้องการ คือ แผนที่ภาพมุมบนของแต่ละชั้นในอาคาร ในขั้นตอนการพัฒนาเริ่มจากการนำแผนที่มากำหนดโหนด (Node) ไว้ตามตำแหน่งต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งประเภทของโหนดได้ดังนี้

- **โหนดหน้าห้อง** โหนดประเภทนี้จะอยู่ในรายชื่อสถานที่ที่สามารถค้นหาได้ มักจะใช้เลขหน้าห้องเป็นมาร์กเกอร์
- **โหนดทางเลี้ยวหรือทางแยก** ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังจุดหมายปลายทาง โดยจะมีการกำหนดสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติในบริเวณนั้นเป็นมาร์กเกอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถส่องมาร์กเกอร์เหล่านี้ได้
- **โหนดป้ายบอกทาง** เป็นตำแหน่งที่มีการกำหนดมาร์กเกอร์เพิ่มเติม โหนดนี้ทำหน้าที่เสมือนเป็นป้ายบอกทางในระหว่างทางที่เดินไป โหนดประเภทนี้มีความสำคัญน้อยกว่าโหนด 2 ประเภทข้างต้น



รูปที่ 1 ตัวอย่างมาร์กเกอร์



รูปที่ 2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ใช้งาน

เมื่อกำหนดโหนดต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างเส้นทาง (Path) เชื่อมโยงระหว่างโหนด ต่อจากนั้น คือ การนำเข้ามาร์กเกอร์และกำหนดตำแหน่งและทิศทางของมาร์กเกอร์บนโหนดต่าง ๆ ในที่นี้ ผู้พัฒนาได้เลือกใช้ Unity3D เป็นเครื่องมือในการสร้างแผนที่

ในการนำเข้ามาร์กเกอร์นั้น ผู้พัฒนาทำการเดินสำรวจสถานที่จริง และถ่ายภาพมาร์กเกอร์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ณ ตำแหน่งโหนดต่าง ๆ (รูปที่ 1) โดยในการใช้งานจริงนั้น ระบบจะต้องสามารถรู้จำ (recognize) มาร์กเกอร์แต่ละตัวได้ กระบวนการรู้จำเหล่านี้ จะใช้ความสามารถของ Vuforia [5] เพื่อสร้างโมเดลสำหรับการรู้จำมาร์กเกอร์ทั้งหมดที่ใช้งานในอาคารนั้น ๆ

### 3.2.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ใช้งาน

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ใช้งาน (User interface) และหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วน มีรายละเอียดดังนี้

#### • หน้าต่างหลัก

รูปที่ 2(ก) แสดงส่วนของหน้าต่างหลัก ประกอบไปด้วย

- หมายเลข 1 คือ ส่วนแสดงภาพจากกล้อง
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มค้นหา ใช้สำหรับค้นหาจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะไป เมื่อกดปุ่มนี้ จะเปลี่ยนหน้าแสดงผลเป็นหน้าต่างค้นหา ดังรูปที่ 2
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มแผนที่ สำหรับเปลี่ยนการแสดงผลเป็นโหมดดูแผนที่มุมมองของแต่ละชั้นภายในอาคาร

#### • หน้าต่างค้นหา

รูปที่ 2(ข) แสดงส่วนของหน้าต่างค้นหา ซึ่งประกอบไปด้วย

- หมายเลข 1 คือ แถบค้นหา ผู้ใช้สามารถพิมพ์หมายเลขห้อง หรือชื่อห้อง/สถานที่ที่ต้องการค้นหา และกดเลือกผลลัพธ์เพื่อกำหนดเป็นจุดหมายปลายทาง
- หมายเลข 2 คือ ลิสต์รายชื่อของชั้นภายในอาคาร เมื่อผู้ใช้กดเลือกชั้นใดชั้นหนึ่ง ระบบจะแสดงรายชื่อห้อง/สถานที่ในชั้นอาคารนั้น ผู้ใช้สามารถกดเลือกเป็นจุดหมายปลายทาง
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มย้อนกลับ กดเพื่อย้อนกลับไปยังหน้าต่างก่อนหน้าได้

#### • หน้าต่างแผนที่มุมมอง

รูปที่ 2(ค) แสดงหน้าต่างแผนที่มุมมอง ประกอบไปด้วย

- หมายเลข 1 คือ แผนที่มุมมองของแต่ละชั้น โดยระบบจะแสดงตำแหน่งและทิศทางของพื้นที่ปัจจุบันของผู้ใช้งาน เมื่อสามารถรู้จำมาร์กเกอร์ได้แล้ว
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มก่อนหน้า ผู้ใช้งานสามารถเลื่อนดูแผนที่มุมมองของชั้นอาคารที่อยู่ในลำดับก่อนหน้า
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มถัดไป ผู้ใช้งานสามารถเลื่อนดูแผนที่มุมมองของชั้นอาคารที่อยู่ในลำดับถัดไป

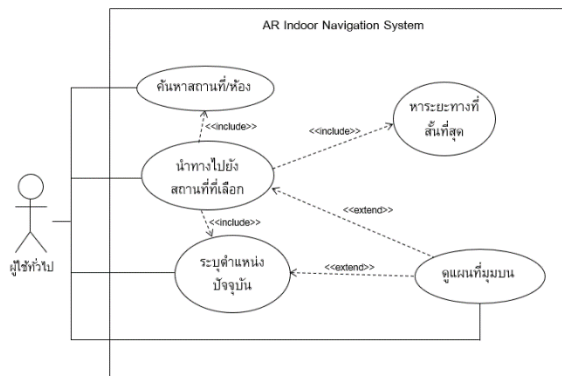
### 3.2.3 การทำงานของระบบ

ผู้พัฒนาใช้ Unity3D engine ในการสร้างแผนที่ และใช้ภาษา C# ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยมีการใช้งานส่วนเสริม Vuforia SDK เพื่อช่วยในการรู้จำมาร์กเกอร์ที่ปรากฏอยู่ในกล้อง และใช้ Unity3D engine เพื่อสร้างภาพลูกศรที่เป็นความจริงเสริม ซึ่งจะถูกใส่เข้าไปในภาพ บริเวณตำแหน่งที่ตรวจพบมาร์กเกอร์

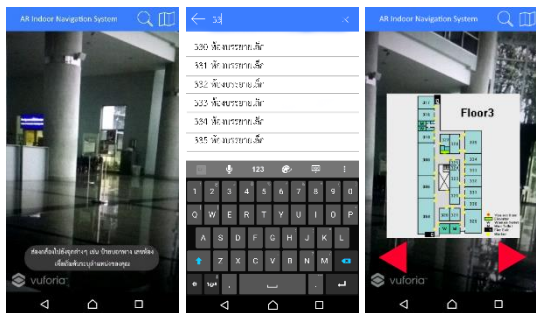
ฟังก์ชันในการทำงานหลัก ๆ สามารถแสดงได้ตาม Use Case Diagram ดังในรูปที่ 3

รายละเอียดการทำงานของ Use Case ของผู้ใช้ทั่วไป ได้แก่

- **ระบุตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ใช้สามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ได้ โดยการส่องกล้องไปยังมาร์กเกอร์ตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร
- **ค้นหาสถานที่/ห้อง** เป็นการค้นหาและตอบโต้ของระบบโดยอัตโนมัติ โดยเมื่อป้อนคำเช่นคำว่า “ห้องพัก” เข้าไป ระบบจะคัดเลือกรายชื่อสถานที่ทั้งหมดในอาคารที่ประกอบไปด้วยคำว่า “ห้องพัก” มาแสดงทั้งหมด
- **นำทางไปยังสถานที่ที่เลือก** เมื่อผู้ใช้ได้ระบุตำแหน่งของตนเอง และได้เลือกจุดหมายปลายทางจากหน้าค้นหาแล้ว ระบบจึงจะสามารถเริ่มต้นการนำทางแก่ผู้ใช้ได้



รูปที่ 3 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบ



(ก)

(ข)

(ค)

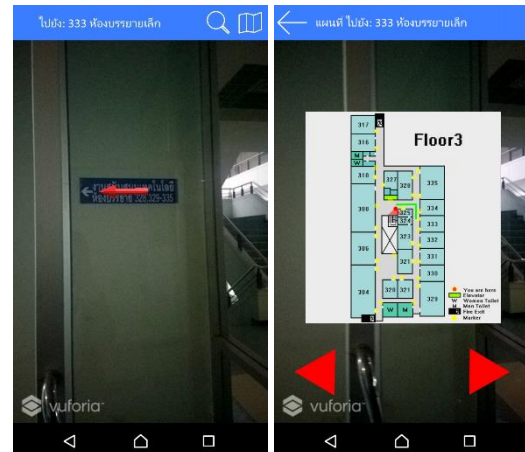
รูปที่ 4 ส่วนแสดงผลหน้าจอพื้นฐาน

- **หากระยะทางที่สั้นที่สุด** ทุก ๆ ครั้งที่ผู้ใช้ระบุตำแหน่งใหม่โดยการส่องกล้องไปยังมาร์กเกอร์ในระหว่างที่ระบบกำลังนำทางอยู่ ระบบจะทำการหากระยะทางที่สั้นที่สุดใหม่อีกครั้ง จากตำแหน่งล่าสุด ไปยังตำแหน่งปลายทางที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ในหน้าค้นหา
- **ดูแผนที่มุมมบน** แผนที่มุมมบนสามารถแสดงจุดล่าสุดที่ผู้ใช้อยู่ ทิศทางการหันหน้า และเส้นทางสำหรับการนำทาง

#### 4. ผลการทดสอบ

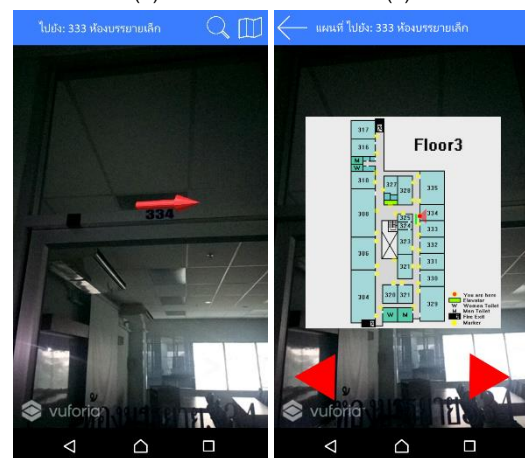
ระบบนำทางภายในอาคารด้วยความเป็นจริงเสริม เป็นระบบการนำทางที่อาศัยการตรวจจับระหว่างฐานข้อมูลของภาพมาร์กเกอร์ตามจุดต่าง ๆ ในอาคาร และภาพแบบ Real-time จากกล้องหลังบนสมาร์ทโฟนของผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ส่องกล้องไปยังมาร์กเกอร์เหล่านั้น ผู้ใช้จะสามารถทราบข้อมูลของสถานที่ ปัจจุบันตำแหน่งและทิศทางการหันของผู้ใช้ได้ นอกจากนี้หากผู้ใช้ได้ทำการเลือกจุดหมายปลายทางที่ต้องการให้ระบบนำเอาไว้แล้ว มาร์กเกอร์จะนำความเป็นจริงเสริม(เป็นลูกศรสำหรับบอกทิศทาง)เข้าไปแทนในจุดนั้น ๆ ชี้นำทางผู้ใช้งานเดินตามทิศของลูกศรเพื่อไปหามาร์กเกอร์สำหรับการนำทางในจุดต่อไป

ผลการทดสอบการทำงานของระบบ เป็นดังนี้



(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

รูปที่ 5 ส่วนแสดงผลของการนำทาง โดย (ก) และ (ค) แสดงลูกศรชี้แนวทางซ้อนทับลงบนมาร์กเกอร์ ส่วน (ข) และ (ง) แสดงเส้นทางในภาพมุมมบน พร้อมทิศทางการหันของผู้ใช้งาน

#### 4.1 หน้าหลัก

ในหน้าหลักจะแสดงผลข้อมูลภาพจากกล้องหลังบนสมาร์ทโฟนของผู้ใช้ เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน จะมีคำแนะนำให้ผู้ใช้ส่องกล้องไปยังจุดต่าง ๆ รอบตัว เพื่อระบุตำแหน่งและทิศทางการใช้งาน ดังในรูปที่ 4(ก)

#### 4.2 หน้าค้นหาสถานที่

ผู้ใช้สามารถค้นหาสถานที่ที่ต้องการไปได้ โดยการพิมพ์คำค้นลงในช่องค้นหา ระบบจะคัดกรองเฉพาะชื่อสถานที่ที่ประกอบไปด้วยคำค้นนั้น ผู้ใช้สามารถล้างคำค้นเพื่อให้กลับมาแสดงชื่อสถานที่ทั้งหมดได้ด้วยปุ่มกากบาทด้านขวา ดังในรูปที่ 4(ข)

#### 4.3 หน้าแผนที่มุมบน

เมื่อกดที่ปุ่มรูปแผนที่มุมบนขวา จะเป็นการแสดงแผนที่มุมบนของอาคาร หากผู้ใช้อยู่ไม่ได้เริ่มต้นการนำทาง แผนที่มุมบนจะสามารถเปิดดูได้ทุกชั้น แต่ถ้าหากผู้ใช้ได้เลือกสถานที่ปลายทางแล้ว จะสามารถดูได้เพียงชั้นที่ผู้ใช้อยู่ ณ ปัจจุบัน และชั้นที่จุดหมายปลายทางอยู่เท่านั้น ดังในรูปที่ 4(ค)

#### 4.4 หน้าแสดงผลการนำทาง

เมื่อผู้ใช้เลือกสถานที่ที่ต้องการแล้ว และนำกล้องส่องไปยังมาร์กเกอร์ จะมีลูกศรที่เป็นวัตถุความจริงเสริมแสดงไว้เหนือมาร์กเกอร์ชี้ไปยังทิศทางที่ผู้ใช้ควรเดินต่อไป และหากผู้ใช้เปิดแผนที่ ระบบจะแสดงเส้นทางที่จะไปยังจุดหมายไว้บนแผนที่ พร้อมทั้งทิศทางการหันของผู้ใช้ในตำแหน่งล่าสุด ดังในรูปที่ 5

### 5. สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบนำทางภายในอาคารด้วยความเป็นจริงเสริม สามารถแสดงตำแหน่งและทิศทางการหันของผู้ใช้งานได้เมื่อผู้ใช้ส่องกล้องไปยังมาร์กเกอร์ธรรมชาติที่ได้ทำการรู้จำและกำหนดค่าไว้ในระบบแล้ว และเมื่อระบุจุดหมายปลายทางที่ต้องการไป ระบบสามารถแสดงเส้นทางในภาพมุมบน และแสดงลูกศรเสมือนซ้อนทับไปบนภาพมุมปกติ เพื่อแสดงทิศทางที่จะไปยังจุดหมายปลายทางหรือแสดงข้อความชี้แนะ การค้นหาสถานที่ที่ต้องการไป ทำได้โดยพิมพ์ตัวอักษรบางส่วน ระบบจะอำนวยความสะดวกโดยแสดงชื่อห้องที่มีส่วนของตัวอักษรนั้น

ระบบนำทางที่นำเสนอในบทความนี้ แตกต่างจากระบบนำทางแบบต่อเนื่อง คือ เมื่อผู้ใช้ทราบเส้นทางไปยังจุดหมายแล้ว ผู้ใช้จะต้องเดินตามทางไปด้วยตนเอง แต่หากผู้ใช้เกิดความสับสนเมื่อใด ก็สามารถส่องกล้องไปยังมาร์กเกอร์ธรรมชาติเพื่อให้ระบบชี้เส้นทางได้เป็นระยะ ๆ

ระบบนำทางที่พัฒนาขึ้นสามารถนำทางได้ในอาคารที่มีการสร้างแผนที่ไว้แล้ว หากต้องการนำระบบไปใช้กับอาคารอื่น ผู้ดูแลระบบจะต้องจัดทำแผนที่ขึ้นมา และนำเข้าไปในระบบขั้นตอนการจัดทำและนำเข้าแผนที่ยังต้องอาศัยทักษะในการดำเนินการ คณะผู้วิจัยและพัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มขีดความสามารถของระบบ โดยจะพัฒนาระบบเสริมที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดทำและนำเข้าแผนที่ต่อไปในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

[1] "Number of smartphone users worldwide from 2014 to 2020 (in billions)" 2017. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

[2] B. A. Delail, L. Weruaga and M. J. Zemerly, "CAViAR: Context Aware Visual indoor Augmented Reality for a University Campus," in *IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, vol. 3, pp. 286-290, 2012.

[3] "NO BEACON NO CRY Augmented Reality Indoor Navigation mit Google Tango" [Online]. Available: <https://www.cologne-intelligence.de/english/no-beacon-no-cry-indoor-navigation-with-google-tango/>. [Accessed: 15-Sep-2017].

[4] "Dijkstra's algorithm". [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s_algorithm). [Accessed: 15-Sep-2017].

[5] Qualcomm Inc. "Vuforia SDK". 2017. [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/>. [Accessed: 14-Sep-2017].

[6] F. Evennou and F. Marx, "Advanced Integration of WiFi and Inertial Navigation Systems for Indoor Mobile Positioning," *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, Vol. 2006, pp. 1-11, 2006.

[7] "รู้จักกับ iBeacon เทคโนโลยีบอกพิกัดแห่งอนาคตที่กำลังมาถึง" 2014. [Online]. Available: <https://www.blognone.com/node/57349>. [Accessed: 13-Sep-2017].

[8] V. Renaudin and C. Combettes, "Magnetic, Acceleration Fields and Gyroscope Quaternion (MAGYQ)-Based Attitude Estimation with Smartphone Sensors for Indoor Pedestrian Navigation," *Sensors*, vol. 14, pp. 22865-22890, 2014.