

Received: 19 ส.ค. 2568

Revised: 6 ต.ค. 2568

Accepted: 16 ต.ค. 2568

การพัฒนาาระบบนำทางภายในอาคารด้วยคิวอาร์โค้ด

Development of an Indoor Navigation System Using QR Code

ณัชชารีย์ ดาวทอง^{1*} และ อารีรัตน์ ส่งสกุลวัฒนา¹¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิตNutcharee Dowtong^{1*} and Areerat Songsakulwattana²¹Computer Science Department, College of Digital Technology Innovation,
Rangsit University

*Corresponding author: nutcharee.d65@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบนำทางภายในอาคารผ่านคิวอาร์โค้ดมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้คิวอาร์โค้ดเป็นสื่อกลางในการเข้าสู่ระบบนำทาง ผู้ใช้งานสามารถสแกนคิวอาร์โค้ดที่ติดตั้งในจุดต่าง ๆ เพื่อเข้าถึงแผนที่อาคารและเลือกจุดหมายที่ต้องการ ระบบจะประมวลผลตำแหน่งปัจจุบันและตำแหน่งปลายทางเพื่อแสดงเส้นทางแบบทันที ต้นแบบพัฒนาขึ้นในรูปแบบแอปพลิเคชันที่สามารถปรับใช้กับอุปกรณ์ปลายทางได้หลากหลาย โดยใช้ฐานข้อมูลในการจัดเก็บแผนผังและจุดพิกัดต่าง ๆ จุดเด่นของระบบคือมีต้นทุนต่ำ ไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริม ใช้งานง่าย และรองรับผู้ใช้งานทุกกลุ่ม

ผลการทดลองภาคสนามกับอาสาสมัครจำนวน 50 คน พบว่าระบบสามารถนำทางได้อย่างถูกต้องถึง 97.6% และช่วยลดเวลาในการค้นหาเส้นทางเฉลี่ยลง 28.3% (จาก 148 วินาที เหลือ 86 วินาที) ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสะดวกและความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ ระบบยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย และศูนย์การค้า

สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อยอดในอนาคต สามารถพัฒนาให้รองรับเทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น การผสมผสานกับระบบนำทางแบบ AR (Augmented Reality), ระบบเสียงช่วยนำทางสำหรับผู้พิการทางสายตา และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใช้งานที่ราบรื่นและตอบโจทย์อาคารอัจฉริยะในอนาคต

คำสำคัญ: ระบบนำทางภายในอาคารคิวอาร์โค้ด; แผนที่ดิจิทัล; เทคโนโลยีการนำทาง

Abstract

This research aims to develop a prototype indoor navigation system using QR codes as an access medium. Users can scan QR codes placed at various points in the building to access the indoor map and select their desired destination. The system processes the current position and the target point to provide real-time navigation. The prototype was developed as a web application adaptable to different devices, with a database for storing building maps and location coordinates. The main advantages of the system are its low cost, ease of use, and applicability to a wide range of users without requiring additional hardware.

The field experiment with 50 participants demonstrated that the system achieved a navigation accuracy of 97.6% and reduced the average route-finding time by 28.3% (from 148 seconds to 86 seconds). Most users expressed high satisfaction with the system's convenience and simplicity. The system can be applied in large-scale buildings such as hospitals, universities, and shopping centers.

For future development, the system could be integrated with advanced technologies such as Augmented Reality (AR) navigation, voice guidance for visually impaired users, and real-time database connectivity to enhance user experience and meet the requirements of smart building environments.

Keywords: *Indoor Navigation System; QR Code; Digital Map; Navigation Technology*

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันอาคารขนาดใหญ่และซับซ้อน เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล มักประสบกับปัญหาด้านการนำทางภายในอาคาร โดยเฉพาะสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับสถานที่ ซึ่งอาจต้องใช้เวลาในการค้นหาเส้นทางไปยังจุดหมาย เช่น ร้านค้า ห้องประชุม ห้องตรวจทางการแพทย์หรือจุดให้บริการต่าง ๆ ปัญหาดังกล่าวไม่เพียงแต่สร้างความไม่สะดวกให้กับผู้ใช้งาน แต่ยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดการและการให้บริการขององค์กร

ผลการสำรวจพบว่า ผู้มาใช้บริการในโรงพยาบาลกว่า 85% ต้องสอบถามเส้นทางจากเจ้าหน้าที่ และมากถึง 30-40% ของผู้มาเยือนครั้งแรกมีโอกาสหลงทางภายในอาคาร

(MedCityNews, 2024) ขณะเดียวกัน ผู้ป่วยและญาติประมาณ 67% เห็นว่าความสามารถในการหาทางภายในโรงพยาบาลได้อย่างง่ายดายเป็นสิ่ง “สำคัญมาก” หรือ “สำคัญที่สุด” นอกจากนี้ ปัญหาการนำทางที่ไม่ชัดเจนยังทำให้เกิดการพลาดนัดหมายหรือเข้ารับบริการล่าช้า แต่การนำระบบดิจิทัลเวย์ไฟน์ดิง (Digital wayfinding) มาใช้สามารถลดอัตราการพลาดการนัดหมายลงได้ถึง 25% (GozioHealth, 2023)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของระบบนำทางภายในอาคารด้วยคิวอาร์โค้ด ซึ่งเป็นเทคโนโลยีบาร์โค้ดสองมิติที่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้หลากหลายและสแกนได้อย่างรวดเร็วจากหลายมุมมอง อีกทั้งยังสามารถอ่านได้แม้บางส่วนจะถูกบดบังหรือเสียหาย จึงเหมาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารที่มีข้อจำกัดด้านสัญญาณ ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้คิวอาร์โค้ดในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานและคำนวณเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดไปยังจุดหมาย โดยผู้ใช้งานสามารถสแกนคิวอาร์โค้ดที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคารเพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบัน จากนั้นระบบจะประมวลผลและแสดงเส้นทางผ่านแผนที่ดิจิทัลบนสมาร์ตโฟน ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาป้ายบอกทางหรือเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะอาคารแต่ละแห่งได้

การประเมินประสิทธิภาพของระบบจะวัดความถูกต้องในการนำทาง ความรวดเร็วในการประมวลผล และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการพัฒนาระบบนำทางภายในอาคาร ผลลัพธ์จากการประเมินจะช่วยยืนยันศักยภาพของเทคโนโลยีนี้ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาต่อยอดระบบนำทางในอนาคต

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้สัญญาณจากอุปกรณ์บีคอน(Beacon)

บีคอน(Beacon) เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณบลูทูธ(Bluetooth) ไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้งาน ระบบจะคำนวณตำแหน่งโดยอาศัยสัญญาณจากบีคอนหลายตัวที่ติดตั้งอยู่ในจุดต่าง ๆ ของอาคาร แม้ว่าระบบนี้จะไม่ต้องใช้ สัญญาณดาวเทียม(GPS) แต่ก็อาจพบปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนหรือบีคอนที่ทำงานผิดพลาด งานวิจัยของหทัยรัตน์ และคณะ(2565) ระบุว่าระบบติดตามตำแหน่งภายในอาคารแบบเรียลไทม์ โดยใช้เทคโนโลยีใช้บลูทูธเวอร์ชัน5 ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ ที่ติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ ที่ติดกับอุปกรณ์หรือบุคคลเพื่อส่งสัญญาณส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ระบบ จะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นการแสดงผลทางแผนที่เพื่อใช้ในการค้นหาและส่วนที่เป็นการจัดการอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ซึ่งดีกว่าสัญญาณบลูทูธแบบทั่วไปที่มีความคลาดเคลื่อน 300-500

เซนติเมตร งานวิจัยพบว่าการใช้บลูทูธเวอร์ชัน5 มีความแม่นยำสูงขึ้น แต่ยังคงมีข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมและต้นทุนที่สูงมาก

2.2 การใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi Access Point)

อุปกรณ์กระจายสัญญาณไวไฟที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร เพื่อคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้งาน หากในอาคารมีจุดกระจายสัญญาณไวไฟจำนวนมาก การระบุตำแหน่งจะมีความแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ หากมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณไวไฟติดตั้งอยู่แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ใหม่ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความเสถียรของสัญญาณ ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากสิ่งกีดขวาง

2.3 การใช้คิวอาร์โค้ด (QR Code) ร่วมกับ Google Maps

ผู้ใช้งานสามารถสแกนคิวอาร์โค้ด ผ่านสมาร์ทโฟนเพื่อเข้าถึงแผนที่และเส้นทางนำทางแบบเรียลไทม์ ข้อดีของระบบนี้คือการอัปเดตแผนที่ทำได้ง่าย และไม่ต้องติดตั้งฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ระบบนี้ต้องพึ่งพาเซิร์ฟเวอร์ที่เสถียรและต้องใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าถึงข้อมูล ทำให้เกิดข้อจำกัดในบางสถานการณ์ งานวิจัยของSushmaและ Ambareesh(2559) ได้นำเสนอระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้คิวอาร์โค้ด ร่วมกับ Google Maps เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาตำแหน่งและเส้นทางภายในอาคารได้อย่างสะดวก ระบบทำงานโดยการอัปโหลดแผนที่ภายในอาคารไปยัง Google Maps และให้ผู้ใช้สแกนคิวอาร์โค้ด ของจุดหมายที่ต้องการ ระบบจะนำทางไปยังตำแหน่งนั้นผ่านเส้นทางแบบจุดไข่ปลา (Dotted path) และอัปเดตตำแหน่งของผู้ใช้งานแบบเรียลไทม์ จุดเด่นคือความง่ายต่อการใช้งานและต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น สัญญาณไวไฟ หรือคลื่นความถี่วิทยุ (RFID) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดสำคัญคือการต้องพึ่งพาบริการจาก Google Maps ซึ่งผู้พัฒนาระบบไม่สามารถควบคุมได้โดยตรง

2.4 A* Algorithm (หรือ A Star Algorithm)

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่มีต้นทุนน้อยที่สุดใน กราฟที่มีน้ำหนัก (Weighted graph) กรณีที่ต้องการหาเส้นทางจาก จุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางอย่างมีประสิทธิภาพ อัลกอริทึมนี้ถือเป็นการผสมผสานระหว่างการค้นหาแบบ Dijkstra ซึ่งเน้นการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุด กับแนวคิดของฟังก์ชันประเมินค่า (Heuristic function)

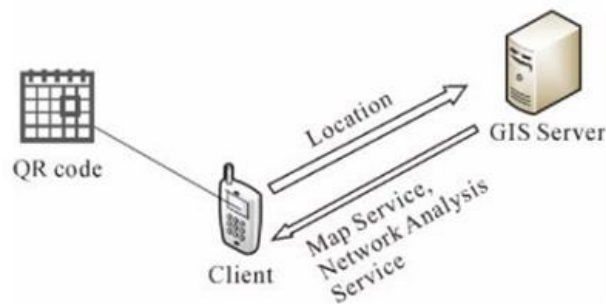
2.5 การใช้คิวอาร์โค้ด (QR Code)

งานวิจัยของSujith Suresh และคณะ(2559) มุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการนำทางภายในอาคารที่แม่นยำและคุ้มค่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้สัญญาณจีพีเอส(GPS) ได้ เช่น ภายในอาคารขนาดใหญ่หรือพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านสัญญาณวิทยุ โดยข้อดีของการใช้คิวอาร์โค้ดในการนำทางคือ

ความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่น ๆ การนำทางด้วยคิวอาร์โค้ด มีความน่าเชื่อถือสูงและสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้ ยังสามารถฝังข้อมูลแผนที่ของแต่ละชั้นภายในอาคารลงในคิวอาร์โค้ดได้โดยตรง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสะดวกในการใช้งานทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลเส้นทางภายในอาคารได้ง่ายลดข้อจำกัดของเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่อาจต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะทางหรือมีต้นทุนสูง

ตัวอย่างงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อพัฒนาระบบนำทางภายในอาคารทำให้เกิดแนวทางใหม่ ๆ ในการช่วยเหลือผู้ใช้งานในสถานที่ที่ซับซ้อน เช่น โรงพยาบาล ศูนย์การค้า และมหาวิทยาลัย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของระบบ

ที่มา: ดัดแปลงจากงานวิจัยของSujith Suresh และคณะ(2559)

ภาพรวมของการออกแบบระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้คิวอาร์โค้ด ระบบนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1.เซิร์ฟเวอร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS Server)

ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแผนที่ภายในอาคารและข้อมูลเครือข่ายการเชื่อมต่อระหว่างจุด

2.ฝั่งผู้ใช้งาน (Client)

ผู้ใช้งานสามารถสแกนคิวอาร์โค้ดในตำแหน่งที่ตนอยู่ จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทำการคำนวณเส้นทางและแสดงผลการนำทางกลับมาทางอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน

3.คิวอาร์โค้ดภายในอาคาร(QR Code Tags)

ใช้ระบุตำแหน่งของผู้ใช้ในแต่ละพื้นที่ภายในอาคาร เป็นเครื่องหมายที่ติดตั้งไว้ตามตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น หน้าห้อง ประตู ทางแยก หรือทางเดิน โดยคิวอาร์โค้ดแต่ละจุดจะถูกกำหนดรหัสที่สอดคล้องกับพิกัดของตำแหน่งนั้น ซึ่งอาจประกอบด้วยข้อมูลประเภทของห้อง หมายเลขชั้น และลักษณะของพื้นที่ เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำ

2.6 แอปพลิเคชันบนเว็บ (Web Application)

แอปพลิเคชันบนเว็บคือ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาของผู้ใช้งาน สำหรับระบบนำทางภายในอาคาร แอปพลิเคชันบนเว็บเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบได้ทันทีผ่านสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ โดยไม่ต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ส่งผลให้การใช้งานเป็นไปอย่างรวดเร็วและง่ายดาย(Team S.,2020)

2.7 เทคโนโลยี AR (Augmented Reality)

เทคโนโลยีที่นำข้อมูลเสมือนมาผสมผสานกับโลกความเป็นจริง ทำให้ผู้ใช้เห็นภาพที่มีการปรับปรุงและเสริมสร้างด้วยข้อมูลเสมือน ระบบ AR สามารถใช้งานได้ผ่านหน้าจอของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต (Quickerpthailand,2565)

2.8 เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification)

RFID เป็นเทคโนโลยีที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการระบุและจัดเก็บข้อมูลเฉพาะของวัตถุ โดยระบบประกอบด้วย แผ่นป้าย (Tag) และ เครื่องอ่าน (Reader) ซึ่งทำงานร่วมกันผ่านหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) หรือการแพร่กระจายคลื่น (Electromagnetic Propagation) จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการระบุวัตถุแบบไร้สาย โดยไม่จำเป็นต้องมองเห็นโดยตรง เหมาะสำหรับการใช้งานในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น ระบบขนส่ง, คลังสินค้า, โรงพยาบาล, และระบบนำทางภายในอาคารบางรูปแบบ(Pospak, 2562)

3. วิธีการดำเนินการ

3.1 ระบบกำหนดตำแหน่งโดยใช้คิวอาร์โค้ด

การกำหนดตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้คิวอาร์โค้ดสามารถทำได้โดยการติดตั้งคิวอาร์โค้ดในตำแหน่งที่สำคัญ เช่น หน้าห้อง ห้องโถง ทางเดิน โดยจุดสนใจ (Point of Interest: POI) เหล่านี้ช่วยระบุตำแหน่งสำคัญบนแผนที่ภายในอาคารได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น โดยแต่ละจุดจะมีชื่อห้องกำกับไว้บน

แผนที่ และสามารถเชื่อมโยงจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้อง หรือจากห้องหนึ่งไปยังทางเดินหรือพื้นที่อื่น ๆ ได้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างแผนที่ภายในอาคาร

ในงานวิจัยนี้ ใช้แผนที่จำลองอาคารจากมหาวิทยาลัยรังสิต อาคาร 11 ชั้น 10 เป็นกรณีศึกษา เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่อาคารและต้องการนำทางไปยังจุดหมายภายในอาคาร ระบบจะใช้การเชื่อมโยงทิศทางระหว่าง จุดสนใจ ทั้งสองจุด เพื่อแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ โดยจะทำการเชื่อมต่อจุดสนใจแต่ละจุด เพื่อแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมที่สุด ระบบจะทำการเชื่อมโยงจุดสนใจ ที่สามารถเข้าถึงกันได้ทั้งหมด เพื่อสร้างแผนที่เส้นทางภายในอาคารอย่างมีโครงสร้าง โดยแต่ละจุดสนใจ จะถูกบันทึกในรูปแบบของ คิวอาร์โค้ดซึ่งภายในคิวอาร์โค้ดจะประกอบด้วยข้อมูลตำแหน่ง หรือที่เรียกว่า หมายเลขพิกัด (Partition number) ที่กำหนดในรูปของพิกัดเชิงแกน X และ Y เพื่อระบุตำแหน่งของห้องหรือพื้นที่บนแผนที่อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น "ลิฟท์1": [520, 800] , "สาขาวิชา CGM/CMT 11-1006": [280, 230]

ดังนั้น ในการสร้างแผนที่สำหรับนำทางภายในอาคาร จำเป็นต้องกำหนดพิกัดของแต่ละจุดให้ตรงกับตำแหน่งที่ปรากฏในภาพแผนที่ เพื่อความแม่นยำในการใช้งานระบบนำทาง

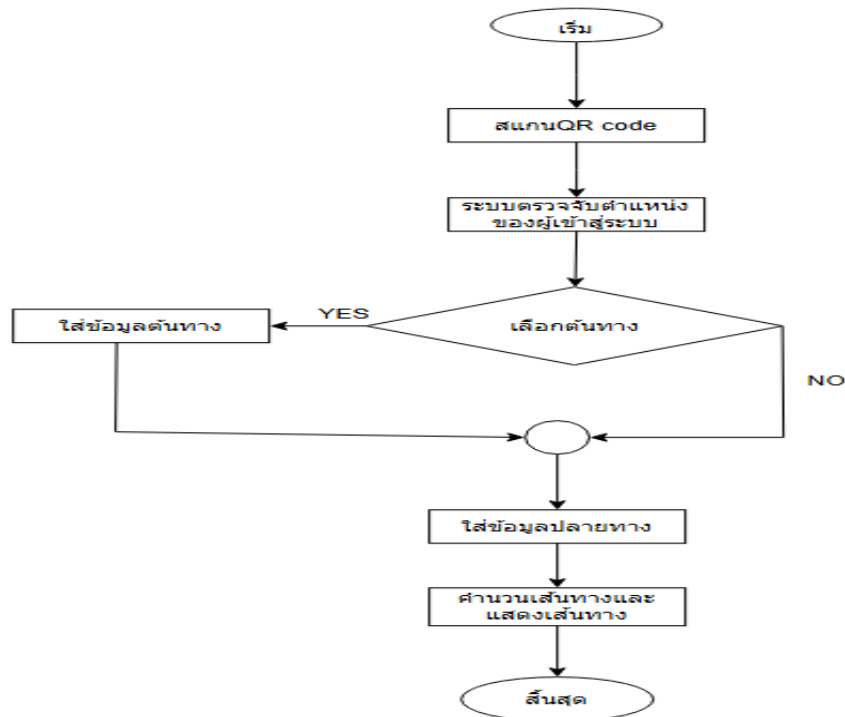
3.2 การสร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบนำทางภายในอาคารนี้ใช้คิวอาร์โค้ดเป็นเครื่องมือในการระบุตำแหน่งเริ่มต้นหรือพิกัดปัจจุบันของผู้ใช้งาน โดยภายในคิวอาร์โค้ดจะบรรจุข้อมูลพิกัดของแต่ละจุดให้สอดคล้องกับค่าพิกัดที่กำหนดไว้ในระบบ (แกน X และ Y) เมื่อตำแหน่งถูกระบุ ระบบจะสามารถประมวลผลและสร้างเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างแม่นยำ

3.3 การพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน

ระบบนำทางนี้ได้รับการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้เทคโนโลยี React.js ร่วมกับภาษา JavaScript เพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพาโดยไม่ต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ผู้ใช้งานสามารถใช้กล้องจากสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตในการสแกน คิวอาร์โค้ดที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร เพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบันของตนเอง โดย คิวอาร์โค้ดแต่ละจุดจะถูกเชื่อมโยงกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ระบบรู้จัก ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณเส้นทาง ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดได้ เช่น อุปกรณ์ไม่รองรับกล้อง หรือเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านคิวอาร์โค้ด ระบบยังมีทางเลือกสำรอง โดยผู้ใช้งานสามารถเลือก ตำแหน่งเริ่มต้นด้วยตนเองผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานของแอปพลิเคชัน (User Interface) ของแอปพลิเคชัน โดยสามารถค้นหาจุดเริ่มต้นจากรายการที่กำหนดไว้ในระบบ

เมื่อระบุตำแหน่งเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือก จุดหมายปลายทาง ที่ต้องการ ระบบจะทำการประมวลผลเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดระหว่างต้นทางและปลายทาง โดยอ้างอิงข้อมูลจากไฟล์แผนผังอาคาร และดำเนินการคำนวณด้วย อัลกอริทึมค้นหาเส้นทาง (Pathfinding Algorithm) ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งในกรณีนี้คือ A Algorithm* ผลลัพธ์จะแสดงเป็นเส้นทางนำทาง(Path) บนแผนที่ดิจิทัลของอาคาร โดยระบบใช้ภาพแผนที่เป็น พื้นหลัง(Background Map) และวาดเส้นทางที่ได้อยู่ด้านบนพร้อมรองรับฟังก์ชันการขยายและย่อแผนที่ (Zoom in/out) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดของพื้นที่ เช่น ทางแยกหรือจุดเชื่อมต่อ ได้อย่างแม่นยำ ระบบนี้ได้รับการออกแบบโดยเน้น ความง่ายในการใช้งาน ขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน และความรวดเร็วในการตอบสนองเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในสถานการณ์เร่งด่วน



ภาพที่ 3 ผังงานระบบนำทางภายในอาคาร

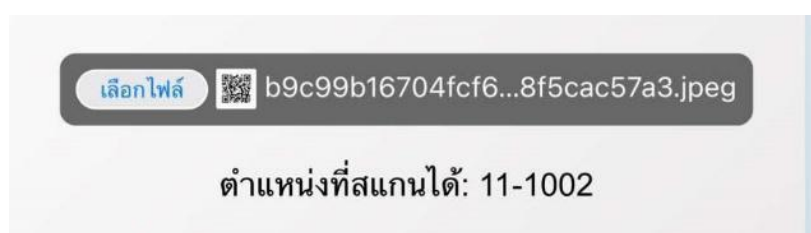
จอแสดงผลของเว็บแอปพลิเคชันและวิธีการใช้งาน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรม

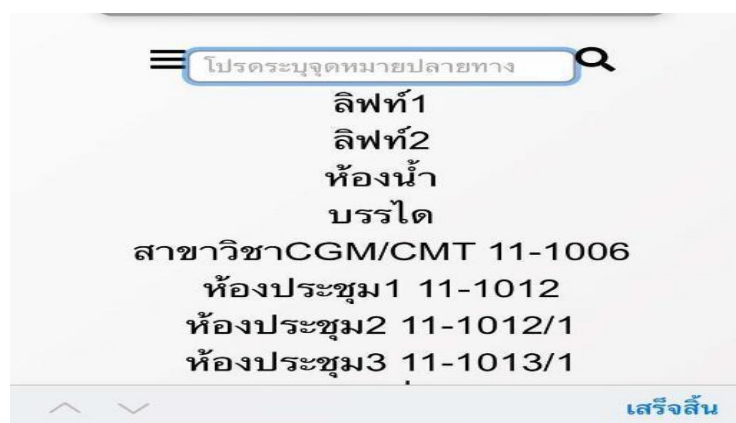
การสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อระบุตำแหน่งเริ่มต้น

ผู้ใช้งานสามารถใช้กล้องของอุปกรณ์เพื่อสแกนคิวอาร์โค้ดที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคารเพื่อระบุตำแหน่งเริ่มต้นของตนเอง ในกรณีที่ไม่สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดได้ไม่ว่าจะเกิดจากข้อจำกัดของอุปกรณ์หรือข้อผิดพลาดทางเทคนิค ระบบยังรองรับทางเลือกเพิ่มเติมโดยเปิดให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกตำแหน่งเริ่มต้นด้วยตนเองผ่านอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชัน (Application Interface) เมื่อผู้ใช้งานระบุตำแหน่งเริ่มต้นด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งแล้ว ระบบจะแสดงผลลัพธ์ตามที่ปรากฏในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมเมื่อสแกนคิวอาร์โค้ดสำเร็จ

หลังจากสแกนคิวอาร์โค้ดหรือเลือกตำแหน่งต้นทางเรียบร้อยแล้วระบบจะแสดงชื่อของตำแหน่งปัจจุบันที่ผู้ใช้งานอยู่ พร้อมให้ผู้ใช้งานเลือกจุดหมายปลายทางที่ต้องการเดินทางไป



ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมขณะเลือกจุดหมายปลายทาง

เมื่อผู้ใช้งานเลือกจุดหมายปลายทางแล้วระบบจะทำการประมวลผลและแสดงเส้นทางจากตำแหน่งต้นทางไปยังปลายทาง โดยแสดงเป็นเส้นทางบนแผนที่ภายในอาคารอย่างชัดเจน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมเมื่อแสดงเส้นทาง

เมื่อผู้ใช้งานเลือกจุดหมายปลายทางแล้วระบบจะทำการแสดงเส้นทางจากตำแหน่งต้นทางไปยังปลายทางบนแผนที่ภายในอาคาร โดยเส้นทางจะแสดงอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามและเดินทางไปยังจุดหมายได้อย่างถูกต้องและสะดวก ดังภาพที่ 7

4. ผลการดำเนินการและอภิปรายผล

จากการทดสอบภาคสนามกับกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบมีระบบ(Systematic sampling) จากประชากรที่ใช้บริการภายในอาคารเรียน 11 ชั้นของมหาวิทยาลัยรังสิตในช่วงเวลาทำการ โดยมีกระบวนการอธิบายรายละเอียดของการทดลอง และขอความยินยอมก่อนเข้าร่วมการทดสอบ ผลการเก็บข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ระบบนำทางด้วยคิวอาร์โค้ด ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำทางได้อย่างถูกต้องถึง 97.6% โดยคำนวณจากจำนวนผู้เข้าร่วมที่สามารถเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางได้ถูกต้องตามที่ระบบแนะนำ เมื่อเทียบกับจำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด

สำหรับประสิทธิภาพด้านเวลา พบว่าระบบช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาเส้นทางได้อย่างชัดเจน โดยค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีดั้งเดิม (ถามเจ้าหน้าที่หรืออ่านป้ายบอกทาง) อยู่ที่ 148 วินาที ในขณะที่กลุ่มที่ใช้ระบบคิวอาร์โค้ดใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 86 วินาที ลดลงถึง 62 วินาที หรือคิดเป็น

28.3% ซึ่งตัวเลขนี้ได้จากการจับเวลาจริงของอาสาสมัครทั้ง 50 คน และนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่ม

ตารางประเมินการใช้งาน

ทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเบื้องต้น โดยใช้ระดับคะแนน 5 ระดับ ดังนี้: 5 = พอใจมากที่สุด, 4 = พอใจมาก, 3 = พอใจปานกลาง, 2 = พอใจน้อย, 1 = ไม่พอใจเลย

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้งาน

หัวข้อเรื่อง	ลำดับความพึงพอใจ					ค่าน้ำหนัก
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
ความถูกต้องของเส้นทาง	45	15	5	0	0	4.6
	70.31%	30%	10%	0%	0%	92%
ความสะดวกการใช้งาน	28	17	5	0	0	4.5
	56%	34%	10%	0%	0%	90%
ขั้นตอนการใช้งาน	27	18	5	0	0	4.5
	54%	36%	10%	0%	0%	90%
ความเร็วในการประมวลผล	25	17	6	2	0	4.4
	48%	34%	12%	4%	0%	88%
ความชัดเจนของแผนที่, ความสามารถในการย่อ/ขยาย	24	18	6	2	0	4.4
	48%	36%	12%	4%	0%	88%

4.1 ด้านความง่ายในการใช้งาน

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 50 คน พบว่าผู้มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับ “มาก” โดยเฉลี่ย 4.5 จาก 5 คะแนน (คิดเป็น 90% ของค่าน้ำหนักสูงสุด) โดยเฉพาะในหมวด “ขั้นตอนการใช้งาน” ได้คะแนนเฉลี่ย 4.5 คะแนน เช่นกัน สะท้อนว่าส่วนติดต่อผู้ใช้งาน(User Interface)ของเว็บแอปพลิเคชัน และขั้นตอนการสแกนคิวอาร์โค้ด เพียงครั้งเดียวสามารถตอบโจทย์ผู้ใช้งาน นอกจากนี้ ระบบยังแสดงเส้นทางแบบเส้นหลายจุด (Polyline) บนแผนที่ภายในอาคาร ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถคาดการณ์เส้นทางล่วงหน้า ลดความสับสนในบริเวณทางแยก และรองรับการใช้งานแบบย่อ/ขยายภาพ (Zoom in/out) เพื่อความชัดเจนในการมองเห็น โดยหัวข้อ

“ความชัดเจนของแผนที่และความสามารถในการย่อ/ขยาย” ได้คะแนนเฉลี่ย 4.4 คะแนน (คิดเป็น 88% ของค่าน้ำหนัก) ซึ่งอยู่ในระดับ “มาก” เช่นกัน

4.2 ด้านการประหยัดทรัพยากร

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่นในด้านการประหยัดทรัพยากร เนื่องจากใช้เพียงคิวอาร์โค้ด และ เซิร์ฟเวอร์กลาง จึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม เช่น อุปกรณ์กระจายสัญญาณความหนาแน่นสูง (High-density Access Point) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบนำทางด้วยเทคโนโลยีสัญญาณไวไฟ นอกจากนี้ ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถ อัปเดตแผนที่ภายในอาคารได้ทันทีผ่านแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลระบบ ซึ่งมีความยืดหยุ่นและรวดเร็วกว่าระบบที่ต้องพึ่งพาบริการจากภายนอก เช่น งานวิจัยของ Sushma และ S. Ambareesh(2017) ที่ต้องใช้เวลาในการอัปเดตแผนที่เข้าสู่ระบบของ Google Maps ซึ่งอาจกินเวลาหลายสัปดาห์ก่อนที่จะสามารถใช้งานจริง

4.3 ด้านข้อจำกัดสำคัญ

4.3.1 พื้นที่ทดลอง การทดสอบทำในอาคารเพียงชั้นเดียว จึงยังไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของระบบในอาคารหลายชั้นหรืออาคารที่มีโครงสร้างซับซ้อนกว่านี้ได้

4.3.2 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ระบบต้องอาศัยการเชื่อมต่อเครือข่าย หากสัญญาณไม่เสถียรอาจทำให้เกิดความล่าช้าในการสแกนคิวอาร์โค้ดและแสดงผลเส้นทาง

4.3.3 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคิวอาร์โค้ด การทดลองยังไม่ได้ศึกษาผลกระทบจากปัจจัยภายนอก เช่น แสงสะท้อน ความชื้น หรือการเสื่อมสภาพของสติ๊กเกอร์ ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการสแกนในระยะยาว

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาต้นแบบระบบนำทางภายในอาคารด้วย คิวอาร์โค้ด ซึ่งสามารถลดเวลาในการค้นหาเส้นทางเฉลี่ย 28.3% และให้ความแม่นยำในการระบุตำแหน่งสูงถึง 97.6% ผลการประเมินกับอาสาสมัครแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ทุกกลุ่ม เช่น นักศึกษา (อายุประมาณ 18–22 ปี) และกลุ่มวัยทำงาน (อายุประมาณ 23–50 ปี) สามารถสแกนและรับเส้นทางได้อย่างสะดวกในเชิงปฏิบัติ ระบบนี้ใช้เพียงสติ๊กเกอร์คิวอาร์โค้ดและเว็บแอปพลิเคชัน จึงมีต้นทุนต่ำและติดตั้งได้รวดเร็ว แตกต่างจากเทคโนโลยี Beacon ที่ต้องลงทุนติดตั้งฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม และระบบระบุตำแหน่งด้วย Wi-Fi ที่มีค่าใช้จ่ายด้านโครงสร้างพื้นฐานสูงกว่า นอกจากนี้ QR Code ยังง่ายต่อการบำรุงรักษาและปรับปรุงพื้นที่จริง เพราะโครงสร้างข้อมูล POI-QR (Point of Interest QR Code) ขณะที่ระบบอื่นมักต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและใช้เวลามากกว่า

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การทดลองทำในอาคารเพียงชั้นเดียว ทำให้ยังไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพการนำทางในอาคารหลายชั้นได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งระบบยังต้องพึ่งพาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ซึ่งหากสัญญาณไม่เสถียรอาจทำให้การสแกนคิวอาร์โค้ดล่าช้า นอกจากนี้ คิวอาร์โค้ดอาจเสื่อมสภาพเมื่อใช้งานจริงในระยะยาว และการทดลองในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมจำนวนจำกัด (50 คน) ซึ่งยังไม่ครอบคลุมกลุ่มผู้ใช้งานที่หลากหลายมากนัก จึงควรมีการทดสอบเพิ่มเติมกับอาคารหลายชั้นและผู้ใช้กลุ่มอื่น ๆ เพื่อยืนยันประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจริงที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ระบบคิวอาร์โค้ดมีข้อได้เปรียบเด่นชัดในด้าน ต้นทุนต่ำ ความสะดวก และความยืดหยุ่น แต่ในอาคารขนาดใหญ่หรือหลายชั้น เทคโนโลยีอย่าง Beacon หรือ Wi-Fi อาจให้ความแม่นยำที่สูงกว่าในระดับเซนติเมตร อย่างไรก็ตาม จุดแข็งของ QR Code คือการเข้าถึงง่าย ไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์เฉพาะ และสามารถปรับปรุงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในอนาคต ควรพัฒนาโหมดออฟไลน์ (Offline Mode) ที่จัดเก็บแผนที่ไว้ในอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน รวมถึงใช้คิวอาร์โค้ดแบบไดนามิก (Dynamic QR Code) ที่ปรับข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ เพื่อลดภาระการพิมพ์ใหม่ พร้อมทั้งผสมผสานเทคโนโลยีการซ้อนภาพเสมือนจริง เพื่อเพิ่มประสบการณ์การนำทางที่สมจริงยิ่งขึ้น

ด้วยประสิทธิภาพ ความสะดวก และต้นทุนที่เข้าถึงได้ ต้นแบบระบบนำทางภายในอาคารด้วยคิวอาร์โค้ดจึงมีศักยภาพสูงในการนำไปประยุกต์ใช้จริงในอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย และศูนย์การค้า เพื่อยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้งาน เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่ และเป็นรากฐานต่อยอดสู่บริการอัจฉริยะอื่น ๆ ได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง (References)

- หทัยรัตน์ เกตุมณีชัยรัตน์, & บรรณทัศน์ สร้อยระย้า. (2565). ระบบติดตามตำแหน่งภายในอาคารแบบเรียลไทม์ระดับเซนติเมตร. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology) ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (Online): 2697-5548
- Expert-Programming-Tutor.com. (n.d.). A Algorithm การค้นหาทางลัดไปยังจุดหมายในโลกการเขียนโปรแกรม. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2568 ค้นจาก
https://expert-programming-tutor.com/tutorial/article/KC0030046002_Astar_Algorithm_in_Java.php
- Gozio Health. (2023). Patients are getting lost in hospitals: 12 stats show what that costs. Retrieved September 11, 2025, from
<https://www.goziohealth.com/blog/patients-are-getting-lost-in-hospitals-12-stats-show-what-that-costs>
- me-qr (2024). ใครเป็นผู้คิดค้น QR Code: ประวัติความเป็นมาของการสร้าง QR Code. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2568 ค้นจาก
https://me-qr.com/th/page/blog/who-created-qr-codes?srsltid=AfmBOorZ_EaCaouyfiRrUfK4vz605vFrdY2hiqwAF-CJ80yKQw3NBrn2
- MedCity News. (2024, July 10). True blue dot: Navigation in healthcare is both harder—and more important—than you think. Retrieved September 11, 2025, from
<https://medcitynews.com/2024/07/true-blue-dot-navigation-in-healthcare-is-both-harder-and-more-important-than-you-think>
- pospak. (2562). มารู้จักกับ RFID (อาร์เอฟไอดี) เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2568 ค้นจาก
<https://www.pospak.com/th/what-is-rfid-blog?srsltid=AfmBOopB5AaZi4KSRYFaw70ljZ-ktO9Ls43GZoB5onpbMtEoK7XPKjy>
- quickerpthailand. (2565). AR คืออะไร ประโยชน์ การนำไปใช้สำหรับธุรกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2568 จาก
<https://quick-transformation.com/blog-what-is-ar/>

- Sujith Suresh, P. M. Rubesh Anand, & D. Sahaya Lenin. (2016). **A novel method for indoor navigation using QR codes.** International Journal of Applied Engineering Research, 10(77). ISSN 0973-4562.
- Sushma, & Ambareesh, S. (2017). **Indoor navigation using QR code based on Google Maps for iOS.** IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.
- Team, S. (2020). **Web application คืออะไร? ต่างจากเว็บไซต์ทั่วไปอย่างไร.** สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2568
จาก <https://1stcraft.com/website-application-vs-general-website/>
- The Week. (2018, February 8). **People keep getting lost in hospitals. An app wants to stop that.** Retrieved September 11, 2025, from <https://theweek.com/articles/761108/people-keep-getting-lost-hospitals-app-wants-stop-that>.