

โปรแกรมประยุกต์นำทัวร์อัตโนมัติบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้การตรวจจับสถานที่
ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

Automatic Tour Guide Application on Mobile Using Location Detection and Augmented Reality Technology

ทศพล บ้านคลองสี^{1*} และพีรพล เวทีกุล²

Received: August, 2015; Accepted: February, 2016

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันการเติบโตทางด้านการท่องเที่ยว รวมถึงการเยี่ยมชมและแนะนำสถานที่ เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทำให้บุคลากรในการแนะนำสถานที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน จะทำให้มีชาวต่างชาติที่สื่อสารด้วยภาษาที่แตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาในการติดต่อสื่อสาร งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอโปรแกรมประยุกต์นำทัวร์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อนำทางและแสดงสถานที่สำคัญ พร้อมทั้งจัดเส้นทางนำทัวร์แบบอัตโนมัติด้วยเทคนิคในการแก้ปัญหาคำถามเดินทางของพนักงานขายร่วมกับสมการฮาเวอร์ไซน์ในการคำนวณระยะห่างระหว่างจีพีเอส จากนั้นจะนำทางพร้อมบอกเส้นทางเดินแก่ผู้ใช้งานแผนที่ ระบบจะสามารถโต้ตอบและแสดงข้อมูลต่าง ๆ แบบอัตโนมัติเมื่อถึงสถานที่เยี่ยมชม ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มาเพิ่มประสบการณ์เยี่ยมชมแบบใหม่ นอกจากนี้เพื่อรองรับผู้เยี่ยมชมต่างชาติ ระบบสามารถรองรับได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ งานวิจัยนี้ได้ทดสอบผ่านกรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ ผู้เยี่ยมชมสามารถไปยังสถานที่สำคัญต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยได้อย่างถูกต้อง ได้ข้อมูลครบถ้วน และเกิดความประทับใจจากการเยี่ยมชมผ่านระบบที่นำเสนอร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม พร้อมทั้งได้นำโปรแกรมมาทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้ใช้งานทั้งบุคคลภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยซึ่งได้รับผลตอบกลับด้านความแม่นยำในการทำงานแบบออนไลน์ที่ดีกว่าแบบออฟไลน์ และความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดี ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบนำทัวร์ต่อไป

คำสำคัญ : โปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่; การนำทัวร์ผ่านพิกัดที่ตั้ง; ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย; เทคโนโลยีความจริงเสริม

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* Corresponding Author E - mail Address: todsapon.b@bu.ac.th

Abstract

In many organizations, e.g., government units and universities, the number of visitors have been increasing so tremendously that the number of guides is not enough anymore. Especially when the ASEAN Economic Community opens, there will be a lot of visitors speaking several languages; this can cause a serious communication issue between guides and visitors. In this paper, we present a smart and user-friendly mobile application that can guide visitors automatically depending on the user locations. All points of interests are listed and shown in the system. Also, the suitable visiting route can be automatically generated using the "Traveling Salesman Problem" algorithm along with the Haversine formula to compute a distance between two location points. Upon arrival, the system will display informative streaming videos presenting history and information of those places by utilizing "Reminder by Location Service" along with "Augmented Reality Technology." The program can support Thai and English languages. The experiments were conducted at Bangkok University, Rangsit campus by visitors from inside and outside of the university. The results showed that the online mode is more accurate than the offline mode for the location detection. Also, the feedback from users has shown the they are satisfied with the system.

Keywords: Mobile Application; Location Based Tour Guide; Traveling Salesman Problem; Augmented Reality Technology

บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทั้งการรับส่งข้อความ อีเมล การแชร์ภาพ และสถานที่บนสื่อสังคมออนไลน์ รวมถึงระบบนำทางในการแนะนำสถานที่ผ่านพิกัดที่ตั้งด้วยจีพีเอส ค้นหาพิกัดของอุปกรณ์เคลื่อนที่ และที่ตั้งของสถานที่ ซึ่งอ้างอิงจากแผนที่กูเกิล เพื่อบ่งบอกเส้นทาง ที่ช่วยเพิ่มความสะดวก และรวดเร็วในการค้นหาเส้นทางไปยังสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งเทคโนโลยีความจริงเสริมได้รับความนิยมในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง เพื่อเพิ่มความเสมือนจริง

งานวิจัยนี้ได้นำกรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่มีผู้เข้ามาดูงานเป็นจำนวนมาก ทุกครั้งที่มีการดูงานทางมหาวิทยาลัยต้องจัดบุคลากรเพื่อแนะนำสถานที่ ทำให้บุคลากรไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เยี่ยมชม และเมื่อเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน จะทำให้มีชาวต่างชาติเข้ามาดูงานมากขึ้น อาจเกิดปัญหาเรื่องการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ดูงานกับบุคลากร งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอโปรแกรมประยุกต์นำทัวร์อัตโนมัติบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยการตรวจจับสถานที่ โดยใช้เทคนิค Traveling Saleman

Problem และการคำนวณด้วย Haversine Formula เพื่อหาระยะทางระหว่างจีพีเอส มาช่วยจัดเส้นทางการทัวร์ ร่วมกับแนะนำสถานที่ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ที่รองรับภาษาไทย และภาษาอังกฤษ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ ประหยัดเวลาของบุคลากร เพิ่มความเพลิดเพลินในการเข้าชมสถานที่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกสถานที่ที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้สามารถทำงานได้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ พร้อมทำการประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำ และความพึงพอใจในการนำทัวร์โดยผู้ใช้ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ผลตอบรับที่ได้อยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดี

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. พัฒนาระบบแนะนำสถานที่บนอุปกรณ์เคลื่อนที่
2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกเส้นทางในการทัวร์ได้เอง
3. เพื่อให้การนำทัวร์เสมือนจริงระบบจะสามารถให้ข้อมูลแบบอัตโนมัติเมื่อถึงพิกัดที่ตั้ง
4. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถไปยังสถานที่ด้วยการนำทางแบบออนไลน์และออฟไลน์ได้ถูกต้อง
5. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข่าวสารและข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์
6. เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสถานที่ต่าง ๆ ได้

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เทคโนโลยีระบบนำทางแบบระบุตำแหน่ง เป็นเทคโนโลยีระบุตำแหน่ง [1] จากเครื่องจีพีเอส ในการตรวจสอบเส้นทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ มีการเชื่อมโยงระบบจีพีเอสบนอุปกรณ์เคลื่อนที่กับดาวเทียม ด้วยบริการแบบ Pull และ Push

2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีระบบนำทัวร์ ประกอบด้วย

1) Traveling Salesman Problem [2] คืออัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง ซึ่งเป็นปัญหาการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของพนักงานขาย ในการเดินทางผ่านทุก ๆ สถานที่เพียงครั้งเดียว และสิ้นสุดที่สถานที่เริ่มต้น ระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังทุกจุดที่เหลือ แสดงอยู่ในรูปแบบเมตริกซ์เรียกว่าเมตริกซ์ระยะทาง โดยใช้ Nearest Neighbor Algorithm ทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด จากจุดเริ่มต้นเดินทางผ่านทุกจุด แล้วกลับมายังจุดเริ่มต้นอีกครั้ง โดยผ่านแต่ละจุดได้เพียงครั้งเดียว

2) Haversine Formula [3] คือสมการในการคำนวณระยะทางระหว่างพิกัดจีพีเอส 2 ตัว ซึ่งใช้ค่าละติจูดและลองจิจูดในการคำนวณ ตามสมการที่ (1) - (6) กำหนดให้ $lat_i, long_i$ คือละติจูดและลองจิจูดของตำแหน่ง i, d คือ ระยะทางระหว่างพิกัด, a คือ ค่าเส้นทางระหว่างดาวเทียม, c คือ ค่าเส้นทางตรงข้ามมุมของดาวเทียม และ R คือ ค่าเฉลี่ยโลกเท่ากับ 6,371 กิโลเมตร

$$\Delta lat = lat_2 - lat_1 \quad (1)$$

$$\Delta long = long_2 - long_1 \quad (2)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (3)$$

$$c = 2 \times a \tan^{-1}\left(\sqrt{a} \sqrt{1-a}\right) \quad (4)$$

$$d = R \times c \quad (5)$$

สูตรการแปลงค่าเป็นเรเดียน กำหนดให้ X คือ ค่าที่แปลงเป็นเรเดียนและ Π คือ ค่าเฉลี่ยโลก

$$X \times \frac{\Pi}{180} \quad (6)$$

3) Google Direction API [4] เป็น API ของกูเกิล ที่ให้นักพัฒนาขอสภาพเส้นทางถนน ระยะทางและระยะเวลาการเดินทางโดยส่งข้อมูลในรูปแบบ XML หรือ JSON ประกอบด้วย ค่าละติจูด และลองจิจูด ค่าข้อมูลของสภาพเส้นทางถนน ค่าระยะเวลา และค่าระยะทาง

3. เทคโนโลยีความจริงเสริม [5] เป็นเทคโนโลยีที่แสดงภาพเสมือนจริงผ่านกล้องบนคอมพิวเตอร์ หรือมือถือร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ สามารถใช้ในรูปแบบออนไลน์ที่โต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริง

4. การนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ร่วมกับการท่องเที่ยว จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทางด้านการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการท่องเที่ยว [6] พบว่ามีการรวบรวมซอฟต์แวร์ ที่ช่วยในการพัฒนาในรูปแบบ Location-Based และรองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้แก่

1) LayaR โปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ให้ผู้พัฒนาข้อมูลในรูปแบบ AR เข้าไปในโปรแกรมได้ และรองรับการทำงานแบบ Location-Based

2) DroidAR เป็น AR Framework พัฒนามาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในรูปแบบ Location-Based และ Marker-Based

3) DWARF เป็น AR Framework พัฒนามาบน CORBA Framework รองรับการทำงานบน Laptops และ Palmtop

ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ LayaR เนื่องจากความสะดวกในการพัฒนาและรองรับได้หลายแพลตฟอร์ม ทั้ง Android, iOS, Symbian และ BlackBerry

5. การนำทาง จากการสืบค้นโปรแกรมนำทาง [7] ได้แก่

1) Google Map เป็นบริการแผนที่ที่สามารถให้บริการค้นหาและระบุพิกัดตำแหน่งของสถานที่แบบออนไลน์ เพื่อนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ และมี Google Play Services ที่สามารถให้นักพัฒนาเขียนโปรแกรมติดต่อขอใช้งานแผนที่ พร้อมกับมี Google Direction API ให้บริการสภาพเส้นทางถนน ค่าณระยะเวลาระยะทาง

2) Sygic เป็นบริการแผนที่แบบออฟไลน์ที่สามารถให้บริการค้นหาและระบุพิกัดตำแหน่งของสถานที่ เพื่อนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ผ่านจีพีเอส

3) GPS Navigation BE-ON-ROAD เป็นบริการแผนที่แบบออฟไลน์สามารถนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ผ่านจีพีเอส และมีฟังก์ชันให้คำแนะนำและแจ้งเตือน

4) Kingston University App เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในการนำทางและให้คำแนะนำสถานที่ภายในมหาวิทยาลัยคิงส์ตันซึ่งอาศัยแผนที่แบบออนไลน์

5) Maryville University App เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในการนำทางและให้คำแนะนำสถานที่ภายในมหาวิทยาลัยแมรีวิลล์แบบออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ ข้อมูลพิกัดที่ตั้ง ข้อมูลของสถานที่ ระยะทางระหว่างสถานที่ และข้อมูลอื่น ๆ ในรูปแบบข้อความ วิดีโอ รูปภาพ เสียง และตัวอักษร เพื่อนำทางและค้นหาเส้นทาง ครอบคลุม 22 สถานที่ ในมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

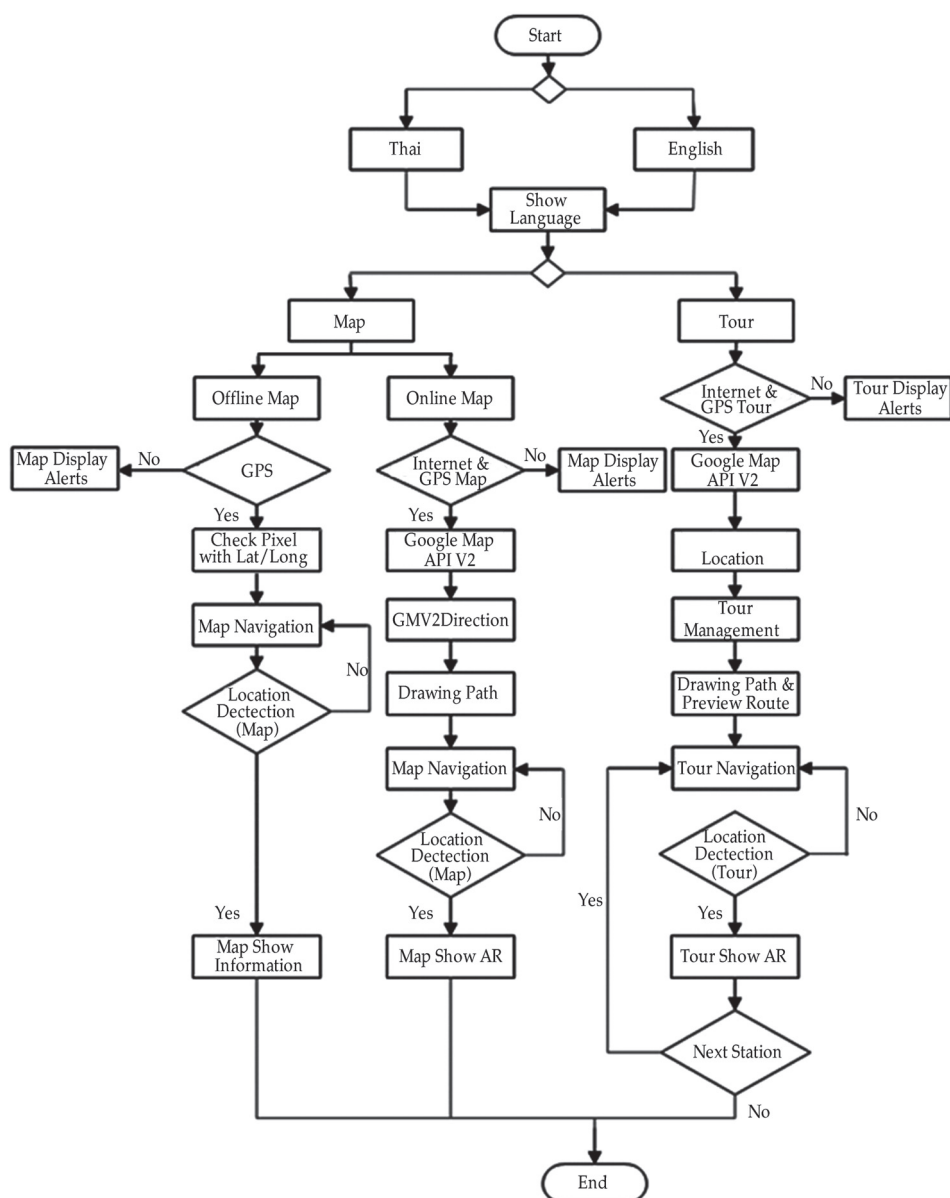
2. ออกแบบการทำงานของโปรแกรม การทำงานเริ่มต้นจากการเลือกภาษา เมื่อเข้าหน้าเลือกเมนู ประกอบด้วย โหมดนำทางทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ จะนำทางแบบจุดต่อจุด และโหมดนำทัวร์สามารถเลือกได้มากกว่า 1 สถานที่ พร้อมจัดสรรเส้นทางทัวร์อัตโนมัติ เมื่อถึงที่หมายจะแนะนำสถานที่ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม ดังรูปที่ 1

3. การพัฒนาโปรแกรม พัฒนาด้วยภาษาจาวา รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 2.2 - 4.2 ใช้อินเทอร์เนตกับจีพีเอสร่วมกับ Google Play Services ในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Google Map API V2 สามารถวาดเส้นทางการเดินทางทัวร์ PolyLine ลงบน Google Map และเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Google Direction API ในการร้องขอสภาพเส้นทางถนน ระยะเวลาการเดินทาง และเมื่อไปถึงสถานที่ โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้เปิดใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม โดยเชื่อมผ่านโปรแกรม Layan ในการแนะนำสถานที่อย่างถูกต้อง

1) เทคนิคการพัฒนาโปรแกรม ประกอบด้วย ส่วนวิธีการตรวจสอบสถานที่แบบอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้มาถึงจุดที่ตั้งจะตรวจสอบจากจุดอ้างอิงพิกัดจีพีเอส ซึ่งเก็บค่าละติจูดกับลองจิจูดของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด คำนวณระยะทางผ่านสมการ Haversine เมื่อถึงสถานที่นั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร ระบบจะได้ตอบอัตโนมัติกับผู้ใช้ ที่ตั้งระยะ 5 เมตร เพราะหมุดพิกัดอาคารถูกปักกลางอาคาร จึงต้องเว้นช่องว่างระหว่างหมุดที่อยู่ในกับนอกอาคาร ซึ่งเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของสถานที่ และความคลาดเคลื่อนของรุ่นจีพีเอส และส่วนกำหนดเส้นทางนำทัวร์ใช้ Nearest Neighbor Algorithm กำหนดขนาดชุดข้อมูลและจุดเริ่มต้น แล้วตรวจสอบระยะทางของจุดเริ่มต้นไปยังทุก ๆ จุด หากจุดที่มีค่าน้อยที่สุด ลบคอลัมน์ของจุดนั้นออกจากตาราง ทำวนซ้ำตั้งแต่ขั้นแรกใหม่จนกว่าชุดข้อมูลจะหมด

2) โครงสร้างของระบบประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนจัดการที่ตั้งใช้ในกรณีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจีพีเอสจะตรวจจับค่าพิกัดที่ตั้งใหม่ได้ ส่วนวางแผนทัวร์ ทำการจัดเส้นทางนำทัวร์ที่สั้นที่สุด โดยหลักการทำงานจะนำค่าพิกัดตำแหน่งที่เลือกมา N จำนวนเก็บไว้ในตัวแปรอาร์เรย์ลิสต์ตัวที่ 1 ใช้คำนวณระยะทางระหว่างพิกัดจีพีเอส 2 ตัว ตั้งแต่สมการที่ (1) - (5) ส่วนวาดเส้นทาง จะวาดเส้นทาง

นำทัวริบ้น Google Map โดยใช้ฟังก์ชัน GMapV2Direction ที่ต้องอาศัย Google Direction API คึงค่าจากไฟล์ XML ส่วนตรวจสอบพิกัดที่ตั้ง ทำการตรวจสอบค่าระยะทางระหว่างพิกัดเริ่มต้นกับพิกัดสิ้นสุดด้วย Haversine Formula ว่าห่างกันเท่าไร โดยตรวจสอบทุก ๆ 2 วินาทีด้วยฟังก์ชัน onLocation Changed ในส่วนจัดการที่ตั้ง และส่วนการแนะนำสถานที่ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม คือส่วนแสดงผลเมื่อผู้เข้ามาถึงสถานที่ จะแสดงกล่องข้อความแนะนำสถานที่ผ่านการสแกนรูปภาพที่ได้กำหนดเป็นมาร์คเกอร์ ใช้กล้องมือถือ เพื่อดูข้อมูลแบบข้อความ ภาพ เสียง และวิดีโอ ซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรม Layar

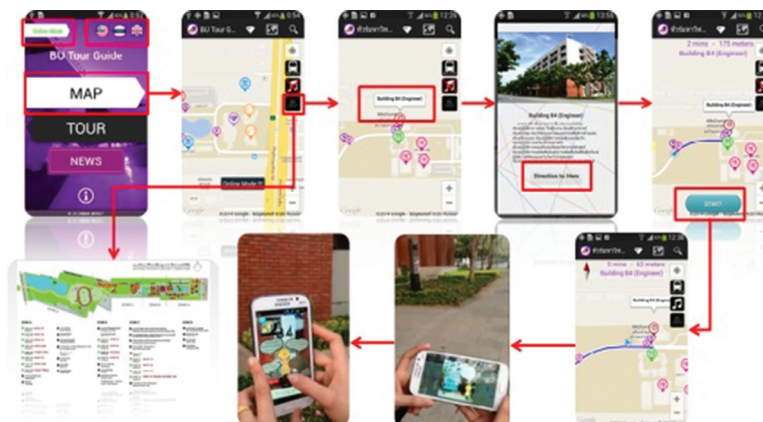


รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

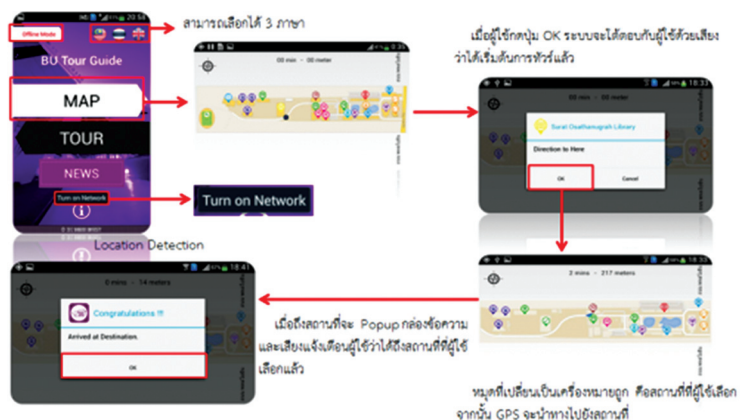
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. ผลการทดลองการทำงานของโปรแกรม

ทำงานได้อย่างถูกต้องทั้งในโหมดนำทางแบบออนไลน์ แบบออฟไลน์ และการนำทัวร์ที่รองรับแบบออนไลน์ พร้อมทั้งแนะนำสถานที่ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม ดังรูปที่ 2



(ก) โหมดนำทางแบบออนไลน์



(ข) โหมดนำทางแบบออฟไลน์

รูปที่ 2 ผลการทดลองการทำงานของโปรแกรม



(ค) โหมดการนำทัวร์

รูปที่ 2 ผลการทดลองการทำงานของโปรแกรม (ต่อ)

2. ผลการทดลองและเปรียบเทียบคุณสมบัติการทำงาน

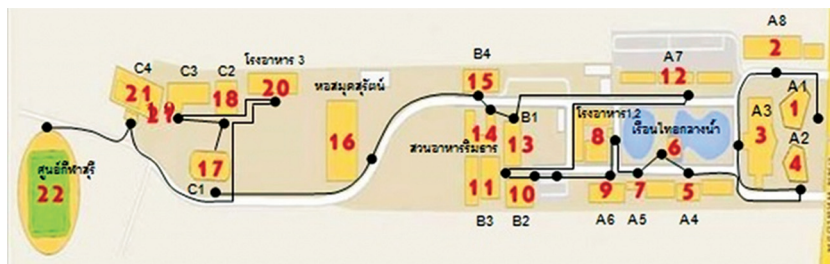
จากตารางที่ 1 พบว่า BU Tour Guide สามารถนำทางได้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ พร้อมรองรับการนำทัวร์แบบเทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งมีความครอบคลุมกว่าแบบอื่น

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบฟังก์ชันการทำงานกับระบบนำทางอื่น

แอปพลิเคชัน	Google Map	Sygc	GPS Nev BE-ON-ROAD	Kingston University App	Maryille University App	BU TOUR GUIDE
การนำทาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การนำทัวร์	✗	✗	✗	✗	✗	✓
ทำงานแบบออฟไลน์	✗	✓	✓	✗	✗	✓
ทำงานแบบออนไลน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การนำทางด้วยเสียง	✓	✓	✓	✗	✗	✓
การตรวจสอบสถานที่ตั้ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Augmented Reality	✗	✗	✗	✗	✗	✓
การหลีกเลี่ยงเส้นทางที่ปิดกั้น	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Street View	✓	✗	✓	✗	✗	✗

3. ผลการทดลองประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบ

1) วิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนของระบบนำทางทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ เป็นการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการนำทางของระบบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของระยะทางกี่เมตร โดยได้ลำดับการเดินบนเส้นทางที่ใช้ในการทดลองทั้ง 22 สถานที่ เรียงลำดับการเดินดังตัวเลขในรูปที่ 3 โดยทำการเดินทั้งหมด 5 รอบต่อคน



รูปที่ 3 เส้นทางในการทดลองความแม่นยำทั้ง 22 สถานที่

จากตัวอย่างนำค่าละติจูดและลองจิจูดของสถานที่ มาคำนวณผ่าน Haversine Formula จากสมการที่ (1) - (6) โดยทำการทดลองกำหนดค่าพิกัดเริ่มต้นที่ละติจูด 14.0402 และลองจิจูด 100.6163 เดินไปยังอาคาร A1 และเดินไปยังสถานที่ต่าง ๆ จนครบ 22 สถานที่ ทำลักษณะนี้จำนวน 5 ครั้งต่อคน ดังตารางที่ 2 ยกตัวอย่างอาคาร A1 จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่สูตร Root Mean Squared Error (RMSE) เป็นวิธีการประเมินความแม่นยำของค่าพยากรณ์กับค่าที่วัดได้จริง ดังสมการที่ (7) ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดง ดังตารางที่ 2

$$RSME = \sqrt{\frac{\sum (f(x_i) - y_i)^2}{n}} \quad (7)$$

ตารางที่ 2 พิกัดการเดินทางทั้ง 5 ครั้งของระบบนำทางที่เดินไปยังอาคาร A1

ครั้งที่	อาคาร A1 (คณะสถาปัตยกรรม)	
	ละติจูด	ลองจิจูด
1	14.0400	100.6158
2	14.0401	100.6158
3	14.0401	100.6158
4	14.0401	100.6158
5	14.0401	100.6158

2) สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของระบบนำทางแบบออนไลน์และออฟไลน์ เป็นการนำผลค่าความคลาดเคลื่อนของ 22 สถานที่ จากการทดลองที่ทำการเดินรอบละ 22 สถานที่ จำนวน 5 รอบต่อคน แล้วทำการเก็บข้อมูลพิกัดทั้งหมด มาคำนวณ โดยนำผลค่าความคลาดเคลื่อนของระบบแบบออฟไลน์ลบกับแบบออนไลน์ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยรวม แล้วนำค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 มาลบกัน เมื่อคิดค่าเป็นเมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของออนไลน์ และออฟไลน์ ได้ค่าดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 เห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของระบบนำทางแบบออนไลน์มีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าแบบออฟไลน์ เนื่องจากการใช้งานอินเทอร์เน็ต จีพีเอส ร่วมกับการทำงานของแผนที่กูเกิล ทำให้สามารถประมวลผลได้ดีกว่าการนำทางแบบออฟไลน์ที่อาศัยแค่จีพีเอสเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนของระบบนำทางแบบออฟไลน์และแบบออนไลน์

สถานที่	ค่าความคลาดเคลื่อน ออฟไลน์		ค่าความคลาดเคลื่อน ออนไลน์		ค่าความคลาดเคลื่อน ออฟไลน์ - ออนไลน์	
	(เมตร)	(%)	(เมตร)	(%)	(เมตร)	(%)
A1	5.11	4.96%	1.88	1.51%	3.23	3.45%
A8	3.20	2.38%	4.61	4.48%	-1.41	-2.10%
A3	4.14	3.32%	9.51	8.20%	-5.37	-4.88%
A2	13.75	11.00%	5.47	4.06%	8.28	6.94%
A4	16.40	13.12%	6.08	5.96%	10.32	7.16%
เรือนไทยกลางน้ำ	5.60	5.48%	4.31	3.45%	1.29	2.03%
A5	10.06	9.54%	4.31	3.45%	5.75	3.79%
โรงอาหาร 1, 2	4.45	3.50%	0.56	0.55%	3.89	2.95%
A6	4.07	3.18%	5.44	5.33%	-1.37	-2.15%
B2	4.75	3.78%	0.25	0.25%	4.50	3.53%
B3	11.18	9.46%	5.29	5.18%	5.89	4.28%
A7	5.59	4.58%	3.69	3.04%	1.90	1.52%
B1	4.31	3.45%	5.09	4.98%	-0.78	-1.53%
สวนอาหารริมธาร	4.24	3.39%	0.90	0.89%	3.34	2.50%
B4	1.21	1.19%	3.30	3.24%	-2.09	-2.05%
หอสมุดสุรัตน์	4.24	3.39%	4.09%	3.27%	0.15	0.12%
C1	5.05	4.95%	0.20	0.19%	4.85	4.76%
C2	2.49	2.44%	1.20	0.96%	1.29	1.48%
C3	4.47	16.17%	12.72	12.47%	-8.25	3.70%
โรงอาหาร 3	2.88	2.83%	10.89	10.21%	-8.01	-7.88%
C4	8.62	7.76%	0.44	0.43%	8.18	7.83%
ศูนย์กีฬาสุริ	4.86	3.85%	2.49	1.99%	2.37	1.86%
ค่าเฉลี่ย	5.94	5.62%	4.22	3.82%	1.73	1.70%

4. ผลการประเมินด้านข้อมูล รูปแบบ ระบบ และความพึงพอใจ

จากการใช้งานโปรแกรม ประเมินจากแบบสอบถาม โดยนักศึกษา 20 คน และบุคคลภายนอก 5 คน รวม 25 คน ซึ่งแต่ละคนได้ทำการเดินคนละ 5 รอบ รอบละ 22 สถานที่ โดยใช้เวลาการเดินหนึ่งรอบ 30 นาที รวม 5 ครั้ง ใช้เวลารวม 2.30 ชั่วโมงต่อคน คิดคะแนนโดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านข้อมูล รูปแบบ ระบบ และความพึงพอใจ

หัวข้อการประเมิน	ผู้ประเมิน (เต็ม 5 คะแนน)		
	นักศึกษา หรือบุคลากร ของมหาวิทยาลัย	บุคคล ภายนอก	ค่าเฉลี่ย รวม
1. ด้านข้อมูล			
1.1 ข้อมูลมีความถูกต้อง ครบถ้วน ทันสมัย	3.95	4.60	4.08
1.2 สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.15	4.60	4.24
2. ด้านรูปแบบ			
2.1 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมใช้งานง่าย	4.10	4.20	4.12
2.2 การออกแบบภาพกราฟิก มีความสวยงามและเหมาะสม	4.05	4.20	4.08
2.3 ขนาดและสีของตัวอักษรที่แสดงในโปรแกรม	4.10	4.20	4.12
3. ด้านระบบ			
3.1 ความพึงพอใจต่อระบบในการนำทางแบบออนไลน์ (Online Map)	4.15	4.80	4.28
3.2 ความพึงพอใจต่อระบบในการนำทางแบบออฟไลน์ (Offline Map)	3.65	4.40	3.80
3.3 ความพึงพอใจต่อระบบในการนำทัวร์ (BU TOUR)	3.85	4.80	3.88
3.4 ความพึงพอใจต่อสถานที่ที่ระบบจัดหาให้	3.90	4.60	4.04
3.5 ความพึงพอใจต่อระบบได้ตอบอัตโนมัติ	3.50	4.40	3.68
3.6 ท่านได้รับความประทับใจการใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริม	3.75	4.80	3.96
3.7 ท่านคิดว่าการรองรับได้หลายภาษามีประโยชน์มากน้อยเพียงใด	4.25	4.60	4.32
4. คุณภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน			
4.1 ความพึงพอใจโดยรวม	4.05	4.60	4.16

จากตารางที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจต่อระบบได้ตอบอัตโนมัติมีคะแนนเฉลี่ย 3.68 ซึ่งมีคะแนนต่ำที่สุด เนื่องจากการทดลองอาจมีความคลาดเคลื่อนของค่าจีพีเอสในอุปกรณ์ ทำให้การแสดงผลบางครั้งมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถปรับปรุงได้โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีค่าความแม่นยำในการคำนวณของจีพีเอสที่สูงขึ้น และเพิ่มอัลกอริทึมในการใช้งานให้ครอบคลุมลักษณะการนำทางและนำทัวร์ให้มากขึ้น

บทสรุป

งานวิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์นำทัวร์อัตโนมัติบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการตรวจจับสถานที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม กรณีศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ เพื่อนำมาใช้แทนที่บุคลากร ผลลัพธ์สามารถนำทางและนำทัวร์ได้อย่างถูกต้อง ในด้านความแม่นยำการนำทางในโหมดออนไลน์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 3.82% ซึ่งมีความแม่นยำที่ดีกว่าโหมดออฟไลน์ ที่มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 5.62% และส่วนผลการตอบรับโดยภาพรวมความพึงพอใจของผู้ใช้ คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้จัดงานการประชุมวิชาการ ECTI-CARD2015 ที่มอบรางวัลผลงานวิจัยดีเด่นและให้นำมาขยายผลต่อยอดในวารสารงานวิจัยฉบับนี้ ขอคุณอาจารย์และนักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

References

- [1] Chen, R. (2012). Ubiquitous Positioning and Mobile Location-Based Services in Smart Phones. Hershey, PA: IGI Global
- [2] Applegate, D.L., Bixby, R.M., Chvátal, V. and Cook, W.J. (2006). The Traveling Salesman Problem.
- [3] R.W. Sinnott. (1984). Virtues of the Haversin. Sky and Telescope. Vol. 68. No. 2. pp. 159
- [4] The Google Directions API. (2015). Google Developers. Access (26 January 2015). Available (<https://developers.google.com/maps/documentation/directions/>)
- [5] Graham, M., Zook, M. and Boulton, A. (2012). Augmented Reality in Urban Places: Contested Content and the Duplicity of Code. Transactions of the Institute of British Geographers
- [6] Kounavis, C.D., Kasimati, A.E. and Zamani, E.D. (2012). Enhancing the Tourism Experience through Mobile Augmented Reality: Challenges and Prospects. International Journal of Engineering Business Management. Vol. 4. No. 10. pp. 1-6
- [7] Banklongsi, T. and Vateekul, P. (2015). Mobile Application for Location Based Tour Guide with Augmented Reality Technology Case Study: Bangkok University. In 7th Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2015). Trang, Thailand.