

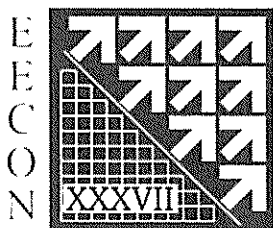
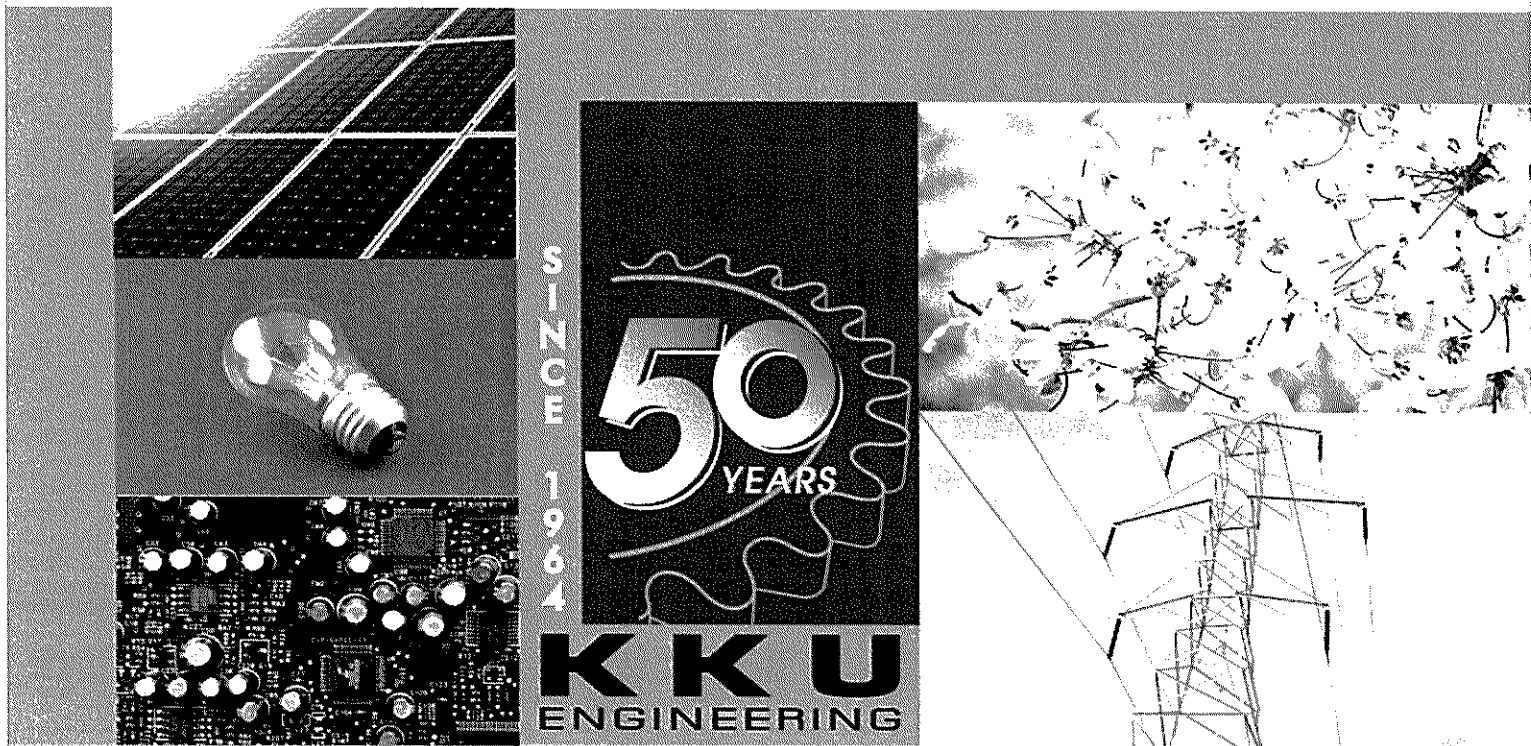
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 37

The 37th Electrical Engineering Conference (EECON-37)

วันที่ 19-21 พฤศจิกายน 2557 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด

Vol.2

CM, EL, CT, CP, DS, PH, BE, GN



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
KHON KAEN UNIVERSITY



CTI01	การควบคุมแรงแบบอิมพีแดนซ์ด้วยตัวลิ่งเกิดการณ้สัญญาณรบกวนจากตัวกรองคาลมานที่ไม่จำเป็นต้องใช้เซนเซอร์วัดแรงสำหรับหุ่นยนต์ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพของข้อมือเขาวลิต มิตรสันติสุข	755
CTI02	ระบบประเมินสภาพจราจรจากกล้องและ GPS เครื่องที่ พีชานิกา ธรรมการุณ และ พจน์ ตั้งงามจิตต์	761
CTI03	ระบบควบคุมเพื่อรักษารูปแบบการโคจรของดาวเทียมสำรวจในวงโคจรใกล้โลก มานพ อ้อพิมาย และ พรเทพ นวกิจกนก	767
CTI04	การควบคุมอัตราการเลี้ยวของยานยนต์ย่อบนโดยใช้ตัวควบคุมแบบสามระดับชั้นความเร็ว+PD เดชา พวงดาวเรือง	773
CT001	ตัวสังเกตในเวลาดีสครีตที่ใช้ประมาณค่าแรงดันดีซีในสแตตคอมหลายระดับชนิดเอชบริดจ์ต่อเรียงกัน อาทิตย์ คงไทย และ วิโรจน์ แสงธงทอง	777
CT002	การศึกษาผลของสัญญาณพัลส์ที่เหมาะสมในการสร้างเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนในเลือดด้วยไมโครคอลโทรเลอร์ ยุวารถ มลทองศิริ วิริยะ กองรัตน์ และ ยุทธพงษ์ วงศ์นาค	781
CT003	การตรวจจับกระแสฮาร์โมนิกแบบปรับตัวสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟด้วยโครงข่ายประสาท สรารุช จันทร์มั่ง กองพล อารีรักษ์ อาทิตย์ ศรีแก้ว และ กองพัน อารีรักษ์	785
CT004	การศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย นันทชัย เต่งาดับ นิลลล พันธ์ดี นฤเบศ โครงกาหย์ อธิคม ศิริ ธนาวุฒิ ธนาวิชัย และ กมล บุญล้อม	789
CT005	การออกแบบระบบควบคุมตำแหน่งกระบอกลูกสูบยานบนพื้นฐานโหมดการเคลื่อน อดิศักดิ์ แซ่สารกิจ ฉานัน ชาญณรงค์ และ เรืองยศ เกตุรักษา	793
CT006	การวิเคราะห์เสถียรภาพไม่เป็นเชิงเส้นของระบบไฟฟ้ากำลังดีซีที่มีโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว อภิชัย สุษะพันธ์ กองพัน อารีรักษ์ และ กองพล อารีรักษ์	797
CT007	การประยุกต์การค้นหาแบบแก๊งเพื่อออกแบบตัวควบคุม PI แบบหลายวัตถุประสงค์สำหรับตัวคุมค่าแรงดันอัตโนมัติ เดชา พวงดาวเรือง	801
CPI01	การพัฒนาฟังก์ชันเทอร์ชทรานฟอร์มเพื่อแก้ไขปัญหาสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน สุรัชย์ องกิตติกุล และ ณัฐพงษ์ จันทร์แดง	805
CP001	ขั้นตอนวิธีการประมาณรอรดโดยสานประจำทางสำหรับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรดโดยสารประจำทาง กฤษณล เลาหะรัตน์ และ เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ	809
CP002	ระบบช่วยผู้นำเที่ยว ณัฐชนม์ ไชคชัย และ เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ	813
CP003	การพัฒนา Web Server โดยใช้ 3g/4g Router บุญเหลือ นามำรุง อาทิตย์ ชิตชอบ และ สุรวุฒิ ศรีพันธ์	817
CP004	การพัฒนา 3g/4g Router ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อานันท์ บำเหน็จ สรวุฒ สุขตาม และ บุญเหลือ นามำรุง	821
CP005	การเปรียบเทียบเชิงปริมาณของการเข้าถึงเว็บโซเซี่ยลเน็ตเวิร์คในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อนุพงศ์ มัทธวากุลจน์ ฉัญญาฤทธิ์ ทองนุ่น ญาณพัฒน์ ชูชื่น และ กฤษณ์วรา รัตนโสภาส	825
CP006	โปรโตคอลกระจายคีย์เชิงควอนตัมแบบสลับตำแหน่งบิตข้อมูล-ตอนที่ 1 : BB84 และโปรโตคอลที่นำเสนอ พิชัย อยู่เปล้า	829

ระบบช่วยผู้นำเที่ยว Tour Guide Assistant System

ณัฐชนม์ โชคชัย (Nattachon Chokchai)¹ และ เก่งวงศ์ ทวยเจริญ (Nuengwong Tuaycharoen)²

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
E-mail: nattachon.chokchai@gmail.com¹, nuengwong.tun@dpu.ac.th²

บทคัดย่อ

ในการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวแบบมีผู้นำเที่ยว ผู้นำเที่ยวจะคอยดูแลนักท่องเที่ยวแบบเป็นหมู่คณะ ในบางครั้งผู้นำเที่ยวจะมีการนัดหมายเวลาและสถานที่ไว้สำหรับกิจกรรมต่างๆ บางครั้งนักท่องเที่ยวบางคนเกิดลืมเวลาหรือสถานที่นัดหมาย หรือพลัดหลงจากจุดที่กำหนด สร้างความยากลำบากในการปฏิบัติหน้าที่ของผู้นำเที่ยว และหากเกิดเหตุร้ายกับนักท่องเที่ยว อาจทำให้สูญเสียชื่อเสียงของประเทศ และนำไปสู่การสูญเสียรายได้ของประเทศอย่างมหาศาลได้ ในบทความนี้ จึงได้พัฒนาระบบช่วยผู้นำเที่ยว บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยค้นหาตำแหน่งด้วยระบบจีพีเอส (GPS) ใ้ใช้เทคโนโลยีส่งการร้องขอผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ แสดงผลบนแผนที่โดยใช้ Google Maps API เพื่อช่วยให้ผู้นำเที่ยวสามารถมองเห็นตำแหน่งของนักท่องเที่ยวในกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งสามารถกำหนดเวลาและสถานที่นัดหมายไปยังกลุ่มนักท่องเที่ยว โดยโปรแกรมจะแจ้งเตือนนักท่องเที่ยวที่เดินทางออกนอกบริเวณและเวลาที่กำหนด การทดลองส่งสัญญาณระหว่างโทรศัพท์มือถือของผู้นำเที่ยวและกลุ่มนักท่องเที่ยว พบว่า เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือผ่านระบบ 3G ใช้เวลาเฉลี่ย 1.05 วินาที และระยะห่างของเวลาที่เหมาะสมในการปรับปรุงข้อมูลคือ 20 วินาที ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ต่อผู้นำเที่ยวเป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: ผู้นำเที่ยว, โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่, จีพีเอส, แผนที่, นักท่องเที่ยว

Abstract

In a Group Traveling with Tour Guide Leaders, sometimes the tour guides will arrange a time and place for an appointment. However, some tourists in the group may forget the time or place of the appointment, or may travel too far from the appointment location due to inexperience to the location. This situation causes a difficulty for the Tour Guide Leaders and affects the entire tour group. Even worse, if a mishap happens to a tourist, this may lead to a great loss in the tourism industry of the country. In this paper, we propose a Tour Guide Assistant System, which is implemented on Android mobile devices with a web-based application to locate the tourist positions in a group with GPS on the Google Maps API. Therefore, the tour guides can see

their group's tourist positions and schedule time and place of an appointment to the group of Tourists with mobile. The mobile will alarm the tourists going out of the area, calculated with appointment time. The experimental result shows that the system can inform the tourist positions to the guide mobile, and the turnaround time via 3G has an average delay of 1.05 seconds and the appropriate update time interval is 20 seconds. Therefore, the proposed system can be used efficiently and beneficially to the group travelling.

Keyword: Tour Guide, Mobile Apps, GPS, Maps, Tourist

1. บทนำ

การท่องเที่ยวแบบเป็นหมู่คณะแบบมีผู้นำเที่ยวหรือกลุ่มทัวร์ ผู้นำเที่ยวจะนำนักท่องเที่ยวไปยังสถานที่ต่างๆ พร้อมมีการบรรยายจากผู้นำเที่ยว เป็นการเพิ่มรรถรสในการท่องเที่ยวให้แก่นักท่องเที่ยว และเป็นหนึ่งในธุรกิจหลักที่สร้างความเติบโตทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก

เมื่อผู้นำเที่ยวต้องการกำหนดเวลาและสถานที่นัดหมาย บางครั้งมีช่วงเวลาให้นักท่องเที่ยวได้ท่องเที่ยวกันอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นไปจับจ่ายซื้อของ เล่นเล่นหรือปั่นจักรยานที่ชมตามสถานที่ต่างๆ หากนักท่องเที่ยวบางคนเกิดลืมเวลาหรือสถานที่นัดหมาย หรือพลัดหลงออกนอกพื้นที่ไปเกินกว่าที่จะสามารถกลับมาถึงเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจเกิดความลำบากในการปฏิบัติหน้าที่ของผู้นำเที่ยว และส่งผลกระทบต่อนักท่องเที่ยวทั้งกลุ่ม ยิ่งไปกว่านั้น หากเกิดเหตุร้ายกับนักท่องเที่ยว อาจทำให้ประเทศสูญเสียชื่อเสียงด้านการท่องเที่ยว และนำไปสู่การสูญเสียรายได้ของประเทศอย่างมหาศาลได้

เพื่อช่วยแก้ปัญหาในการนัดหมายเวลาและสถานที่ในการท่องเที่ยวแบบกลุ่มนี้ และเนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบช่วยผู้นำเที่ยวขึ้น ซึ่งได้ออกแบบในรูปแบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำการค้นหาตำแหน่งผู้นำเที่ยวด้วยระบบ GPS โดยให้มือถือของผู้นำเที่ยวเป็นเทคโนโลยีและทำการร้องขอตำแหน่งของกลุ่มตนเองผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือแสดงผลแผนที่โดยใช้ Google Maps API ซึ่งจะสามารถช่วยให้ผู้นำเที่ยวและนักท่องเที่ยวที่อยู่กลุ่มเดียวกันได้ทราบตำแหน่งของกันในกลุ่ม และช่วยให้ผู้นำเที่ยวสามารถกำหนดเวลาและ

สถานที่นัดหมาย หรือห้วงกำหนดขอบเขตของกรท่องเที่ยวไปยังกลุ่มนักท่องเที่ยวของตนเอง เพื่อให้การทำงานของผู้นำที่ง่ายขึ้น และนักท่องเที่ยวเกิดความสะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น พร้อมทั้งนี้ บทความนี้ได้ทดลองหาค่าความล่าช้าในการส่งสัญญาณระหว่างโทรศัพท์มือถือผ่านระบบ 3G ในช่วงระยะเวลาของการร้องขอแบบต่อเนื่อง และค่าความคลาดเคลื่อน เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบอีกด้วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Haversine formula

Haversine formula [1] เป็นสมการในการคำนวณระยะห่างระหว่างจุดสองจุดบนพื้นผิวโลก สามารถคำนวณโดยใช้ค่าละติจูดและลองจิจูด ซึ่งผลลัพธ์ในการคำนวณถูกต้องเพียงพอต่อวัตถุประสงค์ เกิดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ การคำนวณจะแทนที่ค่า lat , lng แทนละติจูด, ลองจิจูด เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด, R = รัศมีของโลกโดยเฉลี่ย 6,371 กิโลเมตร โดยมีสมการดังนี้

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

$$\Delta lng = lng_2 - lng_1 \quad (2)$$

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

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (4)$$

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

2.2 MVC (Model-View-Controller)

MVC เป็นสถาปัตยกรรมที่แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนอย่างเหมาะสม ทั้งในฝั่งของไคลเอนต์และฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ ใช้ประยุกต์เพื่อออกแบบระบบสำหรับโทรศัพท์มือถือ [2] การที่อุปกรณ์เหล่านี้มีความสามารถในการประมวลผลที่ซับซ้อนได้ไม่เพียงพอ จึงมีการออกแบบส่วนไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ให้สมดุลกันเพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงาน

2.3 JSON (Java Script Object Notation)

JSON เป็นวิธีการที่ทำให้ JavaScript สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านเซิร์ฟเวอร์ JSON ถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลของ literal object notation ใน JavaScript ด้วยรูปแบบการส่งในรูปแบบของข้อความธรรมดา ทำให้ภาษามีความอิสระเข้ากันได้กับทุกภาษา และเหมาะสำหรับใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก [3] ดังนั้นการสื่อสารระหว่างโทรศัพท์มือถือผ่านไปยังเซิร์ฟเวอร์ด้วย JSON จึงเหมาะกับการใช้ส่งข้อมูลที่เกิดและข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องปรับปรุงอยู่ตลอดเวลาสำหรับระบบที่ต้องการความรวดเร็ว

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [4] เป็นการนำเทคโนโลยีจากโทรศัพท์มือถือ ช่วยวิเคราะห์ผลการเดินทางท่องเที่ยวของผู้ใช้ ด้วยการนำ GPS และ

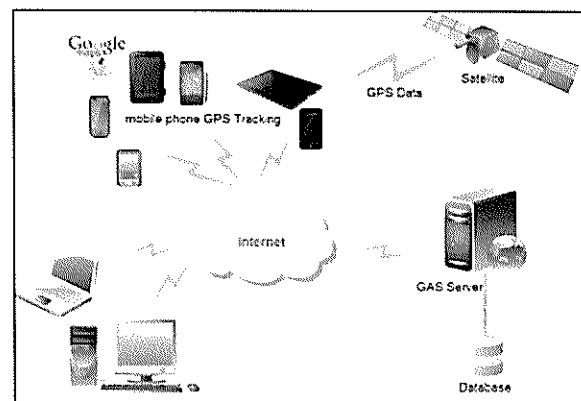
Google maps แสดงแผนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เชื่อมต่อผู้ใช้ด้วยเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย พร้อมทั้งสามารถส่งข้อมูลที่มีเดียไปยังผู้ใช้ระบบ การใช้ Google Street View สำหรับการจำลองการเดินทางเสมือนจริง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเข้ากับสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ได้อย่างอิสระ โดยงานวิจัยชิ้นนี้นั้นไปที่การนำข้อมูลการท่องเที่ยวส่วนบุคคลเป็นหลัก ซึ่งต่างจากงานในบทความนี้ที่เน้นการเดินทางเป็นกลุ่มทัวร์

ส่วนงานวิจัย [5] เป็นระบบที่เน้นการเดินทางเป็นกลุ่มทัวร์ที่สามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลุ่มลูกทัวร์และนำเสนอมูลที่เกี่ยวข้องในสถานที่ที่ไปเยือน สามารถแสดงตำแหน่งของลูกทัวร์ได้ตามเวลาจริง โดยใช้การจับตำแหน่งด้วยอุปกรณ์ GPS ที่ให้ไว้กับลูกทัวร์ ทำการวัดความแรงของสัญญาณ RSSI (Received Signal Strength Indication) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะที่แจกให้กับลูกทัวร์ ซึ่งยุ่งยากและมีราคาสูงกว่าการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังที่ใช้ในบทความนี้

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 การทำงานโดยรวมของระบบ

ระบบช่วยผู้นำเที่ยวจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ (1) ส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับบริการผู้นำเที่ยวในการจัดการแผนงานต่างๆ ซึ่งมีการจัดการกับข้อมูลกลุ่มทัวร์ หัวหน้าทัวร์ ลูกทัวร์และพิกัด ใดๆก็ตาม ส่วนดังกล่าวไม่ใช่ส่วนที่เน้นในบทความนี้ และ (2) ส่วนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่จะแบ่งการใช้งานระหว่างผู้นำเที่ยวและกลุ่มนักท่องเที่ยว ซึ่งอยู่รูปแบบแผนที่และพิกัด ที่ร้องขอด้วยค่าพิกัดของผู้ใช้ และตอบกลับเป็นพิกัดของกลุ่มได้อย่างชัดเจน โดยมีเว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นส่วนกลางในการจัดการข้อมูล



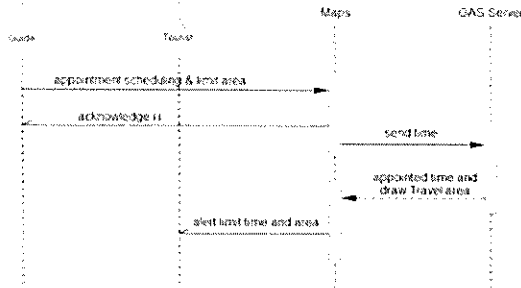
รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

จากรูปที่ 1 ระบบจะเริ่มจากผู้นำเที่ยวสร้างแผนงานผ่านเว็บแอปพลิเคชันไปให้บริการกลุ่มนักท่องเที่ยว เมื่อผู้นำเที่ยวทำการใช้งานแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ระบบจะค้นหาตำแหน่งด้วย GPS จากดาวเทียม และร้องขอตำแหน่งของกลุ่มโดยการส่งค่าพิกัดไปยังเซิร์ฟเวอร์ ผ่าน

ระบบ 3G จากนั้นจะให้บริการรถกลับพิถักของกลุ่ม เพื่อนำมาแสดงตำแหน่งลงบนแผนที่

3.2 การออกแบบระบบและพัฒนาระบบ

3.2.1 แผนภาพแสดงลำดับเหตุการณ์(sequence diagram)



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงลำดับเหตุการณ์ของระบบ

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบ ระบบจะแสดงผลเป็นแผนที่ จากนั้นจะร้องขอพิถักของกลุ่มนักท่องเที่ยวไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จึงส่งค่าพิถักกลุ่มกลับมาให้ผู้ใช้ ในส่วนของผู้เฝ้าที่เฝ้าจะมีส่วนที่แตกต่างออกไป ดังรูปที่ 2 คือ ส่วนที่ผู้นำเที่ยวใช้สำหรับการนัดหมาย ได้แก่การระบุเวลาและสถานที่ เพื่อแจ้งไปยังกลุ่มนักท่องเที่ยวของตนเอง เมื่อใกล้ถึงเวลานัดหมาย ระบบจะแจ้งเตือนไปยังนักท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังสามารถระบุขอบเขตสถานที่ท่องเที่ยว โดยการคำนวณผ่านช่วงระยะเวลาที่นัดหมาย โดยนำมาแสดงขอบเขตลงบนแผนที่ และโปรแกรมจะแจ้งเตือนเมื่อมีนักท่องเที่ยวในกลุ่มออกนอกเส้นทาง และเมื่อถึงเวลานัดหมาย ระบบจะทำการแจ้งเตือนให้นักท่องเที่ยวทราบ

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบ

ระบบนี้ใช้พัฒนาด้วยโปรแกรม Sublime ด้วยภาษา PHP มีฐานข้อมูลเป็น MySQL โดยมี XAMPP จำลองเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และใช้โปรแกรม Eclipse พัฒนาด้วยภาษา Java บนระบบปฏิบัติการ Android นอกจากนี้ยังมีเว็บเทคโนโลยีอื่นๆ ได้แก่ Javascript, JQuery, JQuery mobile, AJAX, JSON, Google maps API, Google maps utility-library, phonegap framework ประกอบการพัฒนา

3.3 การกำหนดเวลาและสถานที่นัดหมาย

เมื่อผู้ใช้ได้ใช้งานระบบผ่านโทรศัพท์มือถือที่มี GPS ผู้ใช้จะสามารถตรวจสอบตำแหน่งของกลุ่มอย่างอัตโนมัติ โดยระบบจะร้องขอพิถักกลุ่มไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบ 3G จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะตอบกลับด้วยข้อมูลพิถักเฉพาะกลุ่ม เมื่อผู้นำเที่ยวมีการกำหนดเวลาและสถานที่นัดหมาย และเลือกรูปแบบของการท่องเที่ยว เช่น การเดิน หรือขี่จักรยานพาหนะ เพื่อสร้างขอบเขตของพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งระบบจะทำการคำนวณหาระยะทางสูงสุดที่นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางไปกลับได้ทัน

ตามเวลาที่กำหนดเป็นมาตรฐานไว้ แล้ววาดขอบเขตพื้นที่ลงบนแผนที่หน้าจอให้กับผู้ใช้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งการคำนวณระยะทางสูงสุดเพื่อสร้างขอบเขตนั้น จะอาศัยการประมาณความเร็วของการเดินทางในรูปแบบที่แตกต่างกัน และคำนวณด้วยสมการ (6) - (7) เพื่อหาขอบเขตที่เหมาะสม

เมื่อ V คือ ความเร็วในการเดินทาง (หน่วย เมตร/วินาที), t คือ เวลาที่นัดหมาย และ d คือ ระยะทาง

$$\Delta V = \Delta S / \Delta t \quad (6)$$

$$d = S / 2 \quad (7)$$

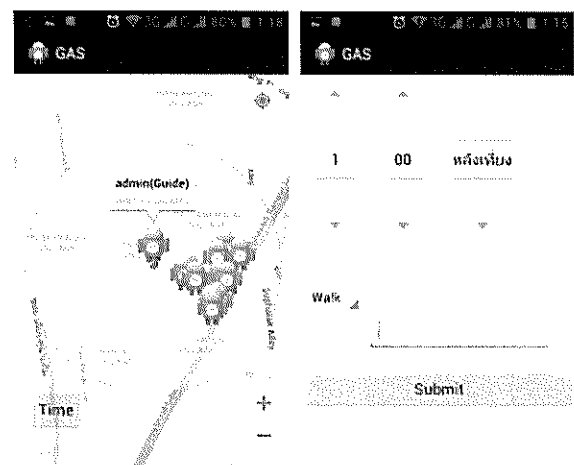
เมื่อได้ระยะทาง ระบบจะวาดวงกลมรัศมี d ที่มีจุดศูนย์กลางคือจุดนัดหมายบนแผนที่ เพื่อแสดงขอบเขตสำหรับการท่องเที่ยววนจุดที่นัดหมาย จากนั้นระบบจะทำการแจ้งเตือนเมื่อมีตำแหน่งพิถักที่ออกนอกขอบเขตวงกลมที่ได้กำหนดไว้อย่างอัตโนมัติ ด้วยวิธีการคำนวณระยะทางของตำแหน่งของนักท่องเที่ยวในกลุ่มเทียบกับจุดที่นัดหมายผ่านสมการ Haversine formula [3] เมื่อระยะห่างมีค่ามากกว่าระยะของขอบเขตที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนโดยทันที

ถึงแม้ว่าพื้นที่ของสถานที่ท่องเที่ยวและนักท่องเที่ยวอาจมีความหลากหลาย เช่นมีความชัน มีถนนที่เชื่อมต่อกับจุดนัดหมายที่แตกต่างกัน หรือช่วงอายุของนักท่องเที่ยวที่ต่างกัน แต่การที่เลือกให้ระบบวาดเป็นวงกลมที่มีรัศมีใหญ่ที่สุดที่เป็นไปได้ จะสามารถครอบคลุมพื้นที่ของนักท่องเที่ยวได้มากที่สุด เป็นการให้อิสระในการท่องเที่ยว และไม่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่นักท่องเที่ยวมากเกินไป

4. ผลการทดสอบ

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 4.0.4 รุ่น Lenovo A390_MB_PCB_V1.0 ในการทดสอบผ่านเครือข่ายระบบ 4G จริง



รูปที่ 3 หน้าจอของโปรแกรม