



การพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับงานมหกรรมวิชาการ ภูมิปัญญากลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์ตโฟน A Development of AR POI Application for KSU Academic Expo via Smartphone

กฤตชัย บุญศิวนนท์¹
Krittachai Boonsivanon¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับงานมหกรรมวิชาการภูมิปัญญากลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์ตโฟน และวัดค่าความแม่นยำในการรู้จำด้วยพิกัดจุดสนใจโดยการทดลองใช้ชุดทดสอบตำแหน่งลองติจูด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียม ทั้งหมด 10 พิกัดจุดสนใจภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 97.00 โดยแต่ละจุดสนใจสามารถแสดงในรูปแบบวัตถุ 3 มิติที่เป็นข้อความ รูปภาพขนาดเล็ก และการเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และอีเมล ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการค้นหาพิกัดจุดสนใจได้แม่นยำ รวมทั้งสามารถแสดงผลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ถูกต้อง และต่อเนื่อง

คำสำคัญ: พิกัดจุดสนใจ, สมาร์ตโฟน, การรู้จำด้วยสถานที่ตั้ง,
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

¹ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์
โทร. 092-3416945 E-mail:krittachai@fci.ksu.ac.th

¹ Lecturer, Dept.Computer Engineering/Assistant Dean for Academic and Research, Faculty of Creative Industry, Kalasin Rajabhat University, Tel. +669234-16945 E-mail : krittachai@fci.ksu.ac.th



Abstract

This paper presents the development of an AR POI application for the annual KSU academic expo 2015. The study is conducted on a smart phone platform for ten POIs at Kalasin Rajabhat University. The results showed that each POI provided GPS tracking information consisting of different longitudes and latitudes, which on precision analysis were identified at precision rate at 97.0%. The objects under study can be text, thumbnails, 3D objects and websites. In addition, the application can also be shared through social media and e-mail. Our study has demonstrated that it has sufficient efficiency to be used in the tracking of POIs and provides Augmented Reality accurately and continually.

Keywords: Point of Interest (POI), Smartphone,
Location-based Recognition, Augmented Reality.

บทนำ

ปัจจุบันการค้นหาสถานที่ตั้งด้วยจุดสนใจผ่านพิกัดดาวเทียมบนแผนที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การค้นหาดังกล่าวข้อมูลถูกแสดงผลในรูปแบบกราฟิก 2 มิติเท่านั้น จึงทำให้ในบางครั้งอาจทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสน หรือไม่เข้าใจตำแหน่งที่ตั้งได้ เนื่องจากข้อมูลไม่ได้แสดงร่วมกันกับสภาพแวดล้อมจริง ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับงานมหกรรมวิชาการภูมิปัญญาของกลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์ตโฟนและวัดค่าความแม่นยำในการรู้จำด้วยสถานที่ โดยการทดลองใช้ชุดทดสอบตำแหน่งลองติจูด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียม ทั้งหมด 10 พิกัดจุดสนใจที่เป็นสถานที่จัดงานจริงภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ โดยแต่ละจุดสนใจ



สามารถแสดงในรูปแบบวัตถุ 3 มิติที่เป็นข้อความ รูปภาพขนาดเล็ก และการเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และอีเมล ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการค้นหาพิกัดตำแหน่งได้แม่นยำ

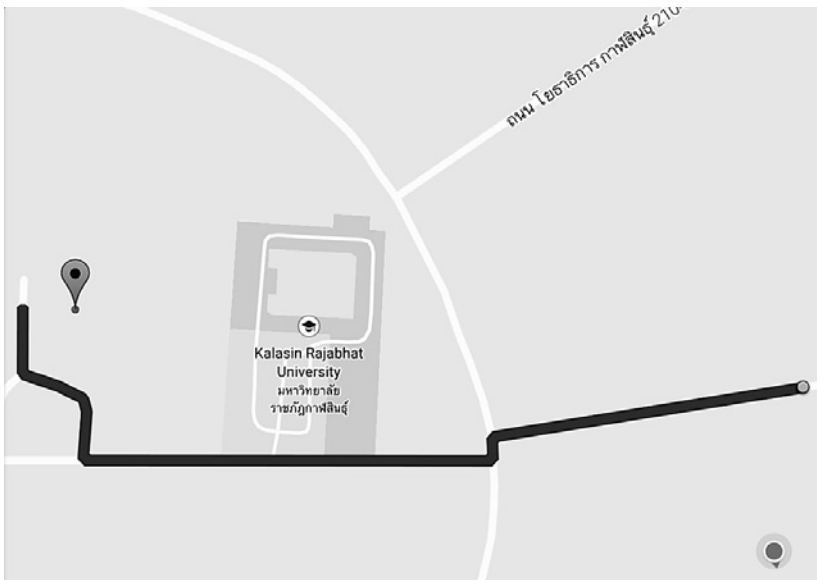
วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับงานมหกรรมวิชาการภูมิปัญญากลุ่มชาติพันธุ์กลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์ตโฟน และวัดค่าความแม่นยำในการรู้จำด้วยพิกัดจุดสนใจโดยการทดลองใช้ชุดทดสอบตำแหน่งลองติจูด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียม

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พิกัดจุดสนใจ

พิกัดจุดสนใจ หรือ POIs (Point of Interest) เป็นจุดตำแหน่งที่อยู่บริเวณรอบตัวหรือรอบๆ ตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน โดยอาศัยการอ้างอิงตำแหน่งจากระบบดาวเทียม (GPS) จึงทำให้การระบุตำแหน่งมีความแม่นยำ ซึ่งในปัจจุบันสามารถแสดงพิกัดจุดสนใจบนแผนที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น Google's Map เป็นต้น และใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม อาทิ เครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ตโฟน หรือ Navigator ในขณะที่ปัจจุบันสมาร์ตโฟนได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากมีความสามารถในการทำงานที่มากกว่าการโทรหรือรับสายเท่านั้น และสะดวกในการพกพา ระบบพิกัดจุดสนใจจึงได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับคุณสมบัติพิเศษของสมาร์ตโฟน เช่น ระบบการทำงานที่มีลักษณะเป็นเข็มทิศ (Compass) Accelerometer และ Gyroscope โดยสามารถแสดงข้อมูลสารสนเทศที่มีรูปแบบได้ทั้งข้อความ รูปภาพย่อ กราฟิก หรือแอนิเมชัน 2 มิติ แต่ละจุดยังสามารถเชื่อมโยงกับรูปภาพ คลิปเสียง วิดีโอ เว็บไซต์ ที่อยู่ หรือหมายเลขโทรศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพิกัดจุดที่สนใจได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแสดงพิกัดจุดสนใจบนแผนที่ลักษณะ 2 มิติ (Google. 2015. from: URL:<http://www.google.com>)

2. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือเทคโนโลยีเออาร์ (Augmented Reality; AR) (Google. 2015. from:URL:<http://www.google.com>) (A. Van Dam, A. Forsberg, D. Laidlaw, J. LaViola and R. Simpson. 2000. 26-52) (H. Kato, M. Billinghurst and I. Poupyrev. 2000. 111-119) เป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการแสดงกราฟิกจำลองเสมือนจริง 3 มิติอาศัยเทคนิคการแสดงผลทางทัศนศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Vision) ร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลที่ใช้ในการติดตาม (Tracking) และการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) ด้วยเครื่องหมายเออาร์ (AR marker) (A. Van Dam, A. Forsberg, D. Laidlaw, J. LaViola and R. Simpson. 2000. 26-52) (H. Kato, M. Billinghurst and I. Poupyrev. 2000. 111-119) (D. F. Abawi and J. Bienwald. 2004. 260-261) เพื่อเข้ารหัสทวิภาค (Binary Code) ด้วยวิธีขีดแบ่ง (Thresholding) เพื่อใช้ในการคำนวณตำแหน่งระหว่าง



กล้องกับเครื่องหมายเออาร์ รวมทั้งเพื่อระบุและนำคุณลักษณะจากการเข้ารหัส (Identification Marker; IDs) นำมาจับคู่กับเทมเพลตในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ หรือฐานข้อมูลในรูปแบบการส่งข้อมูลสัญญาณวิดีโอต่อเนื่องชนิดการถ่ายทอดทันที (Live-Video Streams) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การใช้งานสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ เช่น Head Mount Display (HMDs) อุปกรณ์ชนิดพกพาจอภาพแสดงผลและสมาร์ทโฟน เป็นต้น ปัจจุบันการรู้จำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีการติดตามและรู้จำด้วยเครื่องหมาย (Marker-based) และวิธีการการติดตามและรู้จำโดยไม่ใช้เครื่องหมาย (Markerless-based) ได้แก่ Image-based, Sensor-based, Location-based, Video-based และ Object-based เป็นต้น โดยวิธีการที่ได้รับความนิยม คือ วิธีการติดตามและรู้จำพื้นฐานเครื่องหมายเออาร์เนื่องจากมีข้อดี คือ ค่าใช้จ่ายไม่สูงและง่ายต่อการติดตั้งและทดสอบ และมีไลบรารีหรือชุดซอฟต์แวร์ช่วยพัฒนาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบันทั้งที่เป็นโปรแกรมรหัสเปิด (Open source) และโปรแกรมลิขสิทธิ์ เช่น ไลบรารี ARToolkit, ARTag, Metaio SDK



เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วิธีการติดตามข้างต้นก็ไม่สามารถนำมาใช้ประยุกต์ได้กับงานบางประเภท เช่น การประกอบแผนวงจรที่มีขนาดเล็ก ด้านสถาปัตยกรรม การค้นหาพิกัดตำแหน่งที่ตั้งจุดสนใจ (POIs) เป็นต้น

3. งานมหกรรมวิชาการกลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขง สานสัมพันธ์ ไทย - ลาว - เวียดนาม - จีน

มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ได้ดำเนินการจัดงานมหกรรมวิชาการกลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขง สานสัมพันธ์ ไทย-ลาว-เวียดนาม-จีน (KSU Academic Expo 2015: Wisdom of Ethnic Groups on Mekong River Basin-Thailand, Laos, Vietnam and China) ในระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2558 เพื่อเป็นเวทีแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมภูมิปัญญาของกลุ่มชาติพันธุ์ทั้งในและต่างประเทศ เป็นการเตรียมความพร้อมของมหาวิทยาลัยและชุมชนสู่การเป็นประชาคมอาเซียน และแสวงหาความร่วมมือทางวิชาการด้านวัฒนธรรมภูมิปัญญากับองค์กรเครือข่าย โดยในงานมีการจัดกิจกรรมทางวิชาการ อาทิ การนำเสนอผลงานทางวิชาการ การเสวนาทางวิชาการ และนิทรรศการทางวิชาการ เป็นต้น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 งานมหกรรมวิชาการกลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขง สานสัมพันธ์ ไทย - ลาว - เวียดนาม - จีน



4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การโต้ตอบบนระบบ e-Learning รายวิชา ภาษาอังกฤษและวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการรู้จำรูปแบบและความเป็นจริงเสริม (S. H. Lee, J. Choi, and J. Park. 2009. 883-890) โดยใช้เทคนิคการรู้จำรูปภาพด้วยอัลกอริทึม SURF และเนื้อหาที่เป็นความเป็นจริงเสริม กราฟิกเคลื่อนไหวหรือภาพยนตร์ สำหรับการโต้ตอบบนระบบ e-Learning ใช้เครื่องหมาย Color-Band หรือ Polka-Dot แทนตำแหน่งคอร์เซอร์ของเมาส์โดยใช้นิ้วมือในการชี้เพื่อระบุตำแหน่งในหนังสือรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ และใช้ระบุตำแหน่งที่จะใช้สร้างวัตถุเสมือนจริง ผลการทดลองพบว่า ระบบนี้ได้รับความนิยมและสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น

ระบบช่วยในการวางแผนและการออกแบบการประกอบผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Y. Ping et al. 2007. 49-52) ได้นำเสนอด้วยการใช้ขั้นตอนการวางแผนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนการวางแผนพื้นที่สำหรับใช้ในการออกแบบ โดยข้อมูลของขั้นตอนในการออกแบบ สามารถส่งกลับมายังผู้ออกแบบได้ทันที รวมทั้งช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถแก้ไข และใส่ค่าที่ต้องการได้โดยตรงด้วยคีย์บอร์ดเสมือนจริง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการติดตามด้วยพื้นฐานเครื่องหมาย (Marker-based) ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยพื้นฐานพิกัดสถานที่ตั้ง (Location-based) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์กับการค้นหาพิกัดจุดสนใจภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์

วิธีดำเนินการวิจัย

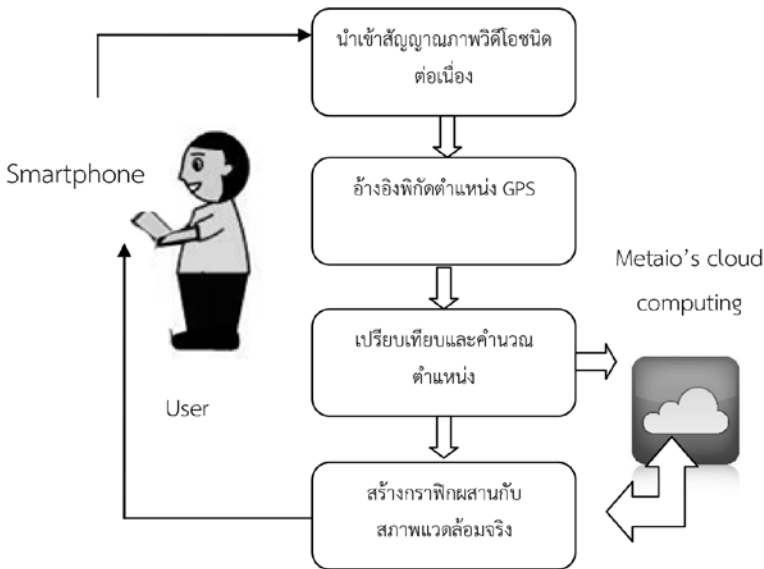
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การออกแบบการทดลอง

การพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับงานมหกรรมวิชาการภูมิปัญญากลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์ตโฟน โดยการทดลองใช้ชุดทดสอบตำแหน่งลองติจูด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียม ทั้งหมด 10 พิกัดจุดสนใจ ซึ่งถูกใช้เป็นสถานที่จริงในการจัดงานมหกรรมวิชาการฯ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ เช่น อาคารบรรณาราชนครินทร์ อาคารหอประชุมใหญ่



คณะบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ เป็นต้น ผู้ใช้งานสามารถใช้สมาร์โฟน หรือแท็บเล็ตเลื่อนไปรอบๆ ตัว จากนั้นแต่ละจุดสนใจแสดงผลในรูปแบบหมุด 3 มิติข้อความ และรูปภาพขนาดย่อ ซึ่งการประมวลผลจะอาศัยการเชื่อมโยงกับการประมวลผลกลุ่มเมฆ (Metaio's Cloud Computing) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันผ่านสื่อสังคมออนไลน์ การเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ และอีเมล ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพบล็อกไดอะแกรมของแอปพลิเคชัน

2. การเตรียมการทดลอง

การทดสอบการค้นหาตำแหน่ง โดยอ้างอิงตำแหน่งลองติจูด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียมจาก Google's Map อาศัยการเขียนโปรแกรมด้วย Metaio SDK (Metaio. 2013. from : URL : <http://www.metaio.com/sdk/>) และแสดงผลบนบราวเซอร์สำหรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Junaio AR Browser) เวอร์ชัน 6.0.3.3 ซึ่งทดลองทำงานบนเครื่อง iPhone 5 และ iPad ภายใต้ระบบปฏิบัติการ iOS 8.3 และกล้องความละเอียด 8 ล้านพิกเซล



3. การทดลองการค้นหา และอ้างอิงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การทดลองใช้ชุดข้อมูลทดสอบ (Dataset) ทั้งหมด 10 พิกัดจุดสนใจภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ เนื่องจากเป็นสถานที่ตั้งจริงที่ใช้ในการจัดงานมหกรรมวิชาการฯ โดยในการวัดค่าความแม่นยำ (Precision: P) ในการรู้จำด้วยสถานที่ และทดสอบการแสดงผลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยพื้นฐานพิกัดจุดสนใจของสถานที่ตั้ง (Location-based Recognition) วัดความผิดพลาดในการแสดงผลต่อเนื่องภายใน 300 เฟรม หรือ 10 วินาที

ผลการศึกษา

1. ผลการทดลองการรู้จำ

การทดลองและวัดค่าความแม่นยำ ผลการทดลองพบว่าชุดทดสอบที่ 3 (อาคารบรรณราชนครินทร์) มีค่าความแม่นยำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 99.0 เนื่องจากเป็นอาคารที่ตั้งอยู่บริเวณตำแหน่งที่ห่างกับตำแหน่งอื่นๆ รวมทั้งอาคารมีขนาดใหญ่จึงส่งผลให้การอ้างอิงพิกัดจุดสนใจได้แม่นยำและแสดงผลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างต่อเนื่องที่สุด โดยค่าเฉลี่ยของชุดทดสอบทั้งหมด จำนวน 10 ชุด เท่ากับร้อยละ 97.0 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำ

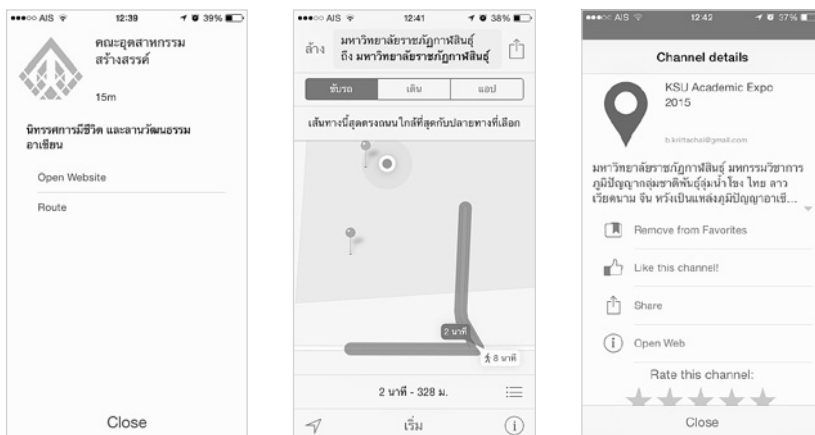
ชุดทดสอบ	P
ชุดทดสอบที่ 1	0.97
ชุดทดสอบที่ 2	0.96
ชุดทดสอบที่ 3	0.99
ชุดทดสอบที่ 4	0.97
ชุดทดสอบที่ 5	0.95
ชุดทดสอบที่ 6	0.98



ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำ (ต่อ)

ชุดทดสอบ	P
ชุดทดสอบที่ 7	0.97
ชุดทดสอบที่ 8	0.96
ชุดทดสอบที่ 9	0.98
ชุดทดสอบที่ 10	0.97
ค่าเฉลี่ย	0.97

จากการทดลองทดสอบการค้นหาตำแหน่ง โดยอ้างอิงตำแหน่งลองจิจูดและละติจูดจากพิกัดดาวเทียมด้วยการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่างๆ ได้แก่ มุมมอง และการหมุน พบว่า สามารถทำงานและมีประสิทธิภาพดีรวมทั้งในแต่ละจุดสนใจสามารถแสดงในรูปแบบวัตถุ 3 มิติที่เป็นข้อความ รูปภาพขนาดเล็ก และการเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และอีเมล ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบการแสดงผลพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบการแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ต่อ)

วิจารณ์และสรุปผล

การพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงพิกัดจุดสนใจด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับงานมหรรรรมวิชาการภูมิปัญญากลุ่มชาติพันธุ์ลุ่มน้ำโขงผ่านสมาร์โฟน และวัดค่าความแม่นยำในการรู้จำด้วยสถานที่ โดยการทดลองใช้ชุดทดสอบตำแหน่งลงจุด และละติจูดจากพิกัดดาวเทียม ทั้งหมด 10 พิกัดจุดสนใจภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ กาฬสินธุ์ ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบทั้งหมด เท่ากับ



ร้อยละ 97.0 โดยแต่ละจุดสนใจสามารถแสดงในรูปแบบวัตถุ 3 มิติที่เป็นข้อความ รูปภาพขนาดเล็ก และการเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และอีเมล ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการค้นหาพิกัดจุดสนใจได้แม่นยำ รวมทั้งสามารถแสดงผลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ถูกต้อง และต่อเนื่อง

ถึงแม้ว่าผลการทดสอบวัดความแม่นยำสูงก็ตามแต่ เมื่อทำการทดสอบบริเวณตำแหน่งสถานที่จริงนั้น ความแม่นยำของพิกัดจุดสนใจยังมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เนื่องจากบริเวณตำแหน่งพิกัดจุดสนใจมีที่ตั้งใกล้เคียงกัน หากเปรียบเทียบกับสัดส่วนพื้นที่บนแผนที่ในระดับจังหวัด และประเทศ ตามลำดับ ซึ่งทำให้ค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่งผลให้ค่าที่ได้ไม่ละเอียดพอ จึงควรใช้เครื่องมือวัดพิกัดตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำสูงมาใช้ระบุพิกัดตำแหน่ง รวมทั้งพัฒนาปรับปรุงอัลกอริทึมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์พกพาชนิดเคลื่อนที่ (Mobile Devices Laboratory) คณะอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา และทดสอบในงานวิจัยนี้



เอกสารอ้างอิง

- Google. (2015). “Google maps” **Google Inc.,** CA 94043, USA, April [cited Jan.] Available from:URL: <http://www.google.com>
- A. Van Dam, A. Forsberg, D. Laidlaw, J. LaViola and R. Simpson. (2000). “Immersive VR for Scientific Visualization”. **A Progress Report. IEEE Computer Graphics and Applications.** Nov/Dec. Vol.20. No.6. pp. 26-52.
- H. Kato, M. Billinghurst and I. Poupyrev. (2000). “Virtual Object Manipulation on a Table-top AR Environment”. **Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality(ISAR’2000).** pp. 111-119.
- D. F. Abawi and J. Bienwald. (2004). “Accuracy in Optical Tracking with FiducialMarkers: An accuracy function for ARToolkit”. **Proceedings of the Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality(ISMAR’2004).** pp. 260-261.
- S. H. Lee, J. Choi, and J. Park. (2009). “Interactive e-Learning System using Pattern Recognition and Augmented Reality”. **IEEE Transactions on Consumer Electronic.** Vol. 55. No. 2. pp. 883-890. May.
- Y. Ping et al. (2007). “Augmented Reality Aided Assembly Design and Planning”. **Annals of CIRP.** Vol. 56. pp. 49-52.
- Metaio. (2013). “Metaio SDK” **Metaio GmbH Inc.,** Munich, Germany, March [cited Jan] Available from : URL : <http://www.metaio.com/sdk/>