ตัวติดตามโดยใช้จีพีเอสต้นทุนต่ำสำหรับการขนส่งสาธารณะ: กรณีศึกษา รถราง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

A Low-cost GPS-based Tracker for Public Transport: A Case Study of Mahasarakham University Trams

เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล,[1*] ปริญญ์ ชุปวา,[2] ชาญณรงค์ ตะราษี,[3] พันธกานต์ ยินสูตร, [4]
จักรชัย ชิณโคตร,[5] ศิวณัทร ศรีโลห้อ[6]

Kiattisin Kanjanawanishkul,[1*] Prarin Chupawa,[2] Channarong Tarasee,[3] Phantakan Yinsut,[4]
Jakrachai Chinnakotr,[5] Siwanut Sreelohor[6]

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของระบบขนส่งสาธารณะ คือ ผู้โดยสารไม่ทราบเวลาของรถขนส่งสาธารณะที่จะมาถึงสถานี ดังนั้น วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ การออกแบบและจัดสร้างตัวติดตามโดยใช้จีพีเอสต้นทุนต่ำสำหรับการขนส่งสาธารณะโดยมีรถรางมหาวิทยาลัยมหาสารคามเป็นกรณีศึกษา ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถแสดงระยะทางและระยะเวลาที่เหลืออยู่ที่รถรางจะเข้าเทียบท่าที่สถานี โดยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ชุดติดตาม ซึ่งจะส่งข้อมูลตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด และค่าความเร็วของรถโดยใช้โมดูลจีพีเอส ร่วมกับโมดูล ESP8266 WIFI ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับจากโมดูลจีพีเอสไปยัง MQTT Cloud ส่วนที่สอง คือ ชุดตัวควบคุมการแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย Raspberry Pi single board computer ทำหน้าที่รับข้อมูลตำแหน่งและความเร็วของรถ จาก MQTT Cloud แล้ว คำนวณระยะทางและระยะเวลาที่เหลือก่อนจะมาถึงสถานี ค่าระยะทางและเวลา จะถูกส่งไปยัง Arduino Uno เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลขึ้นแสดงบนป้ายแอลอีดี ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทำการติดตั้ง ป้ายแอลอีดีสามารถแสดงตำแหน่งของรถรางและระยะเวลาที่รถรางจะมาถึงสถานีภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: จีพีเอส, ตัวติดตาม รถราง ระบบขนส่งมวลชน ระบบขนส่งอัจฉริยะ

Abstract

The main problem of public transport is that passengers do not know when the bus or other types of public transport will arrive at the station. Thus, the aim of this research project is to design and construct a low-cost GPS tracker for public transport. The case study of this research project is the tram service of Mahasarakham University. It can display the distance and the time required to reach the station. The system developed in this project consists of two main parts. The first part is a GPS tracker that can send latitude, longitude and the speed of the vehicle using the GPS module incorporated with an ESP8266 WIFI module. The ESP8266 WIFI module sends all those data to the MQTT cloud. The second part is a display controller set. It consists of a Raspberry Pi single board computer and an Arduino-based LED display board. The Raspberry Pi single board computer receives data from MQTT cloud, calculates the distance and the time

---

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, [2] อาจารย์, [3,4] นิสิตปริญญาตรี, [5,6] นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Assistant Professor, [2] Lecturer, [3,4] Undergraduate students, [5,6] Graduate students Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, Thailand, 44150

[*] Corresponding author: Kiattisin Kanjanawanishkul, Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, Thailand, 44150, E-mail : kiattisin.k@msu.ac.th

required to reach the station, and then sends these results to the Arduino-based LED display board to show the results. The experimental results showed that the LED display board presented the distance and the time required to reach the tram station accurately after it was installed for the tram service of Mahasarakham University.

Keywords: GPS, trackers, trams, public transport, intelligent transportation system

บทนำ

ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) คือ ระบบที่มีการใช้เทคโนโลยีทางด้านการคำนวณ เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสาร มาใช้ในการบริหารจัดการระบบขนส่ง ให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น[1] ระบบขนส่งสาธารณะเป็นส่วนหนึ่งของระบบขนส่งอัจฉริยะ และปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของระบบขนส่งสาธารณะ คือ ผู้ใช้บริการไม่ทราบว่า ขณะนี้ยานพาหนะนั้นๆ อยู่ ณ ที่ใด และ ใช้เวลาอีกนานเพียงใด จึงจะมาถึง ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้บริการรออยู่ คณะผู้วิจัย จึงได้พัฒนาตัวติดตามยานพาหนะด้วยจีพีเอส พร้อมทั้งป้ายแสดงผลแอลอีดี เพื่อแสดงผลการติดตามยานพาหนะดังกล่าว กรณีศึกษาจะเป็นระบบรถรางของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น Patinge และ Kolhare[2] พัฒนาตัวติดตามโดยใช้จีพีเอส เพื่อแสดงตำแหน่งของยานพาหนะบนแผนที่เมือง ซึ่งจะทำให้การบริหารจัดการระบบขนส่งสาธารณะสะดวกมากขึ้น Nandan[3] ทำนายเวลาการมาถึงของยานพาหนะของระบบขนส่งสาธารณะ โดยใช้ข้อมูลจากจีพีเอสและกรรมวิธีแบบกริด Mishra และคณะ[4] นำเสนอระบบติดตามยานพาหนะด้วยการใช้ GSM ร่วมกับ RFID โดยมี Server หลักที่ใช้ GIS สำหรับติดตามยานพาหนะและแสดงผลตำแหน่งบนแผ่นที่อิเล็กทรอนิกส์ Menon และคณะ[5] ประยุกต์ใช้ Internet of Things สำหรับระบบรถประจำทางในสิงคโปร์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้รับข้อมูลข่าวสาร เช่น สภาพการจราจร ความหนาแน่นของผู้โดยสารในรถประจำทาง เป็นต้น Sinn และคณะ[6] นำเสนอกรรมวิธีใหม่ในการคาดคะเนเวลาที่จะมาถึงของรถประจำทาง โดยใช้หลักการของ Kernel Regression Model

โครงการวิจัยที่นำเสนอนี้ จะเน้นที่ต้นทุนต่ำและสามารถประยุกต์ใช้กับระบบขนส่งมวลชนใดๆ ได้ แต่กรณีศึกษาในบทความนี้ จะเป็นระบบรถรางของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีเส้นทางการเดินรถดัง Figure 1

Figure 1 The route of university tram service (source:https://www.facebook.com/259430500795578)

วิธีการดำเนินงานวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวติดตามโดยใช้จีพีเอสสำหรับการขนส่งสาธารณะ โดยมีระบบรถรางของมหาวิทยาลัยมหาสารคามเป็นกรณีศึกษา โดยประกอบด้วย 2 ส่วนหลักที่เชื่อมโยงด้วยเครือข่ายไร้สาย ซึ่งได้แก่ ชุดติดตามและชุดตัวควบคุมการแสดงผล ดังแสดงใน Figure 2

ชุดติดตามจะถูกติดตั้งกับรถราง ซึ่งประกอบด้วยโมดูลจีพีเอส (Ubox Neo-6M) ทำหน้าที่ระบุตำแหน่งและความเร็วของรถราง ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดรวมถึงหมายเลขรถ จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ MQTT Cloud ผ่านทาง ESP8266 WIFI module วงจรเป็นดัง Figure 3 เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้ว จะได้ดัง Figure 4 โดยจะมีแหล่งจ่ายไฟขนาด 12 V 1110 mAh และ วงจรคงค่าแรงดัน 3.3 V

Figure 2 The overview of the low-cost GPS-based tracker for public transport

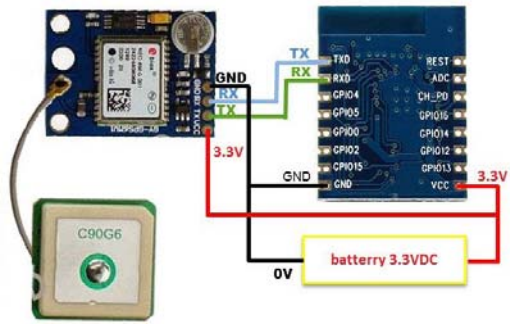

Figure 3 The wiring scheme of the GPS-based tracker

Figure 4 The GPS-based tracker set ready to be installed at the vehicle

ชุดตัวควบคุมการแสดงผล ซึ่งจะถูกติดตั้งที่สถานี จะมี Raspberry Pi single board computer เป็นตัวประมวลผลหลัก ซึ่งจะรับข้อมูลจาก MQTT Cloud ผ่านทาง ESP8266 WIFI module แล้วนำมาประมวลผล เพื่อหาตำแหน่งของรถบนแผนที่เส้นทางการวิ่งของรถ ในการคำนวณเวลาที่จะถึงสถานีนั้น จะใช้ความเร็วของรถร่วมด้วย ระยะทางและระยะเวลาของรถที่จะมาถึงสถานีจะถูกแสดงผลบนป้ายแสดงผลแอลอีดี ขนาด 102×23 เซนติเมตร โดยมีแอลอีดีสำหรับแสดงผลทั้งหมด 96×16 ดวง ดัง Figure 5 เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะประกอบดัง Figure 6

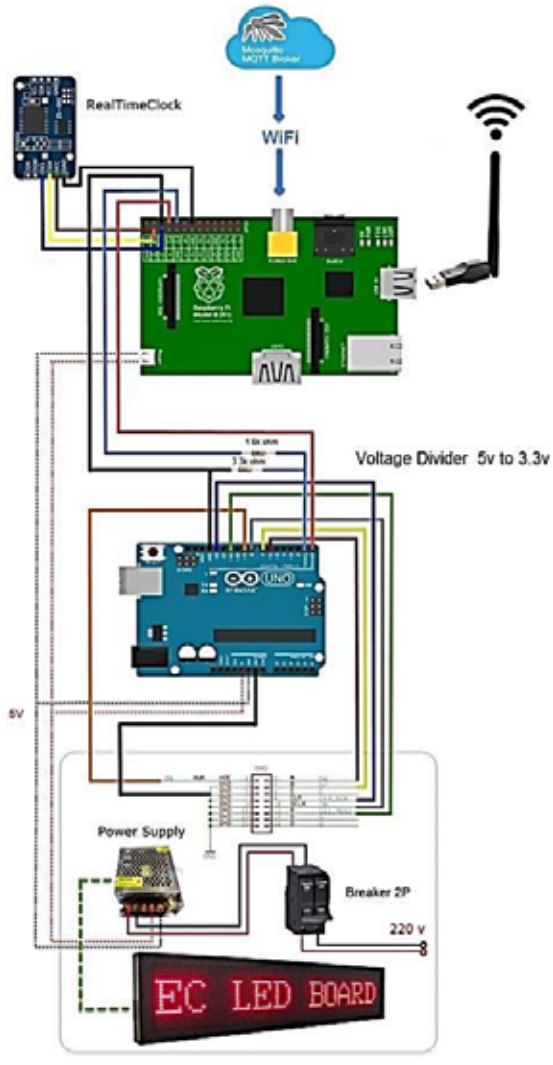

Figure 5 The wiring schematic of the display controller set

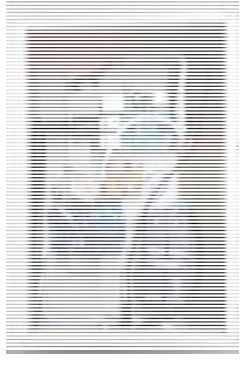

Figure 6 The display controller set ready to be installed at the tram stop

ในการคำนวณหาตำแหน่งของรถนั้น มีขั้นตอนดังนี้

1) สร้างตำแหน่งเสมือนบน Google My Maps (ระบุเป็นละติจูดและลองจิจูด) โดยแต่ละตำแหน่ง ห่างกัน 30 เมตร ตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งสถานีที่แสดงผล ซึ่งระยะห่างที่กำหนดนี้ ถ้าหากมีระยะทางที่สั้นจะทำให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณเพิ่มขึ้น
2) นำค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากจีพีเอส มาเปรียบเทียบกับค่าตำแหน่งเสมือนใน 1) ตำแหน่งเสมือนจุดใดที่ใกล้กับค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากจีพีเอสมากที่สุด จะถูกใช้เป็นตัวแทนของตำแหน่งจริง
3) คำนาณค่าความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากจีพีเอส ด้วยสมการ moving average โดยจะใช้ 7 ค่าล่าสุดที่ได้จากจีพีเอสมาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย
4) คำนาณระยะทาง (กิโลเมตร) ที่ยานพาหนะจะเคลื่อนที่มาถึง ซึ่งสามารถหาระยะทางจาก (107 – อันดับของตำแหน่งเสมือน)×0.03 โดยที่ 107 คือ จำนวนตำแหน่งเสมือนทั้งหมดก่อนจะถึงสถานี
5) คำนวณระยะเวลา (นาที) ที่รถจะเคลื่อนที่มาถึงสถานี ด้วย ระยะทางจากข้อ 4) หารด้วย ความเร็วเฉลี่ย จากข้อ 3) ที่แปลงหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อนาที

ผลการทดลอง

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของตัวติดตามโดยใช้จีพีเอสต้นทุนต่ำ กรณีศึกษาในโครงการวิจัยนี้ คือ ระบบรถรางภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดัง Figure 7 การทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือ การทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ได้จากจีพีเอส ส่วนที่ 2 คือ การทดสอบความถูกต้องของความเร็วที่ได้จากจีพีเอส และ ส่วนที่ 3 คือ การทดสอบความถูกต้องของระยะทางและระยะเวลาที่รถจะมาถึงสถานี

Figure 7 Trams at Mahasarakham University (sournce:https://www.facebook.com/259430500795578)

การทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ได้จากจีพีเอส

ในการทดสอบนี้ ได้ทำการอ้างอิงค่าตำแหน่งจาก Google My Maps ดัง Figure 8 แล้วนำค่าตำแหน่งที่วัดได้จากจีพีเอส มาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของจีพีเอส ดัง Table 1 ซึ่งตำแหน่งที่ทดสอบนั้น จะเป็นบริเวณป้ายจุดรับส่งรถรางรอบมหาวิทยาลัย ในการททดสอบ จะทำการวัด 4 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

จาก Table 1 พบค่าความคลาดเคลื่อนจาก จีพีเอส ของแต่ละตำแหน่งนั้น มีค่ามากที่สุดอยู่ที่รอยต่อระหว่างคณะสารสนเทศกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ตำแหน่งที่17) น้อยที่สุดอยู่ที่ด้านหน้าศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 6.96 เมตร ปัจจัยหลักที่มีผลทำให้ จีพีเอส บอกตำแหน่งผิดพลาด อาทิเช่น สภาพอากาศ จุดบอดของสัญญาณ จีพีเอส จำนวนดาวเทียมที่ จีพีเอส ตรวจจับได้ในขณะนั้น

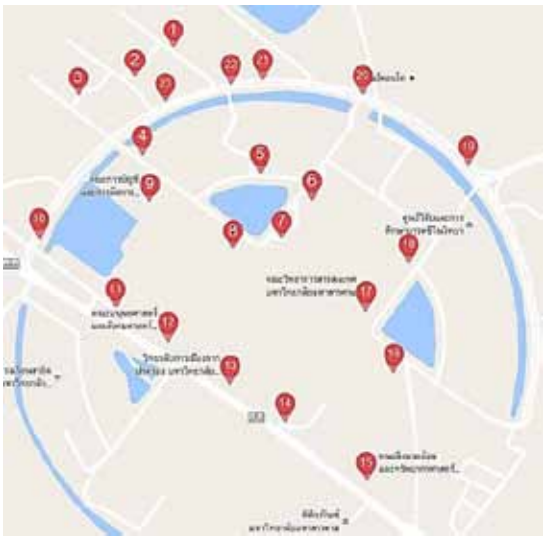

Figure 8 The GPS position test on Google My Maps

Table 1 The accuracy of the GPS module compared to the position given in Google My Maps

Position No.	Average Error (m)	Position No.	Average Error (m)
1	8.14	13	5.77
2	4.58	14	3.04
3	3.87	15	1.33
4	4.54	16	8.50
5	10.51	17	21.38
6	3.18	18	12.61
7	5.12	19	5.29
8	4.59	20	7.05
9	3.36	21	7.48
10	2.88	22	1.55
11	10.29	23	8.35
12	10.57		

การทดสอบความถูกต้องของความเร็วที่ได้จากจีพีเอส

ในการทดสอบนี้ จะทำการอ้างอิงค่าความเร็วที่วัดได้จากแอพพลิเคชัน Sygic ของ smart phone ระบบปฏิบัติการ Android 4.2 แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วที่วัดได้จาก จีพีเอส เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของความเร็วที่วัดได้จาก จีพีเอส ดัง Table 2

Table 2 The accuracy of the velocity provided by the GPS module compared to the Sygic Android application

Velocity from Sygic (m/s)	Velocity from GPS (m/s)	Accuracy (%)
3.61	3.45	95.54
4.17	4.43	93.80
5.28	5.74	91.21
5.83	4.84	83.00
6.39	6.38	99.83
6.39	6.41	99.61
6.67	7.02	94.75
6.67	7.18	92.33
6.94	8.15	82.60
7.50	7.32	97.59
Average		93.03

ข้อมูลจากตารางข้างต้น พบว่า ความถูกต้องเฉลี่ยของค่าความเร็วที่ได้จากจีพีเอสเทียบกับแอพพลิเคชั่น Sygic คือ 93.03% ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น มีปัจจัยหลัก เนื่องจากจีพีเอสบอกตำแหน่งผิดพลาด ทำให้การคำนวณความเร็วมีความคลาดเคลื่อน

การทดสอบความถูกต้องของระยะทางและระยะเวลาที่แสดงบนป้ายแอลอีดี

ในการทดสอบนี้ ได้ใช้รถรางหนึ่งคันเคลื่อนที่ตามเส้นทางเดินรถตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยบันทึกค่าตำแหน่งที่รถรางอยู่จริงเทียบกับค่าตำแหน่งที่ได้จากตัวติดตาม ทุกๆ หนึ่งนาที ส่วนระยะเวลานั้น จะใช้ความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากจีพีเอส Table 3 แสดงความถูกต้องของระยะทางและเวลาที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้มาถึงสถานีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งพบว่า ความถูกต้องต่ำสุด คือ 96.20% และ ความถูกต้องเฉลี่ยของระยะทางและเวลาบนป้ายแอลอีดี เทียบกับระยะทางและเวลาจริง คือ 98.43% ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น มีปัจจัยหลักเนื่องจากจีพีเอสบอกตำแหน่งผิดพลาด ทำให้การคำนวณระยะทางมีความคลาดเคลื่อน

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดเวลาที่ล่าช้าของข้อมูลระหว่างตัวติดตามและตัวควบคุมการแสดงผล พบว่ามีค่าน้อยกว่า 6 วินาที ซึ่งผลน้อยมากสำหรับการแสดงผล

Figure 9 แสดงตัวอย่างข้อความที่แสดงผลบนป้ายแอลอีดี ซึ่งได้แก่ วันที่และเวลา Figure 10 แสดงตัวอย่าง ระยะเวลาและระยะทางของรถรางคันที่ 1 ที่จะมาถึงสถานี โดยในการแสดงผลนั้น ข้อความ "BUS 01 AR to EN 5 min 2.1 km" จะเลื่อนจากซ้ายไปขวา

Figure 9 The current date and time displayed on the LED display board

Figure 10 The distance and time to reach the Engineering Station

Table 3 The accuracy of the distance and the arrival time of the trams at the Engineering Station

Average Velocity (m/s)	Data on LED display		Actual Data		Accuracy (%)
	Distance to the Eng. station (km)	Time (minute)	Distance to the Eng. station (km)	Time (minute)	
0.04	3.18	1325.0	3.18	1325.0	100.0
0.08	3.18	662.5	3.18	662.5	100.0
4.18	2.97	11.84	3.03	12.08	98.02
3.49	2.82	13.45	2.85	13.59	98.95
6.23	2.52	6.74	2.58	6.90	97.67
6.63	2.28	5.74	2.37	5.96	96.20
2.36	2.19	15.44	2.16	15.23	98.61
4.39	2.04	7.75	2.07	7.87	98.55
0.04	1.98	888.46	1.95	875.0	98.46
3.41	1.92	9.83	1.89	9.23	98.41
4.83	1.71	5.91	1.74	6.01	98.28
5.90	1.47	4.15	1.50	4.24	98.00
		Average			98.43

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการออกแบบและสร้างตัวติดตามโดยใช้จีพีเอสต้นทุนต่ำสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ โดยมีรถรางภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคามเป็นกรณีศึกษานั้น จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ชุดติดตาม ซึ่งจะส่งข้อมูลตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด และค่าความเร็วของรถโดยใช้โมดูลจีพีเอส ร่วมกับโมดูล ESP8266 WIFI ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับจากโมดูลจีพีเอสไปยัง MQTT Cloud ส่วนที่สอง คือ ชุดตัวควบคุมการแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย Raspberry Pi single board computer ทำหน้าที่รับข้อมูลตำแหน่งและความเร็วของรถ จาก MQTT Cloud แล้ว คำนวณระยะทางและระยะเวลาที่เหลือ ก่อนจะมาถึงสถานี ระยะทางและเวลาที่คำนวณได้ จะถูกส่งไปยัง Arduino Uno เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลขึ้นแสดงบนป้ายแอลอีดีต่อไป

ในการทดสอบพบว่า ตำแหน่งที่ได้จาก จีพีเอส มีความความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 6.96 เมตร ในขณะที่ความเร็วที่ได้จากจีพีเอส มีความถูกต้องเฉลี่ย 93.03% ในการทดสอบการคำนวณระยะเวลาที่รถรางต้องใช้เพื่อมาถึงสถานี พบว่าความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ 98.43% จากผลการทดลองที่ได้ทั้งหมด สรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ได้จริง และ สามารถพัฒนาต่อเนื่อง เพื่อครอบคลุมทางด้านอื่นๆ ของระบบขนส่งอัจฉริยะ อีกทั้งยังส่งเสริมให้มีผู้ใช้บริการรถรางเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากผู้ใช้บริการสามารถวางแผนการเดินทางได้สะดวกมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่บริการรถรางมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกในการติดตั้งตัวติดตามโดยใช้จีพีเอส และ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับรถราง และ ขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการติดตั้งชุดตัวควบคุมการแสดงผล

เอกสารอ้างอิง

1. Tarapiah S, Atalla S. Public transportation management system based on GPS/Wifi and open street maps. J Advanced Computer Science and Applications 2015;6(1):189-94.
2. Patinge P, Kolhare N. Smart onboard public information system using GPS & GSM integration for public transport. J Advanced Research in Computer and Communication Engineering 2012;1(5):308-12.
3. Nandan N. Online grid-based dynamic arrival time prediction using GPS locations. J Machine Learning and Computing 2013;3(6):516-9.
4. Mishra D, Vasal A, Tandon P. A novel and cost effective approach to public vehicle tracking system. J UbiComp 2012;3(1):33-44.
5. Menon A, Sinha R, Ediga D, Iyer S. Implementation of Internet of things in bus transport system of Singapore. J Engineering Research 2013;1(4):8-17.
6. Sinn M, Yoon J, Calabrese F, Bouillet E. Predicting arrival times of buses using real-time GPS measurements. Proceedings of the IEEE Conf. on Intelligent Transportation Systems; 2012 Sep.; Alaska, USA, p. 1127-32.