บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับระบบติดตามแพขนานยนต์ด้วย GPS

Development of Android Application for Car Ferry Tracking Systems with GPS

ชยานิษฐ์ บุญสนิท

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
* ผู้รับผิดชอบบทความ
drchayanit@gmail.com

Received: 9 Dec 2021
Revised: 21 Mar 2022
Accepted: 30 Apr 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ สำหรับการติดตามแพขนานยนต์ ของ อบจ. สงขลา ซึ่งแพขนานยนต์จะให้บริการระหว่างฝั่งอำเภอเมืองสงขลากับฝั่งอำเภอสิงหนคร โดยแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์สามารถแสดงพิกัดของแพขนานยนต์ ความหนาแน่นของการจราจรบริเวณท่าแพขนานยนต์แบบแถบสีบนแผนที่กูเกิลได้ และในส่วนของอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ประกอบด้วย ESP-32 จะทำงานร่วมกับโมดูล GPS นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังสามารถแสดงภาพวิดีโอได้จากกล้องวงจรปิดแบบ IP จากการทดสอบระบบผลปรากฏว่าแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลพิกัดของแพขนานยนต์ และแสดงภาพวิดีโอได้ตามความต้องการ และผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ซึ่งอยู่ในระดับ ดีมาก

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันแอนดรอยด์ แพขนานยนต์ แผนที่กูเกิล ESP-32 โมดูล GPS กล้องวงจรปิดแบบ IP

Abstract

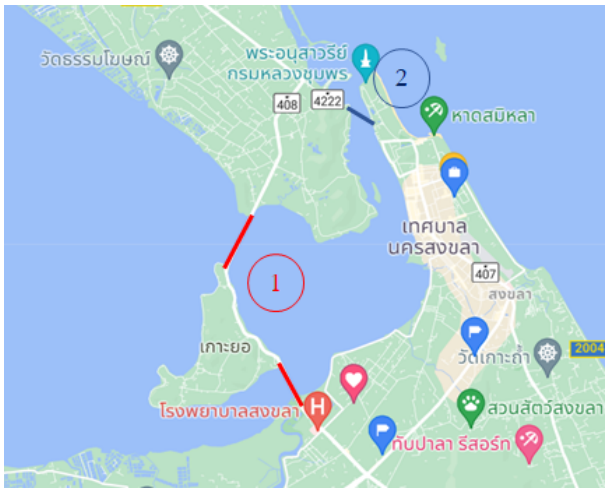
The research presents the development of an android application for tracking the car ferry of Songkhla Provincial Administration. The ferry services between Anpher Muang Songkhla and Singha Nakhon districts currents. The designed application can show the coordinates of the car ferry and the traffic density of the car ferry port on both sides in colored stripes on Google Maps. The tracking device consists of an ESP-32 which works together with the GPS (Global Positioning System) module. In addition, the application can also display video from IP camera. From the experiments, the results showed that the device worked very well and displayed on the application as needed. In terms of user satisfaction with the designed application, it was found that the average was 4.68, which is at very high satisfaction level.

Keywords: Android application, Car ferry, Google map, ESP-32, GPS module, IP Camera

1. บทนำ

การเดินทางสัญจรไปมาระหว่างอำเภอเมืองสงขลา ไปยังฝั่งอำเภอสิงหนคร มีอยู่ 2 เส้นทาง คือ เส้นทางแรก เป็นเส้นทางที่ใช้สะพานติณสูลานนท์ ในการสัญจร ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ จากตำบลพะวง อำเภอเมืองสงขลา ไปยังตำบลเกาะยอ และจากตำบลเกาะยอไปยังอำเภอสิงหนคร ส่วนเส้นทางที่ 2 คือ การใช้แพขนานยนต์ในการสัญจร จากตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง

สงขลา ไปยังตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร [1] ดังรูปที่ 1 [2] ซึ่งการเดินทางโดยใช้บริการท่าแพขนานยนต์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสำหรับผู้ที่อยู่ในบริเวณ ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา เนื่องจากการเดินทางข้ามฟากใช้เวลาประมาณไม่เกิน 6 นาที หากรวมเวลาต่อแถวเข้าคิวในวันที่การจราจรเป็นปกติจะใช้เวลาประมาณไม่เกิน 15 นาที ในขณะที่หากเลือกเส้นทางแรกในการสัญจร จะใช้เวลาเดินทางไม่ต่ำกว่า 30 นาที (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็ว และชนิดของพาหนะนั้นๆ) [1]

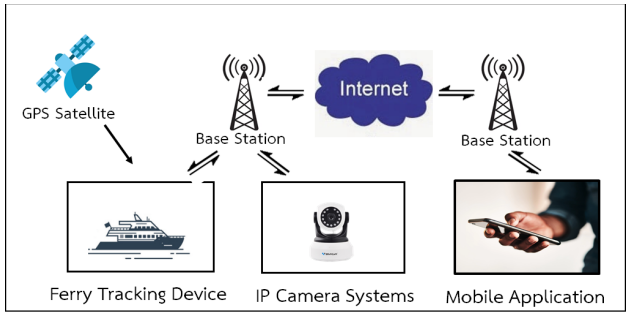


รูปที่ 1 เส้นทางการเดินทาง (1) ทางสะพานติณสูลานนท์ (สีแดง) (2) ทางท่าแพขนานยนต์ อบจ. สงขลา (สีน้ำเงิน)

ปัจจุบันแพขนานยนต์ของจังหวัดสงขลาที่ให้บริการมีทั้งหมดจำนวน 3 ลำ คือ แพขนานยนต์ อบจ. 1 แพขนานยนต์ อบจ. 9 และแพขนานยนต์ อบจ. 10 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 ตุลาคม 2564) โดยเปิดให้บริการทุกวันตั้งแต่เวลา 05.00 น. ถึง 22.00 น. โดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน ช่วงเช้าเวลา 06.00 น. ถึง 07.30 น. และช่วงเย็นเวลา 15.30 น. ถึง 19.30 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีผู้คนใช้บริการเป็นจำนวนมาก ทำให้การต่อแถวเข้าคิวรอขึ้นแพขนานยนต์ข้ามฟากของยานพาหนะใช้เวลาค่อนข้างนาน [3] ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบ และพัฒนาระบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ โดยใช้ฟลัตเตอร์ เฟรมเวิร์ก ซึ่งรองรับการพัฒนาโปรแกรมโดยภาษาดาร์ท (Dart Programming Language) เพื่อการแสดงผลการติดตามตำแหน่งพิกัดของแพขนานยนต์ และปริมาณของยานพาหนะของผู้ใช้บริการที่ท่าแพขนานยนต์ทั้งสองฝั่ง โดยการแสดงแถบสีบนแผนที่กูเกิล (Google map) และแอปพลิเคชันยังสามารถแสดงความหนาแน่นของพาหนะประเภทรถยนต์ตั้งแต่ 4 ล้อ ขึ้นไปในรูปแบบของภาพวิดีโอได้แบบทันท่วงที (Real time) ทั้ง 2 ฝั่ง ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถวางแผนการเดินทางได้ในเบื้องต้น

2. ระบบการติดตามแพขนานยนต์

โครงสร้างการทำงานของระบบติดตามแพขนานยนต์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ส่วนของอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ (Car ferry tracking device) ด้วย GPS ซึ่งจะติดตั้งที่แพขนานยนต์ทั้ง 3 ลำ (2) ส่วนของระบบกล้องวงจรปิด IP (IP Camera Systems) ซึ่งเป็นแบบไร้สาย โดยจะติดตั้งที่บริเวณแพขนานยนต์ทั้ง 2 ฝั่ง และ (3) ส่วนของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Application) ซึ่งข้อมูลของพิกัดตำแหน่งจากส่วนที่ 1 และข้อมูลจากภาพวิดีโอจากส่วนที่ 2 จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อแสดงผลในแอปพลิเคชันต่อไป ดังรูปที่ 2



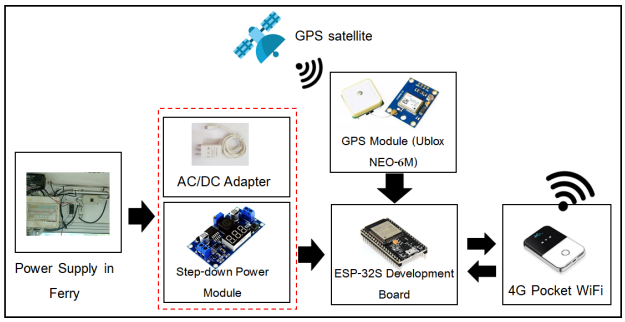
รูปที่ 2 ระบบติดตามแพขนานยนต์

2.1 ระบบปฏิทินออนไลน์

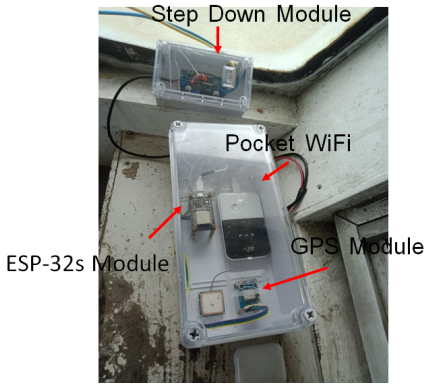
อุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ด้วย GPS ซึ่งจะติดตั้งบนแพขนานยนต์ ประกอบด้วยบอร์ด ESP-32 และโมดูล GPS รุ่น Ublox NEO-60M ซึ่งต่อกับสายอากาศเพื่อรับสัญญาณ GPS จากดาวเทียม อุปกรณ์กระจายสัญญาณไวไฟแบบพกพา (Pocket WiFi) และโมดูลสเต็ปดาวน์ (LM 2596 Step-down Power Module) โดยการทำงานจะเริ่มขึ้นเมื่อระบบไฟฟ้าภายในแพขนานยนต์ทำงาน และจ่ายไฟฟ้าให้กับบอร์ด ESP-32 ผ่านโมดูลสเต็ปดาวน์ เพื่อแปลงไฟ DC 24 V จากแพขนานยนต์เป็น

ไฟ DC 5 V หรือในแพขนานยนต์บางลำจะใช้ชุดแปลงไฟ (Adapter Charger) AC/DC แบบ Micro USB ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าแหล่งจ่ายไฟที่แพขนานยนต์แต่ละลำเป็นอย่างไร

จากนั้น ESP-32 จะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อสัญญาณอินเตอร์เน็ตจากอุปกรณ์ Pocket WiFi เมื่อเชื่อมต่อได้แล้ว จะทำการส่งค่าพิกัดตำแหน่ง (ค่าละติจูดและค่าลองติจูด) ของแพขนานยนต์ซึ่งได้รับมาจากโมดูล GPS ส่งไปยังฐานข้อมูล Cloud Firestore ดังในรูปที่ 3 (ก) และรูปที่ 3 (ข) คือส่วนประกอบของอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ที่สร้างขึ้นจริงและติดตั้งที่แพขนานยนต์



(ก) แผนผังการทำงานอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์



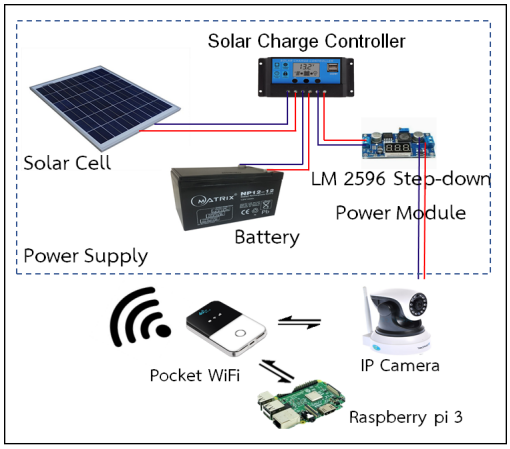
(ข) อุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ที่สร้างเสร็จแล้ว

รูปที่ 3 แผนผังการทำงานและอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์

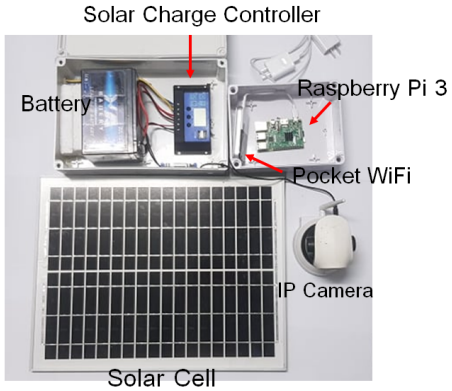
วิธีการนำพิกัดของแพขนานยนต์ไปแสดงบน Google map ทำได้โดยเริ่มจากการนำพิกัดที่ส่งมาจาก ESP-32 ไปเก็บไว้ใน Cloud Firestore โดยการสร้าง Server ขึ้นมาก่อน จากเว็บไซต์ www.digitalocean.com/ [4] เพื่อลงโปรแกรม Node-Red สำหรับการนำค่าจากโปรโตคอล MQTT ไปไว้ที่ Cloud Firestore จากนั้นใช้ตัวไลบรารี่ google_maps_flutter และ firebase_core บนฟลัตเตอร์เขียนแอปพลิเคชันในการดึงค่าพิกัดบน Cloud Firestore [5] มาแสดงพิกัดตำแหน่งบน Google map ได้ตามที่ต้องการ

2.2 ระบบกล้องวงจรปิด IP (IP Camera Systems)

สำหรับระบบกล้องวงจรปิด IP จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ (1) กล้องวงจรปิด IP Vstarcam รุ่น C7824WIP ซึ่งเป็นกล้องแบบไร้สาย (2) Pocket WiFi (3) Raspberry Pi 3 Model B (4) แผงโซลาร์เซลล์ (5) แบตเตอรี่ (6) Solar Charger Controller และ (7) Step Down Module แสดงดังรูปที่ 4 (ก) และสร้างเป็นอุปกรณ์จริงได้ดังรูปที่ 4 (ข)



(ก) แผนผังการทำงานของระบบกล้องไอพี



(ข) ระบบกล้องไอพีที่สร้างขึ้นจริง

รูปที่ 4 แผนผังการทำงานและระบบกล้องไอพี

จากรูปที่ 4 เมื่ออุปกรณ์ Pocket WiFi ทำการกระจายสัญญาณให้กับกล้อง IP และ Raspberry Pi จากนั้นกล้อง IP จะได้รับ IP ที่แชร์จาก Router ซึ่งเป็น IP ภายใน (Local IP) ที่อยู่ในเครือข่าย LAN เดียวกัน และจะใช้ Raspberry Pi แปลง IP ภายใน ให้เป็น IP ภายนอก (Public IP) ด้วยโปรแกรม ngrok [6] และจากนั้น นำ Link ข้อมูล IP ไปเก็บที่ Cloud Firestore แล้วก็ใช้ฟลัตเตอร์ในการเขียนแอปพลิเคชันเพื่อแสดงภาพของ IP ภายนอกมาแสดงผลบนแอปพลิเคชันต่อไป

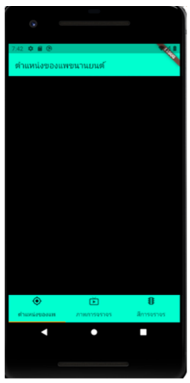
สำหรับระบบจ่ายไฟให้กล้องวงจรปิด เป็นระบบโซล่าร์เซลล์ โดยกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าร์เซลล์ ขนาด 30 วัตต์ จะนำไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ในส่วนนี้จะถูกควบคุมด้วย Solar Charger Controller เพื่อจ่ายไฟ DC ขนาด 5 V 1.2 A ให้กับกล้องวงจรปิด IP

2.3 แอปพลิเคชันของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Application)

ในการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ของโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น จะทำการออกแบบ และสร้างส่วนของหน้าต่างแอปพลิเคชันก่อน โดยใช้ ฟลัตเตอร์ เฟรมเวิร์ก ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำงานร่วมกับ Android Studio Code [7] และ Visual Studio Code [8]

หน้าต่างของแอปพลิเคชันที่ทำการออกแบบจะประกอบด้วย หน้าต่างแสดงตำแหน่งพิกัดของแพขนานยนต์บนแผนที่กูเกิล หน้าต่างแสดงวิดีโอบริเวณท่าแพขนานยนต์ทั้งสองฝั่ง และหน้าต่างแสดงความหมายของแถบสีที่แสดงบนแผนที่กูเกิล ดังรูปที่ 5 (ก) (ข) และ (ค) ตามลำดับ

(ก) หน้าต่างตำแหน่งของแพขนานยนต์



(ข) หน้าต่างวิดีโอภาพการจราจร

(ค) หน้าต่างความหมายของแถบสีการจราจร

รูปที่ 5 หน้าต่าง (ก) ตำแหน่งของแพขนานยนต์ (ข) วิดีโอของภาพการจราจร (ค) ความหมายของแถบสีการจราจร

3. การติดตั้งและทดสอบระบบติดตามแพขนานยนต์

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ติดตามบนแพขนานยนต์ทั้ง 3 ลำ คือแพขนานยนต์ อบจ 1 อบจ 9 และ อบจ 10 ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) (ข) และ (ค) ตามลำดับ จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์กล้องวงจรปิด IP บริเวณท่าแพขนานยนต์ทั้ง 2 ฝั่ง ดังแสดงในรูปที่ 7 (ก) เป็นฝั่งอำเภอเมืองสงขลา และ (ข) เป็นฝั่งอำเภอสิงหนคร

4. การติดตั้งและทดสอบระบบติดตามแพขนานยนต์

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ติดตามบนแพขนานยนต์ทั้ง 3 ลำ คือแพขนานยนต์ อบจ 1 อบจ 9 และ อบจ 10 ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) (ข) และ (ค) ตามลำดับ จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์กล้องวงจร

ปิด IP บริเวณท่าแพขนานยนต์ทั้ง 2 ฝั่ง ดังแสดงในรูปที่ 7 (ก) เป็นฝั่งอำเภอเมืองสงขลา และ (ข) เป็นฝั่งอำเภอสิงหนคร

(ก) แพขนานยนต์ (อบจ 1)

(ข) แพขนานยนต์ (อบจ 9)

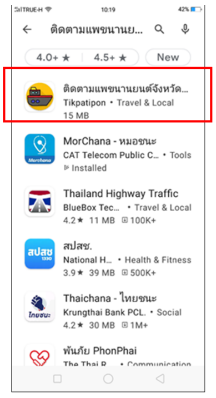
(ค) แพขนานยนต์ (อบจ 10)

รูปที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ที่แพขนานยนต์ทั้ง 3 ลำ

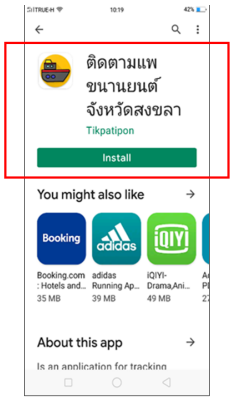
(ก) ฝั่งอำเภอเมืองสงขลา

(ข) ฝั่งอำเภอสิงหนคร

รูปที่ 7 บริเวณที่ติดตั้งกล้องวงจรปิด



(ก) หน้าต่างของแอปพลิเคชันใน Google Play Store



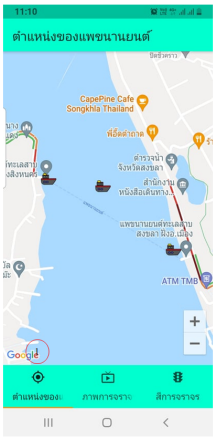
(ข) หน้าต่างติดตั้งแอปพลิเคชัน

(ค) ไอคอนแอปพลิเคชัน

รูปที่ 8 วิธีการติดตั้งแอปพลิเคชัน

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบระบบว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ และเมื่อระบบทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้แล้ว จึงนำแอปพลิเคชันที่จัดทำขึ้นไปไว้ใน Google Play Store จากนั้นเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมาติดตั้งในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบแอนดรอยด์ได้ ดังรูปที่ 8

ทำการเปิดแอปพลิเคชัน ติดตามแพขนานยนต์ อบจ. สงขลา ซึ่งแอปพลิเคชันจะแสดงหน้าต่างแรกเป็นตำแหน่งของแพขนานยนต์แสดงในแผนที่กูเกิล ตามหมายเลข 1 ดังรูปที่ 9 (ก) และผู้ใช้สามารถกดที่หมายเลข 2 และ 3 เพื่อดูภาพความหนาแน่นของการจราจร ดังรูปที่ 9 (ข) และ (ค) ได้ตามลำดับ



(ก) การเคลื่อนที่ของแพขนานยนต์

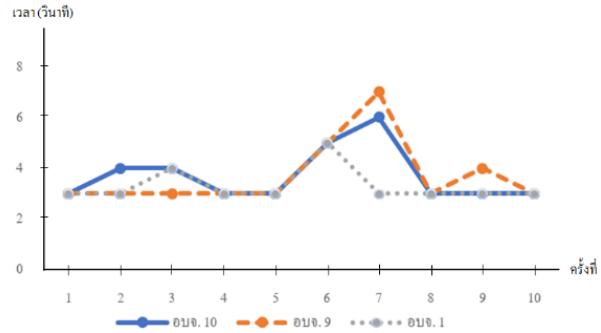
(ข) ภาพจากกล้องวงจรปิด

(ค) ความหมายของแถบสี

รูปที่ 9 หน้าต่างของแอปพลิเคชันในขณะที่เปิดใช้งาน (ก) การเคลื่อนที่ของแพขนานยนต์ (ข) ภาพจากกล้องวงจรปิด (ค) ความหมายของแถบสี

3.1 ผลการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์

ทำการทดสอบเพื่อหาค่าความแตกต่างของเวลาจริงที่ใช้ในการเดินทางของแพขนานยนต์ กับเวลาที่แอปพลิเคชันใช้ในการเปลี่ยนพิกัดของแพขนานยนต์ โดยทำการทดสอบที่แพขนานยนต์ลำที่ต้องการทดสอบ จับเวลาการเคลื่อนที่ของแพขนานยนต์จริงเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนตำแหน่งพิกัดของแพขนานยนต์ในแอปพลิเคชัน โดยรายละเอียดการทำการทดสอบ คือ กำหนดการเขียนโปรแกรมให้แอปพลิเคชันแอนดรอยด์มีการเปลี่ยนพิกัดทุก ๆ 3 วินาที โดยแพขนานยนต์เคลื่อนที่ข้ามฟากระหว่างฝั่งอำเภอเมืองสงขลา และฝั่งอำเภอสิงหนคร ทำการทดสอบ จำนวน 10 ครั้ง 3 วัน ในช่วงเวลา 07:30 น. ถึง 09:30 น. ของแพขนานยนต์ทั้ง 3 ลำ แสดงผลได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความแตกต่างระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางจริงของแพขนานยนต์ กับการเปลี่ยนพิกัดของแพขนานยนต์บนแอปพลิเคชัน

จากกราฟในรูปที่ 10 จะเห็นว่าพิกัดตำแหน่งของแพขนานยนต์เปลี่ยนช้ากว่าการเคลื่อนที่ของแพขนานยนต์จริงๆ โดยช้ากว่า 3 - 7 วินาที โดยเวลาเฉลี่ยของทั้งหมดเป็น 3.9 วินาที

3.2 ผลการหาความสัมพันธ์ของแถบสีกับปริมาณยานพาหนะ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงแถบสีกับจำนวนของยานพาหนะที่มาใช้บริการที่บริเวณท่าแพขนานยนต์ โดยใช้วิธีการนับจำนวนปริมาณรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ เทียบกับแถบสีต่าง ๆ ที่ปรากฏขึ้นในแผนที่กูเกิล ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแถบสีและจำนวนยานพาหนะที่มาใช้บริการ

ลำดับที่	สีที่แสดงบนแผนที่กูเกิล	จำนวนรถยนต์ (คัน)	จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)
1	สีเขียว	5-10	15-20
2	สีส้ม	11-20	21-40
3	สีแดง	21-30	41-60
4	สีแดงเลือดหมู	31-40	61-80

3.3 ผลการทดสอบระบบแสดงภาพวิดีโอ

ในส่วนนี้จะทำการทดสอบการแสดงภาพวิดีโอในแอปพลิเคชันทั้งภาพวิดีโอในฝั่งอำเภอเมืองสงขลา และฝั่งอำเภอสิงหนคร โดยทำการทดสอบ 3 ช่วงเวลา ซึ่งแต่ละช่วงเวลาทำการทดสอบ 10 ครั้ง ผลปรากฏการแสดงภาพวิดีโอดังตารางที่ 2 ซึ่งจากตารางแสดงให้เห็นว่าการแสดงผลภาพทำได้สมบูรณ์ในช่วงเวลา 11.30 น. – 12:30 น. ส่วนในช่วงอื่นไม่สามารถแสดงภาพวิดีโอได้ทุกครั้ง แต่ก็ไม่ต่ำกว่า 80% ของการแสดงภาพทั้งหมด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณของผู้ใช้อินเตอร์เน็ตมีปริมาณมาก อาจทำให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณได้ไม่ดี นอกจากนี้ยังพบว่าในวันที่อากาศไม่ดี ครึ้มฟ้าครึ้มฝน ส่งผลให้มีปริมาณแสงแดดน้อยชุดโซล่าร์เซลล์ไม่สามารถเก็บพลังงานเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับกล้อง IP ได้อย่างเพียงพอ ส่งผลให้แอปพลิเคชันไม่สามารถแสดงภาพวิดีโอได้

ตารางที่ 2 จำนวนครั้งของการแสดงผลภาพวิดีโอของกล้อง IP ที่ท่าแพขนานยนต์ทั้งสองฝั่ง

ช่วงเวลา	การแสดงผลของภาพวิดีโอ (ครั้ง)	
	ฝั่งอำเภอเมือง	ฝั่งสิงหนคร
07:30 น. – 08:30 น.	9	9
11:30 น. – 12:30 น.	10	10
17:30 น. – 18:30 น.	8	8

3.4 ผลของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน จากนักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่ใช้บริการท่าแพขนานยนต์ จำนวน 30 คน เป็นชาย 20 คน หญิง 10 คน เป็นนักศึกษา 18 คน และบุคคลทั่วไป 12 คน และเกณฑ์ในการวิเคราะห์ และแปลผลข้อมูลมีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 อยู่ในเกณฑ์ ดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 อยู่ในเกณฑ์ น้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 อยู่ในเกณฑ์ น้อยที่สุด

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า ผู้ใช้แอปพลิเคชันมีความต้องการให้พัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการใช้บริการแพขนานยนต์ และปรับปรุงในส่วนการแสดงผลข้อมูลให้มีมากขึ้น และมีความถูกต้องของข้อมูลมากขึ้นด้วย เฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.68 อยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชัน

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
1. ความสะดวกในการติดตั้งแอปพลิเคชันและใช้งาน	4.8	ดีมาก
2. ข้อมูลที่แอปพลิเคชันมีความเพียงพอต่อการใช้งาน	4.5	ดี
3. แอปพลิเคชันสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง	4.4	ดี
4. ข้อมูลที่ได้จากแอปพลิเคชันช่วยแก้ปัญหาในการใช้บริการแพขนานยนต์	4.9	ดีมาก
5. ความต้องการให้พัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป	5	ดีมาก
เฉลี่ย	4.68	ดีมาก

5. สรุป

งานวิจัยเป็นการสร้างอุปกรณ์ติดตามแพขนานยนต์ จำนวน 3 ลำ คือ อบจ 1 อบจ 9 และ อบจ 10 ของท่าแพขนานยนต์ อบจ. สงขลา ซึ่งสามารถแสดงพิกัดของแพขนานยนต์ และแสดงภาพวิดีโอการจราจรของยานพาหนะทั้ง 2 ฝั่งของท่าแพขนานยนต์บนแอปพลิเคชันของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยจากการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์ ซึ่งจากการทดสอบระบบผลปรากฏว่าสามารถแสดงผลได้ตามที่ต้องการ และสำหรับความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.68 อยู่ในระดับ ดีมาก

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ฉัตรทิพย์ ยอแสงรัตน์ และพินิจ ดวงจินดา. “การประเมินต้นทุนเชื้อเพลิงในการเดินทางระหว่าง เส้นทางท่าแพขนานยนต์สงขลาและเส้นทางสะพานติณสูลานนท์” การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ประจำปี 2554 และการประชุม วิชาการและเสนอผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณครั้งที่ 21 ประจำปี 2554. 25-28 พฤษภาคม 2554. จังหวัดสงขลา.

[2] แผนที่กูเกิล. สืบค้นจาก https://www.google.com/maps/@7.1882806,100.5057527,12.46z?hl=th (เข้าถึงเมื่อวันที่: 3 ธันวาคม 2563)
[3] สำนักงานท่าแพขนานยนต์ จังหวัดสงขลา. อัตราค่าโดยสารแพขนานยนต์ จำนวนของแพขนานยนต์ที่ใช้งาน การดำเนินกิจการของท่าแพขนานยนต์. สอบถามเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2564
[4] เซิร์ฟเวอร์. สืบค้นจาก www.digitalocean.com/
[5] Cloud Firestore สืบค้นจาก. https://console.firebase.google.com/ (เข้าถึงเมื่อวันที่: 3 ธันวาคม 2563)
[6] โปรแกรม ngrok. สืบค้นจาก https://ngrok.com/download (เข้าถึงเมื่อวันที่: 17 สิงหาคม 2563)
[7] Android Studio Code. สืบค้นจาก https://code.visualstudio.com/ (เข้าถึงเมื่อวันที่: 22 เมษายน 2563)
[8] Visual Studio Code. สืบค้นจาก https://code.visualstudio.com/ (เข้าถึงเมื่อวันที่: 25 เมษายน 2563)
[9] กิตติพงศ์ พิทักษ์สกุลถาวร นิคม ลนขุนทด และอัษฎา วรรณกายนต์. “การออกแบบและพัฒนาระบบกำหนดตำแหน่งยานพาหนะแบบอัตโนมัติ ในการติดตามการเดินทางขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก” วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์. ปีที่ 8. ฉบับที่ 7. กรกฎาคม 2564.
[10] ธนชาต ณัฐขจรกุล และคณะ. (2552). การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอสสำหรับเซนเซอร์โหนดเคลื่อนที่ไร้สาย. ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ครั้งที่ 7). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 21-22 พฤษภาคม 2552. หน้า 334-338.
[11] Moloo R.K and Digumber V.K., “Low-Cost Mobile GPS Tracking Solution”, International Conference on Business Computing and Global Information, 2011, p. 516-519.
[12] Kais Mekki, Eddy Bajic and Fernand Meyer, “Indoor Positioning System for IoT Device based on BLE Technology and MQTT Protocol”, Proceedings of 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 796-801, IEEE April 2019.
[13] Sutar, S.H., Koul, R. and Suryavanshi, R. (2016) Integration of Smart Phone and IOT for Development of Smart Public Transportation System. International Conference on Internet of Things and Applications, Pune, 22-24 January 2016, 73-78.
[14] Kiran, R., et al. (2017) Implementation of Smart Bus Tracking System Using Wi-Fi. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 6, 12940-12946.