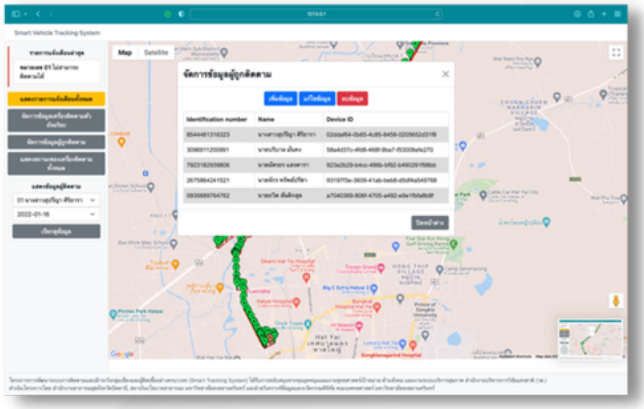
รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ Smart Tracking System: การพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

Smart Tracking System: Development of a comprehensive surveillance and monitoring system for risk group and the infected



ผู้วิจัย

นพ.อนุรักษ์ สารภาพ	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปัตตานี
นายราเชนทร์ แตงอ่อน	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา
ดร.นพ.วรสิทธิ์ ศรศรีวิชัย	สถาบันนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.นพ.ชนนท์ กองกมล	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.นพ.ธรรมสินธ์ อิงวิยะ	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.สิทธิโชค ไชยชูลี	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.อติชาต ขวัญเยื้อง	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย (Spearhead)
ด้านสังคม : แผนงานระบบบริการสุขภาพ โดย สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ชื่อวิจัย: การพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

ผู้วิจัย: นายแพทย์อนุรักษ์ สารภาพ
ราเชนทร์ แตงอ่อน
ดร.นพ.วรสิทธิ์ ศรศรีวิชัย
ดร.นพ.ชนนท์ กองกมล
ดร.นพ.ธรรมสินธ์ อิงวิยะ
ดร.สิทธิโชค ไชยชูลี
ดร.อติชาต ขวัญเยื้อง

บรรณาธิการ: รองศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ บุญเชียง
ดร.เสาวลักษณ์ เศรษฐีกุล
สุรภี ทานเคหาสน์
สุณิสา เสนาหวาน

ออกแบบและพิมพ์: อรุณวดี กรรมสิทธิ์

จัดทำโดย: หน่วยบริหารจัดการและส่งมอบผลลัพธ์ (ODU)
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
โทรศัพท์ 0 5394 2504

พิมพ์ครั้งแรก : ตุลาคม 2565

พิมพ์ที่ : บริษัทสยามพิมพ์นานา จำกัด
โทรศัพท์ 0 5321 6962

สนับสนุนโดย: สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

คำนำ

โครงการ Smart Tracking System: การพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ได้ดำเนินงานสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามเป้าหมาย ด้วยได้รับโอกาสจากโครงการการพัฒนาสมรรถนะ มาตรฐาน และระบบการจัดการดูแลแบบชุมชนเป็นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมและรับมือในภาวะฉุกเฉินจากสถานการณ์การแพร่ระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในพื้นที่เสี่ยง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการมอบหมายและสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อดำเนินการวิจัยดังกล่าว

การดำเนินการมีเป้าหมายหลัก คือ พัฒนาระบบที่ใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังผู้เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อมุ่งเน้นการสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานในพื้นที่ให้ง่ายต่อการติดตามการระบาดและการสืบสวนโรคในกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อโควิด-19 ตามประกาศของคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา การดำเนินงานจะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายได้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากนักวิจัยภายใต้โครงการทุกท่าน ทั้งจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา สถาบันนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และหน่วยงานภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ในจังหวัดสงขลาที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานครั้งนี้ ที่เสียสละเวลาและทุ่มเทในการดำเนินงาน เพื่อให้ข้อมูลนำมาสู่การตั้งคำถามเพื่อการวิจัย ออกแบบและพัฒนาระบบ ทดลองระบบ อันเป็นประโยชน์ต่อประชาชนผู้เดินทางเข้า-ออกจังหวัดสงขลาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการติดตามและสอบสวนโรค

โดยหวังว่าผลการวิจัยจะสามารถนำไปปรับใช้ หรือต่อยอดเพื่อเตรียมความพร้อมและการรับมือในการเฝ้าระวังสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต่อไปได้

คณะผู้วิจัย
สิงหาคม 2565

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร (Smart Tracking System) ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา โดยเน้นศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัวและระบบรองรับอุปกรณ์ และความเป็นไปได้ในการนำระบบติดตามนี้มาใช้กับผู้เดินทางข้ามชายแดนระหว่างประเทศ คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกอาสาสมัครซึ่งเป็นผู้ขับขี่รถยนต์ที่มีการเดินทางภายในจังหวัดสงขลา โดยวิธีการสุ่มตามความสะดวกจำนวน 10 คน เพื่อทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัวและเว็บแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้น

ผลการศึกษาวิจัย พบว่า ระบบเว็บแอปพลิเคชัน มีความเร็วในการนำและส่งต่อข้อมูลพิกัดของแต่ละอุปกรณ์ติดตามตัวจากระบบ NB-IOT เข้าสู่ Cloud Server ของหน่วยงานผู้วิจัย ระบบทำการติดตามและจัดการข้อมูลประวัติของผู้ถูกติดตามเป็นรายคน ในแต่ละวัน แต่ละช่วงเวลาได้ สามารถแสดงผลข้อมูลการติดตามผ่าน Google Maps API แสดงสถานะการเคลื่อนที่ของรถ หรือแม้กระทั้งการออกนอกเส้นทางที่กำหนดไว้ และเรียกดูรายงานผลข้อมูลในรูปแบบ Dashboard อีกทั้งระบบนี้ยังสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ได้ สำหรับข้อมูลที่ได้จากพิกัด GPS ที่เก็บจากอุปกรณ์ติดตามตัว ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพิกัดด้วยโปรแกรม Quantum Geographic Information System (QGIS) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของภาษา Python เพื่อหาระยะทางจากรถถึงด่านข้ามชายแดนระหว่างประเทศ และถนนสายหลักที่อนุญาตให้เดินทางเข้าประเทศ (ไม่เกิน 2 กิโลเมตร) ภายใต้คำสั่งคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา โดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ.2558 ได้

อุปกรณ์ติดตามตัวและแหล่งจ่ายพลังงานสำรอง มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 70 บาทต่อเดือน น้ำหนักเบาพกพาสะดวก และไม่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อและการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากมือถือ สำหรับระบบรองรับอุปกรณ์ฯ สามารถระบุพิกัดของถนน แจ้งเตือนเมื่อรถออกนอกเส้นทาง ใช้ติดตามกลุ่มเสี่ยงหรือผู้ติดเชื้อโควิด-19 ที่เดินทางเข้าจังหวัดสงขลา ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ได้ เช่น ช่วงเปิดด่านข้ามชายแดนระหว่างประเทศ ดังนั้นระบบติดตามตัวนี้สามารถเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการติดตามกลุ่มเสี่ยงหรือผู้ติดเชื้อโควิด-19 ได้ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการรายงานการเดินทางหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากรเป้าหมาย เพื่อใช้ติดตามและสอบสวนโรคในกรณีของการเดินทางมาจากพื้นที่ที่มีความรุนแรงของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สูง สู่อีกพื้นที่หนึ่ง

Executive Summary

This research project aimed to develop a comprehensive monitoring and surveillance system for risk group and the infected (Smart Tracking System) among the people traveling to Songkhla Province. The project focused on studying the operation of tracking devices, device support system, and the practicability of the system. The researchers used convenience sampling method to select 10 volunteers who traveled within Songkhla Province via vehicle to test the operation of the developed tracking devices and application.

The study found that the web application could quickly transfer the coordinates of each tracking device from NB-IOT system to the researchers' Cloud Server. The system would track and manage the history of the monitored individuals one by one, day by day, and period by period. It could also display tracking data through Google Maps API, vehicle's status, or even deviation from intended route and its data report in Dashboard format. Furthermore, the system could link the data with the related authorities in the area. The data obtained from tracking devices' GPS were analyzed with Quantum Geographic Information System program (QGIS) based on Python to find the distance from the vehicle to the international border cross and the main road permitted for entering the country (not more than 2 kilometers) under the order of Communicable Disease Committee of Songkhla Province by virtue of the Communicable Diseases Act B.E. 2558 (2015).

Tracking devices and backup power supplies costed an average of 70 Baht per month. They were lightweight, portable, and did not require mobile connection nor battery. As for the equipment support system, it could specify the coordinates of the road, notify when the vehicle deviated from the intended route, and track high-risk groups or people infected with COVID-19 who traveled to Songkhla Province for a short period of time, such as during the opening of international border checkpoints.

Therefore, this tracking system could be an alternative to the authorities involved in tracking risk groups or people infected with COVID-19, and was particularly useful for reporting the journey or immigration of the target population to monitor and investigate the group of people traveling from COVID-19 outbreak area.

Key words: Tracking system development, Risk group surveillance

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
บทสรุปผู้บริหาร		ข
Executive Summary		ค
สารบัญ		ง
สารบัญรูปภาพ		ฉ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์การวิจัย	3
	คำถามการวิจัย	3
	นิยามศัพท์	3
บทที่ 2	การทบทวนวรรณกรรม	4
	สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19	4
	ความสำคัญของการควบคุมการแพร่ระบาด	4
	มาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่ระบาด	5
	ระบบ tracking กับการแพร่ระบาด	5
	การเดินทางข้ามชายแดนไทย มาเลเซีย	5
	สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ในประเทศไทยและมาเลเซีย	6
	ความสำคัญของระบบ tracking และการนำไปใช้ประโยชน์	6
	กรอบแนวคิดการวิจัย	6
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	8
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	8
	ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล	8
	การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง	9
	การวิเคราะห์ข้อมูล	10
บทที่ 4	ผลการวิจัย	11
	ส่วนที่ 1 ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร	12
	ส่วนที่ 2 ประสิทธิผลของระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร	19
	อภิปรายผลการวิจัย	20

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล	24
	สรุปผลการวิจัย	24
	ปัญหาและอุปสรรค	25
	ข้อเสนอแนะ	26
เอกสารอ้างอิง		27

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	กรอบแนวคิดการวิจัย	8
ภาพที่ 2	ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการทำงานพร้อมคำอธิบาย ซึ่งหน้าจอการทำงานออกแบบให้แสดงผลอัพเดทได้แบบเรียลไทม์ ใช้งานได้ง่ายด้วยการใช้งาน Google Maps สำหรับแสดงผล	13
ภาพที่ 3	การลงทะเบียนข้อมูลผู้ติดตามและการผูกข้อมูลเข้ากับเครื่องติดตาม	15
ภาพที่ 4	การจัดการข้อมูลผู้ถูกติดตาม	16
ภาพที่ 5	การกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่สามารถเดินทางได้	16
ภาพที่ 6	ความถี่ในการเก็บข้อมูลทุก 10 วินาที มีการคำนวณความเร็วพร้อมทั้งการตรวจสอบการอยู่บนถนน	17
ภาพที่ 7	สามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ไม่ได้อยู่ในเขตถนนได้	18
ภาพที่ 8	ความแม่นยำและเชื่อถือได้ในการเก็บข้อมูลพิกัดอยู่ในระดับสูงมาก ไม่มีข้อผิดพลาดแม้จะอยู่ในอาคาร	18
ภาพที่ 9	การใช้ความเร็วเกินกำหนดที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การแสดงผลจะใช้สีเหลือง	19
ภาพที่ 10	การวิเคราะห์ระยะทางและเส้นทางเดินทางด้วยโปรแกรม Quantum Geographic Information System (QGIS)	20

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม้ว่าการดำเนินงานตามมาตรการของรัฐในการควบคุม ป้องกันการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ผ่านมามีทั้งที่ประสบความสำเร็จและปัญหาอุปสรรค โดยเฉพาะความท้าทายในการปรับมาตรการรองรับการจัดบริการในสถานการณ์การระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยเฉพาะในกลุ่มนักท่องเที่ยวและคนต่างด้าวที่อาจเพิ่มโอกาสการแพร่ระบาดของโรคได้มาก (กระทรวงสาธารณสุข, 2563) ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินจึงจำเป็นต้องมีมาตรการเฉพาะ เพื่อรองรับสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในพื้นที่เสี่ยง ได้แก่ ด่านตรวจคนเข้าเมือง โรงแรม ธุรกิจท่องเที่ยวและบริการ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ที่มีความเฉพาะในเรื่องการเดินทางท่องเที่ยว รวมถึงการมีพื้นที่ชายแดนที่ติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านและมีการเคลื่อนย้ายของประชากรมาก อันก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

สงขลาเป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยง เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีพรมแดนติดกับจังหวัดสงขลา พบผู้ป่วยยืนยันในระลอกที่ 2 จำนวนมาก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดมายังพื้นที่จังหวัดสงขลาผ่านช่องทางต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีระบบการติดตามและเฝ้าระวังผู้เดินทางที่มีความเสี่ยงกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

1. กลุ่มที่มีการข้ามแดนเข้าประเทศไทยแบบถูกกฎหมาย บุคคลกลุ่มนี้จะเข้าพักในสถานที่กักกันที่รัฐจัดให้ ได้รับการตรวจคัดกรองโรคตามมาตรฐานที่กำหนด โดยจะใช้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อการติดตามและเฝ้าระวัง

2. กลุ่มที่ลักลอบข้ามแดนเข้าประเทศไทยผ่านช่องทางธรรมชาติ กลุ่มนี้จะเข้ามาแบบผิดกฎหมาย ไม่ได้ผ่านการตรวจสุขภาพและการคัดกรองต่าง ๆ โดยกลุ่มนี้ต้องมีพื้นที่สำหรับกักกันแยกเป็นพิเศษ เพราะอาจนำเชื้อไปแพร่กระจายให้แก่ผู้ต้องขังคนอื่น ๆ ได้ และจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับติดตามและเฝ้าระวังไม่ให้เกิดความเสี่ยงที่จะแพร่เชื้อหรือหลบหนีได้

3. กลุ่มคนไทยที่ขับรถขนสินค้าจากประเทศไทยไปและกลับจากประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ จะมีข้อปฏิบัติ คือ สามารถเข้าไปส่งสินค้าในประเทศมาเลเซียได้ไม่เกิน 4.5 กิโลเมตรจากจุดผ่านแดน ไม่เกิน 1 วัน และห้ามหยุดจอดพักและลงจากรถระหว่างการเดินทางโดยเด็ดขาด หากเกิน 4.5 กิโลเมตรหรือเกิน 1 วัน การกลับเข้ามายังประเทศไทยจะต้องกักตัวในสถานที่กักกันที่รัฐจัดให้ กลุ่มนี้จะต้องมีระบบติดตามและเฝ้าระวังโดยใช้อุปกรณ์ติดตามและแอปพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในขณะที่อยู่ในประเทศมาเลเซีย

4. กลุ่มผู้ขับรถขนส่งสินค้าสัญชาติมาเลเซียหรืออื่น ๆ ที่เดินทางเข้ามาในราชอาณาจักรผ่านช่องทางขนส่งสินค้าทางบกบริเวณชายแดนที่จุดผ่านแดนถาวรด่านสะเดา จะต้องควบคุมให้บุคคลกลุ่มนี้อยู่ภายในบริเวณจุดขนถ่ายสินค้า 6 จุดที่กำหนดเท่านั้น ห้ามมิให้ออกนอกพื้นที่โดยเด็ดขาด และเมื่อขนถ่ายสินค้าแล้วเสร็จจะต้องเดินทางกลับออกจากราชอาณาจักรโดยทันที ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 7 ชั่วโมง และ

ห้ามหยุดจอดพักและลงจากรถระหว่างการเดินทางโดยเด็ดขาด ซึ่งกลุ่มนี้มีความเสี่ยงที่จะจอดพักหรือออกนอกเส้นทาง แม้ว่าตอนเข้ามายังประเทศไทยจะมีระบบ Q-Alert เพื่อบันทึกข้อมูลพื้นฐาน (วันที่ เวลา เข้าประเทศ ชื่อ เพศ อายุ ทะเบียนรถ คนขับ คนซ้อน) และวัดอุณหภูมิ แต่ยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการติดตามตัว จึงจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับติดตาม และเฝ้าระวังไม่ให้เกิดความเสี่ยงที่จะแพร่เชื้อถ้าหากมีอาการป่วยด้วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

5. กลุ่มผู้โดยสารในระบบการขนส่งสาธารณะ สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประเทศไทย ขณะนี้ได้มีผู้ป่วยที่เดินทางมาจากประเทศเมียนมาลักลอบเข้ามายังประเทศไทย พบอยู่ในหลายจังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ กรุงเทพมหานคร พะเยา พิจิตร ราชบุรี และสิงห์บุรี ตลอดจนการแพร่เชื้อจากแรงงานต่างด้าวในหลายจังหวัด เช่น สมุทรสาคร ระยอง หากมีผู้เดินทางกลับจากจังหวัดเสี่ยงดังกล่าวจะต้องใช้ระบบติดตามเพื่อติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงผ่านระบบ Songkhla COVID-19 Tracker

ในการตอบสนองต่อสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อการควบคุมการระบาดของโรคให้อยู่ในวงจำกัด ลดโอกาสการแพร่เชื้อเข้าสู่ประเทศ ลดผลกระทบทางสุขภาพ รวมถึงสามารถดูแลคนไทยและผู้เดินทางจากต่างประเทศ ให้ปลอดภัยจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ตามหลักการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องจัดระบบในการติดตามและเฝ้าระวังผู้เดินทางระหว่างประเทศ โดยคณะผู้วิจัยมีแผนในการที่จะพัฒนาโปรแกรม Songkhla COVID-19 Tracker สำหรับใช้ในการติดตามกลุ่มเสี่ยงแบบ real time เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรในสถานที่กักกันที่รัฐจัดให้ โดยบูรณาการกระบวนการผ่านความร่วมมือหลากหลายภาคส่วน ตั้งแต่ต้นทางจนสิ้นสุดกระบวนการกักตัว 14 วัน รวมถึงการดูแลผู้ป่วยและส่งต่อที่มีประสิทธิภาพแบบใช้ชุมชนเป็นฐาน และออกแบบการใช้งานให้มีประสิทธิภาพเข้ากับบริบทของพื้นที่

โดยระบบที่ใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังที่คณะผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นระบบที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบรองรับของอุปกรณ์ติดตามตัวกับฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลการเดินทาง โดยผ่านทาง API (Application Programming Interface) ที่จะถูกพัฒนาขึ้นพร้อมกันโดยคณะผู้วิจัย และข้อมูลการเดินทางเหล่านั้นจะสามารถนำมาแสดงผลแบบ real-time เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการติดตามและเฝ้าระวังผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา

ซึ่งสาเหตุแห่งความจำเป็นในการที่จะต้องพัฒนาอุปกรณ์ติดตามตัวขึ้นมาเองนั้นประกอบไปด้วยปัจจัยสองประการ โดยประการที่หนึ่งนั้นก็เนื่องด้วยความตั้งใจที่จะนำระบบนี้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่จะเดินทางข้ามประเทศเข้ามาในเขตพรมแดนของราชอาณาจักรไทย ซึ่งการเชื่อมโยงของระบบเครือข่ายการให้บริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระหว่างผู้ให้บริการในแต่ละประเทศอาจจะไม่สามารถทำได้สะดวกนัก จึงไม่สามารถอาศัยการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อยืมทรัพยากรที่ใช้ในการระบุพิกัดตำแหน่งที่ส่วนใหญ่จะเป็นคุณสมบัติของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมาใช้เพื่อการรายงานตำแหน่งของกลุ่มเป็นหมายที่เดินทางข้ามประเทศได้ ส่วนประการที่สองนั้นเกี่ยวข้องกับระบบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ หากมีการยืมใช้ทรัพยากรเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านแอปพลิเคชันมาใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังแบบ Real time ก็จะทำให้พลังงานสำรองของโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นหมดลงอย่างรวดเร็วภายในไม่กี่ชั่วโมง

เช่นเดียวกันกับที่เคยเกินขึ้นกับแอปพลิเคชันหมอชนะ ซึ่งยังไม่นับรวมถึงปัญหาเรื่องความร้อนสะสมในตัวอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ที่ทางคณะผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้นก็เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร (Smart Tracking System) ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา ตามคำสั่งของคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา (ฉบับที่ 169/2564 เรื่องมาตรการควบคุมผู้ขับรถขนส่งสินค้าสำหรับบุคคลที่เดินทางเข้ามาในราชอาณาจักรผ่านจุดผ่านแดนในพื้นที่จังหวัดสงขลา)

คำถามการวิจัย

ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร มีลักษณะเป็นอย่างไร

นิยามศัพท์

API (Application Programming Interface) หมายถึง ตัวกลางในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบรองรับของอุปกรณ์ติดตามตัวและกับฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลการเดินทาง

Dashboard หมายถึง ระบบแสดงผลข้อมูลการเดินทางที่สามารถรายงานผลได้ทันทีและตลอดเวลา

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด และทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยทีเกี่ยวข้องดังนี้

สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

นับตั้งแต่มีการรายงานในกรณีของผู้ป่วยรายแรกจากเมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย สาธารณรัฐประชาชนจีน ในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562 จนกระทั่งถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มีผู้ป่วยที่ถูกยืนยันการติดเชื้อไปแล้วกว่า 13 ล้านราย ซึ่งถือได้ว่าเป็นมหันตภัยที่ร้ายแรงที่สุดที่กำลังคุกคามมวลมนุษยชาติอยู่ในโลกยุคปัจจุบัน และสถานการณ์ของการแพร่ระบาดไปทั่วโลกอย่างไม่สามารถควบคุมได้นี้ก็ได้ถูกยอมรับและยืนยันอย่างเป็นทางการจากองค์การอนามัยโลก (Pillai, et al. 2020; Santacroce, et al., 2020) โดยมีหลากหลายปัจจัยที่ทำให้การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ของโลกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็น การเดินทางไปยังที่ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยทั่วไปของประชาชน การเดินทางท่องเที่ยวข้ามประเทศ วัฒนธรรมที่ผูกพันเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของชนในชาตินั้นๆ (Tantrakarnapa & Bhopdhornangkul, 2020) นอกเหนือจากนั้นสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ อาจจะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ถือว่าเป็นตัวเร่งให้อัตราของการติดเชื้อในบางพื้นที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเชื่อว่าในเขตที่มีอากาศหนาว เชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ยาวนานกว่า และมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าในแง่ของการแพร่ระบาด (Shah, et al. 2020; Tantrakarnapa & Bhopdhornangkul, 2020)

ความสำคัญของการควบคุมการแพร่ระบาด

เนื่องด้วยการแพร่ระบาดไปแทบทุกพื้นที่ของโลกภายในระยะเวลาไม่กี่สัปดาห์ของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่ทวีปเอเชีย หลังจากนั้นแพร่ระบาดไปยังทวีปยุโรป และสุดท้ายที่ทวีปอเมริกา ซึ่งความรวดเร็วของการแพร่ระบาดนั้นอยู่เหนือความคาดหมายไปเป็นอย่างมาก และถ้าหากยังคงปล่อยให้สถานการณ์เหล่านี้ดำเนินไปโดยปราศจากซึ่งการควบคุม การให้บริการทางสาธารณสุขที่เกี่ยวเนื่องกับการดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานพยาบาลต่าง ๆ คงต้องหยุดชะงักไปในไม่ช้า (Charpentier, et al. 2020) ทั้งนี้เนื่องจากการแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว ความรุนแรงของตัวโรคเองที่ส่งผลให้อัตราการเสียชีวิตของผู้ที่ติดเชื้อค่อนข้างสูงประมาณ 4% และการที่ยังไม่มีวิธีการรักษาที่เฉพาะเจาะจงซึ่งทำให้การรักษาจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการไปตามอาการ ที่ต้องการเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ค่อนข้างหลากหลายสำหรับการรักษา ผนวกกับระยะเวลาในการรักษาที่ค่อนข้างนาน ทำให้ความต้องการเตียงในสถานพยาบาลสูงเกินกว่าศักยภาพที่ทางโรงพยาบาลจะสามารถให้บริการได้ (Santacroce, et al, 2020) เพื่อสงวนจำนวนเตียงว่างในสถานพยาบาลไว้ สำหรับการให้บริการดูแลรักษาผู้ป่วยได้สามารถดำเนินการ

ต่อไปได้ การจำกัดวงของการแพร่ระบาดเพื่อควบคุมจำนวนผู้ป่วยที่ต้องการเตียงในสถานพยาบาลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

มาตรการที่ใช้ในการควบคุมการแพร่ระบาด

สำหรับตัวอย่างของมาตรการที่ใช้ในการรับมือกับการแพร่ระบาด หลายๆประเทศในสหภาพยุโรปดำเนินมาตรการหลัก ๆ เพื่อจำกัดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยการปรับเปลี่ยนนโยบายที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการบริเวณชายแดนและทำการปิดพรมแดนเป็นการชั่วคราว เป็นอันดับแรก อันดับต่อ ๆ มา เพื่อการเตรียมการสำหรับสำรองเครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์ โดยการเข้าควบคุมกิจกรรมการส่งออก และการให้การสนับสนุนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการค้นคว้าวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรักษาและการคิดค้นวัคซีน โดยการให้เงินทุนสนับสนุนหรือการให้ความช่วยเหลือทางการเงินแก่องค์กรที่ดำเนินการเกี่ยวกับกิจกรรมเหล่านี้ เพื่อควบคุมจำนวนประชากรและจำกัดการเดินทางหรือเคลื่อนย้ายที่พำนัก โดยการดำเนินการส่งพลเมืองของสหภาพยุโรปที่ตกค้างอยู่ในประเทศอื่นกลับภูมิลำเนา เป็นต้น (Goniewicz, et al, 2020) ซึ่งจากมาตรการต่าง ๆ ข้างต้นจะเห็นได้ว่าหากต้องการที่จะควบคุมการแพร่ระบาดของโรคติดต่อนั้น สิ่งที่ควรให้ความสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องทำเป็นอันดับต้น ๆ ก็คือการควบคุมหรือจำกัดการเดินทางหรือการย้ายถิ่นฐานให้ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเดินทางข้ามพรมแดนจากประเทศหนึ่งไปยังอีกประเทศหนึ่ง หรือแค่เพียงการเดินทางจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่งภายในประเทศก็ตาม (Abdullah, et al, 2020)

ระบบ tracking กับการแพร่ระบาด

หากต้องการที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอาณาเขตของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 กับการเดินทางหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในการเดินทางหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากรนั้นจำเป็นที่จะต้องทำการเก็บให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนและแม่นยำ อย่างเช่น งานวิจัยชิ้นหนึ่งที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 กับการเคลื่อนย้ายของประชากรภายในประเทศในบริเวณนั้น ๆ ผ่านการเก็บข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารเพื่อทำการระบุตำแหน่งและพฤติกรรมการเดินทางในประเทศสเปน ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปว่าโอกาสในการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยในพื้นที่หนึ่งๆ แปรผันตรงกันกับปริมาณของการเดินทางเคลื่อนย้ายถิ่นฐานในอาณาบริเวณนั้น ๆ (Khatib, et al, 2021)

การเดินทางข้ามชายแดนไทย มาเลเซีย

บริเวณชายแดนภาคใต้ของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีพรมแดนติดกับทางตอนเหนือของประเทศมาเลเซีย ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรบริเวณชายแดนในรัฐทางตอนเหนือของประเทศมาเลเซียกับประชากรบริเวณชายแดนในจังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย มีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างแน่น ซึ่งมีการเดินทางของประชากรข้ามเขตแดนไปมาหาสู่กันอยู่ตลอดเวลาและต่อเนื่อง ด้วยวัตถุประสงค์ที่หลากหลายแตกต่างกัน เช่น เพื่อไปเยี่ยมญาติ เพื่อการท่องเที่ยว นันทนาการ และเพื่อการแลกเปลี่ยน

สินค้าระหว่างกัน ซึ่งปริมาณการค้าขายสินค้าต่อปีในบริเวณชายแดนไทย-มาเลเซียนั้น มีมูลค่านับแสนล้านบาท และในช่วงสถานการณ์ของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 การเดินทางของประชากรข้ามเขตแดนในบริเวณชายแดนไทย-มาเลเซียส่วนใหญ่ที่จะยังคงพออนุญาตให้กระทำการได้ ก็คงเหลือเพียงแต่การเดินทางข้ามเขตแดนเพื่อวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างกันเพียงเท่านั้น

สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประเทศไทยและมาเลเซีย

ในประเทศไทยได้ตรวจพบผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รายแรกเมื่อมกราคม 2563 และพบจำนวนของผู้ป่วยติดเชื้อที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่ค่อยสูงมากนักจนกระทั่งหลังจากกลางเดือนมีนาคม 2563 ที่อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ในอัตราร้อยละ 25 (Tantrakarnapa & Bhopdhornangkul, 2020) และจวบจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยมีผู้ป่วยติดเชื้อสะสมกว่า 1.3 ล้านราย กำลังอยู่ในช่วงระบาดระลอกที่ 3 ที่มีผู้ป่วยติดเชื้อรายใหม่ประมาณกว่าหนึ่งหมื่นสามพันรายต่อวัน สำหรับสถานการณ์ในประเทศมาเลเซีย การตรวจพบผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รายแรกเกิดขึ้นในระยะเวลาไล่เลี่ยกันกับในประเทศไทย และอัตราของผู้ป่วยติดเชื้อก็ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนมีนาคม 2563 เช่นกัน โดยจำนวนของผู้ป่วยติดเชื้อสะสมจนกระทั่งสิ้นเดือนมีนาคม 2563 อยู่ที่ประมาณ 2700 ราย (Shah, et al, 2020) ปัจจุบันจำนวนของผู้ป่วยติดเชื้อรายใหม่ในประเทศมาเลเซียอยู่ที่ประมาณกว่าหนึ่งหมื่นเก้าพันรายต่อวัน และมีผู้ป่วยติดเชื้อสะสมอยู่ที่ประมาณ 1.6 ล้านราย

ความสำคัญของระบบ tracking และการนำไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากกิจกรรมการเดินทางข้ามเขตแดนไทย-มาเลเซียเพื่อวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างกันนั้นยังคงดำเนินอยู่ หากสามารถตรวจสอบพฤติกรรมและปริมาณของการเดินทางย้ายถิ่นฐานของประชากรกลุ่มนี้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพื่อที่จะสามารถนำไปหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันกับอาณาเขตและปริมาณของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ ผลลัพธ์ที่ได้ก็น่าจะเป็นประโยชน์ไม่น้อย ในการที่จะวางแผน กำหนดนโยบายเกี่ยวกับการเดินทางของประชากรข้ามเขตแดนไทย-มาเลเซีย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่จังหวัดสงขลา มีแผนที่จะพัฒนาโปรแกรม Songkhla COVID-19 Tracker เพื่อใช้ติดตามกลุ่มเสี่ยงแบบ Real time และบริหารจัดการการเดินทางเข้า-ออกประเทศ โดยบูรณาการกระบวนการผ่านความร่วมมือหลากหลายภาคส่วน ตั้งแต่ต้นทางจนสิ้นสุดกระบวนการกักตัว 14 วัน รวมถึงการดูแลผู้ป่วยและส่งต่อที่มีประสิทธิภาพแบบใช้ชุมชนเป็นฐาน การออกแบบระบบการติดตามกลุ่มเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพและเข้ากับบริบทของพื้นที่ จะช่วยนำไปสู่การจำกัดวงของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และลดจำนวนผู้ป่วยในพื้นที่ได้ต่อไป

การวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา โดยจะทำการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังแบบ Real time โดยตรงขึ้นมา เพื่อรับมือกับข้อจำกัดเกี่ยวกับผู้ให้บริการเครือข่ายในกรณีที่กลุ่มเป้าหมายเดินทางมาจากต่างประเทศ และข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์อันเนื่องมาจากความสิ้นเปลืองพลังงานขณะใช้งานระบบระบุพิกัดเพื่อติดตามตัวในกรณีที่เป็นการยืมใช้ทรัพยากรเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านแอปพลิเคชัน จากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อข้อมูลจากระบบรองรับของอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้มายังระบบที่จะถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่โดยผู้วิจัย โดยผ่าน API (Application Programming Interface) ในการเชื่อมต่อข้อมูล และพัฒนาระบบการประมวลผลข้อมูลในส่วนของฐานข้อมูลและการแสดงผลในรูปแบบ dashboard

โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ระยะทาง ช่วงเวลาการทำงาน พื้นที่ที่เดินทาง ความต่อเนื่องของข้อมูล และจุดผิดพลาดในการบันทึก รวมทั้งทดสอบความเข้ากันได้ของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาที่เก็บข้อมูล กับระยะเวลาที่บันทึกในระบบ เพื่อดู time lag

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา และทดสอบการทำงานและความเป็นไปได้ในการติดตามของระบบ โดยเน้นศึกษาความเป็นไปได้ของอุปกรณ์ติดตามตัว (tracker) และระบบรองรับของอุปกรณ์ติดตามตัว (application)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ขับขี่รถยนต์ภายในจังหวัดสงขลา

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ขับขี่รถยนต์ที่มีการเดินทางภายในจังหวัดสงขลา คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตามความสะดวก (convenience sampling) จำนวน 10 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ดังนี้

1) อายุ 18-59 ปี

2) มีใบขับขี่รถยนต์

3) เป็นผู้ขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองเป็นประจำ

4) สามารถทดสอบการทำงานและความเป็นไปได้ในการติดตามของระบบเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 วัน

5) ยินยอมเข้าร่วมเป็นอาสาสมัคร

ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล

ทีมวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการติดตามและการเฝ้าระวัง

2. ประชุมทีมงานของฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลและนวัตกรรมดิจิทัล คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (นำโดย ดร.นพ.ชนนท์ กองกมล) , สาธารณสุขจังหวัดสงขลา (นำโดย นายแพทย์อนุรักษ์ สารภาพ), สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 (นำโดย นายราเชนทร์ แตงอ่อน), และสถาบันนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (นำโดย ดร.นพ.วรสิทธิ์ ศรศรีวิชัย) ซึ่งการประชุมนี้ได้จัดขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เช่น พฤติกรรมการเดินทางภายใต้สถานการณ์ระบาดของ COVID-19 ก่อนหน้าที่จะทำการศึกษา ซึ่งในเบื้องต้นได้มุ่งความสนใจไปที่กลุ่มของยานพาหนะที่ใช้รับส่งสินค้าข้ามแดนเป็นหลัก เป็นต้น ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมบริเวณที่จะทำการศึกษา เช่น ลักษณะการผ่านเข้าออกบริเวณด่านชายแดนต่าง ๆ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ในการวางแผนการศึกษาให้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาวิจัย เพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบคุณลักษณะของ

อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการเดินทางและสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่จะทำการศึกษา และเพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบวิธีการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

3. จัดประชุมทีมวิจัยเพื่อวางแผนการทำงานและเลือกอุปกรณ์ติดตามตัวเพื่อนำมาใช้ในโครงการวิจัย

4. ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ติดตามตัว และแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับรองรับการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัว

5. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัวและเปรียบเทียบการใช้งานและระบบการส่งต่อข้อมูลจากตัวอุปกรณ์ติดตามตัวผ่าน Mobile Application

6. ตรวจสอบข้อมูลการเดินทางที่ถูกจัดเก็บในระบบรองรับของอุปกรณ์ที่เลือกใช้

7. วางแผนพัฒนาระบบการเชื่อมต่อข้อมูลจากระบบรองรับของอุปกรณ์ที่เลือกใช้มายังระบบที่จะถูกพัฒนา โดยผ่าน API (Application Programming Interface) ในการเชื่อมต่อข้อมูล

8. พัฒนาระบบการประมวลผลข้อมูลในส่วนของฐานข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลการเดินทางแบบเรียลไทม์ (Real-time) ในรูปแบบ dashboard

9. ทดสอบการทำงานและความเป็นไปได้ของระบบที่ทีมวิจัยพัฒนาขึ้น โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามที่ได้กำหนดไว้ จำนวน 10 คน

10. จัดการข้อมูลก่อนการเก็บในระบบ ได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ข้อมูลพิกัดนั้นจะไม่มีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคล เช่น พิกัดบ้าน ชื่อ สกุล หรือเลข 13 หลัก มีแพียง UUID หรือรหัสของเครื่องส่งสัญญาณแบบสุ่มเท่านั้น และในส่วนข้อมูลส่วนบุคคลจะมีการเก็บในเครื่องแม่ข่ายที่อยู่ภายใต้การดูแลของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ทั้งข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ติดตามแต่ละราย รหัสการเชื่อมโยงกับเครื่องติดตามตัว และข้อมูลการสืบสวนโรค ทำให้ฐานข้อมูลที่เก็บอยู่ใน DIDA Cloud Server นั้น ไม่สามารถชี้ถึงตัวบุคคลได้หากปราศจากรหัสเชื่อมโยงซึ่งถูกจัดเก็บไว้อีกเครื่องส่วนหนึ่ง

11. การแสดงผลข้อมูล การจัดการข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลนั้นหมดนั้นจะทำผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันซึ่งบริหารจัดการโดยฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลและนวัตกรรมดิจิทัล ที่ผู้ใช้จะต้องกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนทำการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลนั้นจะควบคุมด้วยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา นอกจากนี้ เพื่อการลดค่าในการประมวลผล เนื่องจาการใช้ Longdo และ Google API มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์พิกัดและระยะทางบนแผนที่ดาวเทียม ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทดสอบการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ได้แก่ โปรแกรม QGIS และ R ซึ่งในเบื้องต้นให้ผลการทดลองในระดับความแม่นยำของระยะทางและเส้นทางที่ถูกต้อง ทางคณะผู้วิจัย จะนำ prototype การวิเคราะห์เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบอัตโนมัติต่อไป

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 โดยผู้วิจัยยึดหลักปฏิบัติตามข้อระเบียบด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เคารพความเป็นส่วนตัวและเก็บรักษาความลับของข้อมูลอาสาสมัคร โดยการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ ไม่มีการระบุตัวบุคคล ไม่มีการเก็บข้อมูลชื่อ สกุล เลข 13 หลัก

หรือพิกัดบ้าน ข้อมูลถูกเก็บใน server ของฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลและนวัตกรรมดิจิตอล คณะแพทยศาสตร์ ม.อ. ซึ่งเข้าถึงได้เฉพาะหัวหน้าทีมวิจัย มีรหัสผ่านการเข้าถึงข้อมูล และไม่อนุญาตให้ download ลงเครื่องส่วนตัวและสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลบน server เท่านั้น

สำหรับสาธารณสุขจังหวัด ซึ่งเป็นผู้ทดลองใช้ข้อมูลจะเข้าถึงได้เฉพาะข้อมูลสรุปจากระบบเท่านั้น โดยอาศัยการส่งต่อผ่านทาง API

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

นำข้อมูลที่ได้จากพิกัด GPS ที่เก็บจากอุปกรณ์ มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลพิกัดด้วยโปรแกรม Quantum Geographic Information System (QGIS) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของภาษา Python โดย

1. การตรวจสอบระยะทางที่อนุญาตจากด่านข้ามชายแดนระหว่างประเทศหรือถนน (ระยะทางไม่เกิน 2 กิโลเมตร) โดยพิกัดที่เก็บบันทึกได้จากอุปกรณ์ติดตาม จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม QGIS และโปรแกรม R เพื่อหาระยะทางจากรถถึงด่านฯ และถนนสายหลักที่อนุญาตให้เดินทางเข้าประเทศ (ไม่เกิน 2 กิโลเมตร) ภายใต้คำสั่งคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา โดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558

2. การสอบว่าผู้ข้ามเขตแดนยังมีการเดินทางอยู่ในถนนสายหลัก มิได้เดินทางโดยถนนสายย่อยที่ไม่ได้รับอนุญาตจากด่านตรวจคนเข้าเมือง ภายใต้คำสั่งคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา โดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558

3. ทดสอบความเข้ากันได้ของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาที่เก็บข้อมูล กับระยะเวลาที่บันทึกในระบบทั้งในขณะที่รถมีการขับเคลื่อนและระหว่างจอดพัก เพื่อดู time lag

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา ทีมวิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

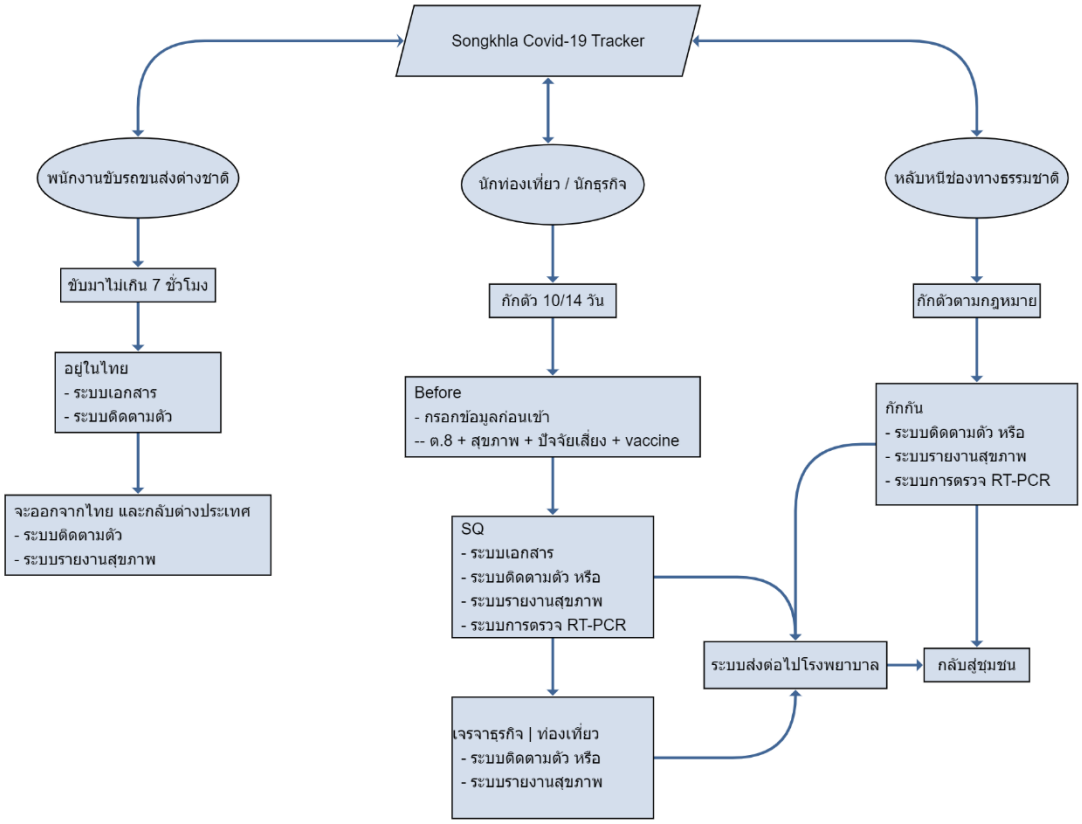
ส่วนที่ 2 ประสิทธิผลของระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

ส่วนที่ 1 ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

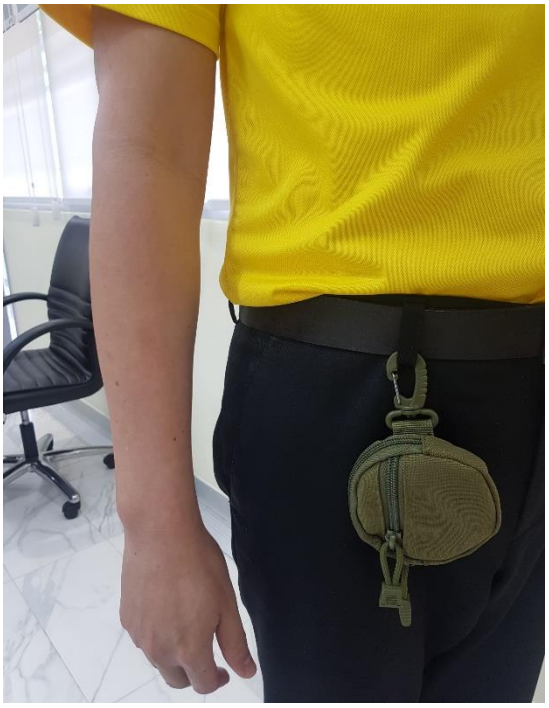
ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร (Smart Tracking System) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเฝ้าระวัง ติดตาม และจัดการกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ตามประกาศของคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดสงขลา ประกอบด้วย อุปกรณ์ติดตามตัว และเว็บแอปพลิเคชัน (web application) สำหรับรองรับการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัว ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ติดตามตัว (tracker)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังบุคคลกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ที่เดินทางมาจากต่างประเทศแบบทันท่วงที (Real time) โดยทีมผู้วิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ระบุตำแหน่งที่ใช้สำหรับติดตั้งในยานพาหนะมาพัฒนาต่อยอดด้วยการเพิ่มแหล่งจ่ายพลังงานสำรองที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 V และมีความจุ 1000 mAh (รวมกันกับแบตเตอรี่เดิมที่ติดตั้งมาภายในตัวอุปกรณ์แล้วเป็นความจุทั้งสิ้น 1360 mAh) เพื่อขยายขีดความสามารถให้ตัวอุปกรณ์สามารถทำงานในการติดตามและเฝ้าระวังต่อเนื่องแบบ stand-alone โดยไม่มีการหยุดพักได้เป็นระยะเวลา 12 - 24 ชั่วโมง (คำนวณจากการใช้พลังงานของตัวอุปกรณ์ที่น้อยกว่า 70 mAH ซึ่งระบุไว้ในข้อมูลคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์) และยังสามารถทำการประจุไฟใหม่จนเต็มความจุภายในระยะเวลาที่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง และหากใช้งานในสถานการณ์ปกติ ซึ่งไม่ได้มีการทำงานของตัวส่งสัญญาณตลอดเวลาสามารถทำงานได้ประมาณ 24 - 72 ชั่วโมง และหากใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ขึ้น เช่น 3,000 mAH ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 250 กรัม จะใช้งานได้นานขึ้นประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์ติดตามตัวพร้อมระบบจ่ายพลังงานสำรองให้สะดวกสำหรับการพกพาระหว่างใช้งาน ทำให้อุปกรณ์ติดตามตัวที่พัฒนาขึ้นมีน้ำหนักเบาประมาณ 100 กรัม พกพาสะดวก ไม่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อและการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากมือถือและมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 70 บาทต่อเดือนเท่านั้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ติดตามตัว

2. เว็บแอปพลิเคชัน (web application)

เป็นระบบเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ติดตามตัวมายังระบบ DIDA Cloud Server โดยผ่าน API (Application Programming Interface) และสามารถประมวลผลและแสดงผลในรูปแบบ dashboard แบบทันท่วงที (Real time) ซึ่งระบบบูรณาการข้อมูล (Integration System) นี้ จะดึงข้อมูลพิกัดของอุปกรณ์ติดตามแต่ละเครื่องจาก NB-IOT Network ผ่าน AIS Cloud

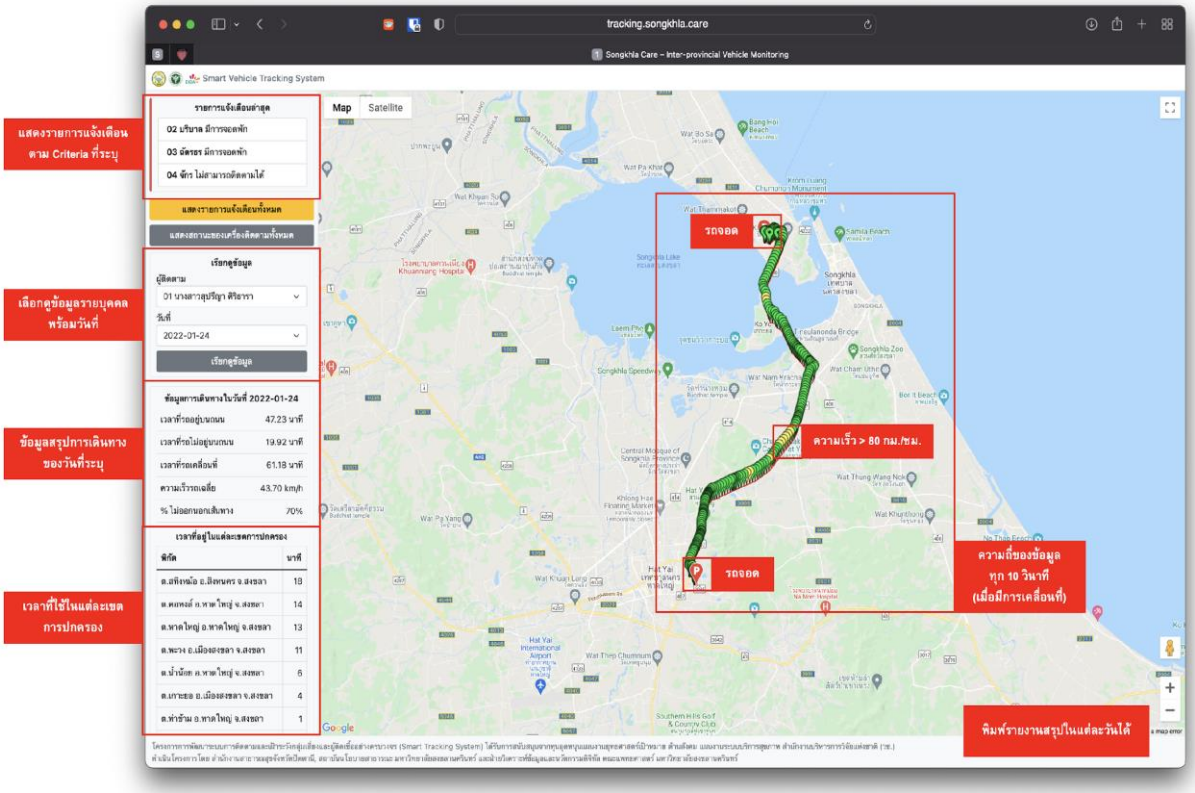
Server ทั้งรหัสของเครื่อง เวลาที่บันทึก ละติจูด (latitude) และลองจิจูด (longitude) จากนั้นส่งข้อมูลเข้า Longdo Map API รวมถึงตรวจสอบว่ารถอยู่บนถนนหรือไม่ หลังจากทำกระบวนการนี้เสร็จแล้วจึงเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูลส่วนกลาง กระบวนการเหล่านี้ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลพิกัดแบบทันท่วงทีได้

โดยสรุป เว็บแอปพลิเคชัน Smart Tracking System ที่พัฒนาขึ้น จะมีความสามารถ ดังนี้

1. จัดการข้อมูลระเบียนประวัติของผู้ถูกติดตามแต่ละราย
2. ผูกข้อมูลเครื่องติดตามเข้ากับผู้ถูกติดตามแต่ละละราย
3. แสดงผลการแจ้งเตือนตามค่าที่ได้ระบุ รวมถึงเชื่อมต่อกับระบบ Line Notify สำหรับการ
4. แจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง
5. เรียกดูข้อมูลผู้ถูกติดตามแบบรายคน ในแต่ละวัน และแต่ละช่วงเวลา
6. แสดงผลข้อมูลการติดตามผ่าน Google Maps API และแสดงสถานะของรถ เช่น การแวะพัก การจอดรถ การใช้ความเร็วเกินที่กำหนด แสดงข้อมูลด้วยความถี่เดียวกับความถี่การส่งข้อมูลและการวัดข้อมูลของเครื่องติดตาม
7. แสดงข้อมูลสรุปการติดตามในแต่ละวัน ทั้งสถิติการใช้เวลาอยู่บนถนน สถิติการแวะพัก สถิติ
8. การออกนอกเส้นทางที่กำหนดไว้ สถิติการใช้เวลาในแต่ละเขตการปกครอง
9. กำหนดบริเวณที่ผู้ถูกติดตามควรผ่าน เช่น เขตจังหวัด เขตการปกครองท้องถิ่น เขตถนน ซึ่ง
10. ข้อมูลเหล่านี้จะยึดตามข้อมูลจาก Longdo Map API
11. พิมพ์รายการการเดินทางโดยสรุปของผู้ถูกติดตามแต่ละคน เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันและเป็น
12. ประโยชน์แก่การสืบสวนโรคของเจ้าหน้าที่
13. บันทึกสืบสวนโรค และระบุเหตุผลในแต่ละจุดที่ผู้ถูกติดตามไม่ได้ทำตามข้อกำหนด เช่น ขับรถออกนอกเส้นทาง หรือแวะพัก ณ จุดจอดที่ไม่ได้ระบุไว้ในตอนแรก รวมถึงออกรายงานการสืบสวนโรคโดยอัตโนมัติ
14. กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน ในระดับผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ระดับสูง และผู้ปฏิบัติการ

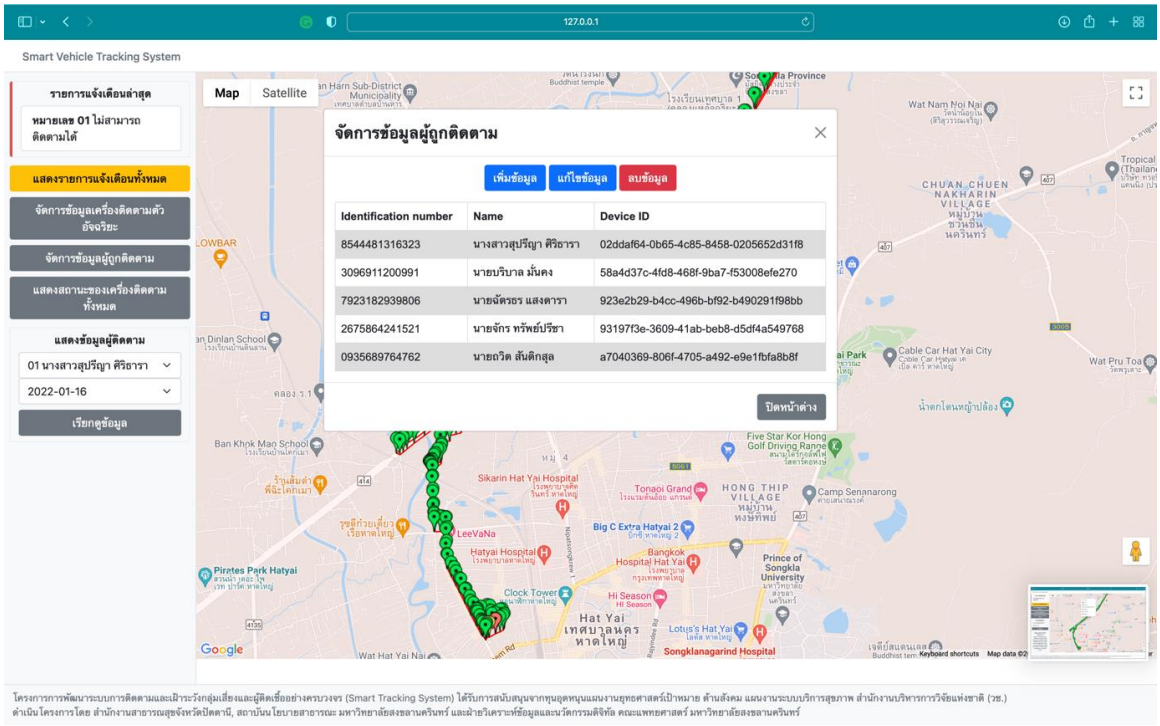
ขั้นตอนการใช้งาน มีดังนี้

1. เปิดเว็บเบราว์เซอร์ (browser) บนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วพิมพ์ URL: https://tracking.songkhla.care เพื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน Smart Tracking System จากนั้น ระบบจะแสดงเมนูให้เลือกทางด้านซ้ายมือ ประกอบด้วย รายการแจ้งเตือนล่าสุด แสดงรายการแจ้งเตือนทั้งหมด แสดงสถานะของเครื่องติดตามทั้งหมด เรียกดูข้อมูลโดยสามารถเลือกดูตามรายชื่อผู้ติดตามหรือวันที่ติดตาม ข้อมูลสรุปการเดินทาง (เวลาที่รถอยู่บนถนน เวลาที่รถไม่อยู่บนถนน เวลาที่รถเคลื่อนที่ ความเร็วของรถโดยเฉลี่ย อัตราการไม่ออกนอกเส้นทาง) และเวลาที่ใช้ในแต่ละเขตการปกครอง สำหรับด้านขวามือจะแสดงผลการติดตามของรถผ่าน google map (ภาพที่ 3)

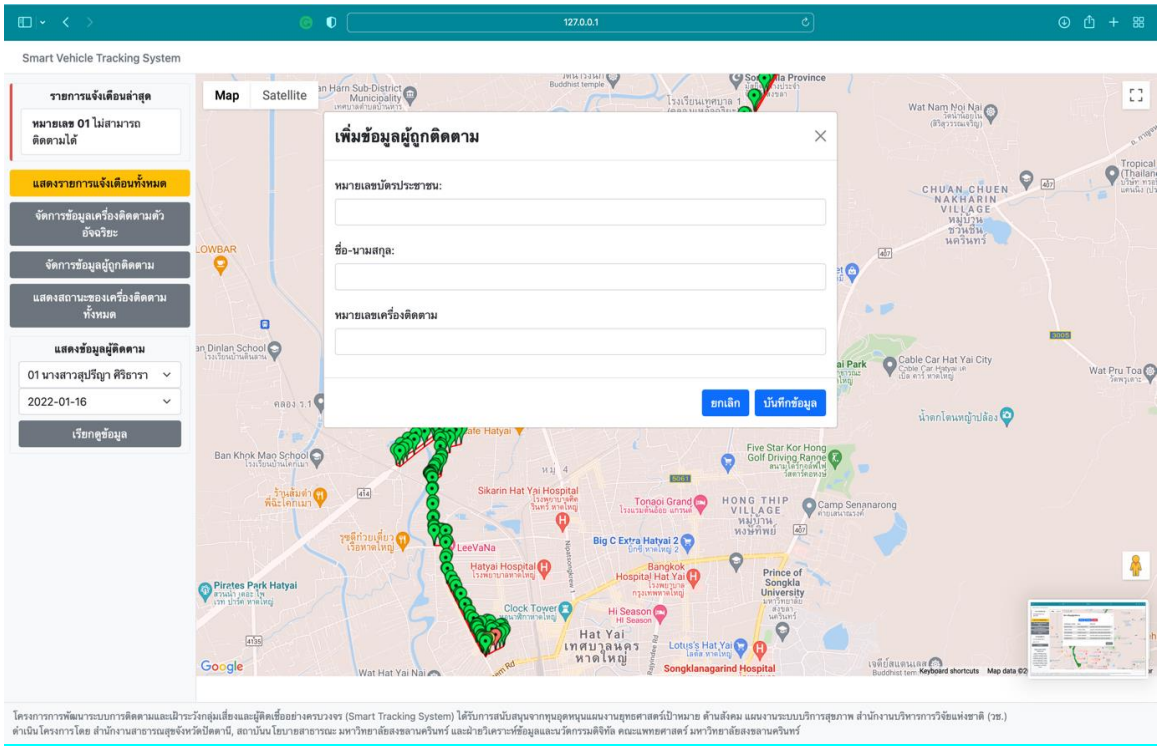


ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอหลักของ Smart Tracking System

2. เพิ่มข้อมูลผู้ถูกติดตาม โดยกดเข้าไปที่ “จัดการข้อมูลผู้ถูกติดตาม” และกด “เพิ่มข้อมูล” จากนั้น กรอกหมายเลขบัตรประชาชน ชื่อ-นามสกุล และหมายเลขเครื่องติดตาม และบันทึกข้อมูล ทั้งนี้ หากต้องการแก้ไขหรือลบข้อมูล ให้กดเลือกที่ “แก้ไขข้อมูล” หรือ “ลบข้อมูล” ดังแสดงในภาพที่ 4-5

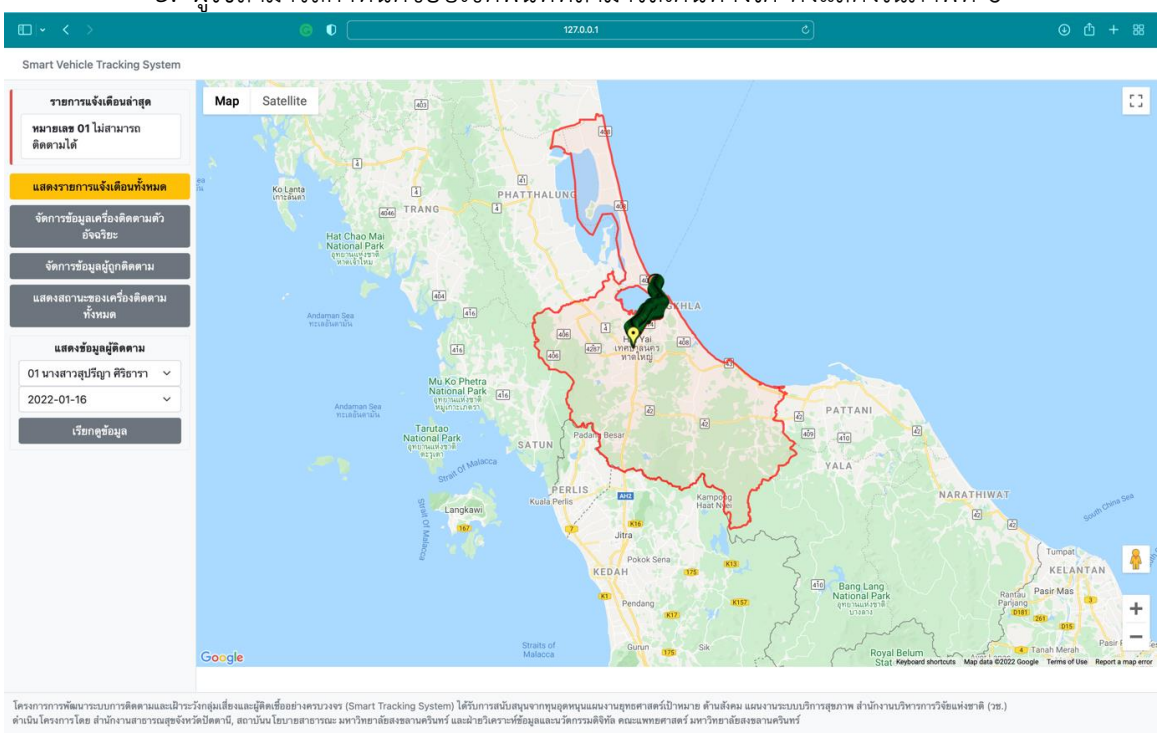


ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอการจัดการข้อมูลผู้ถูกติดตาม



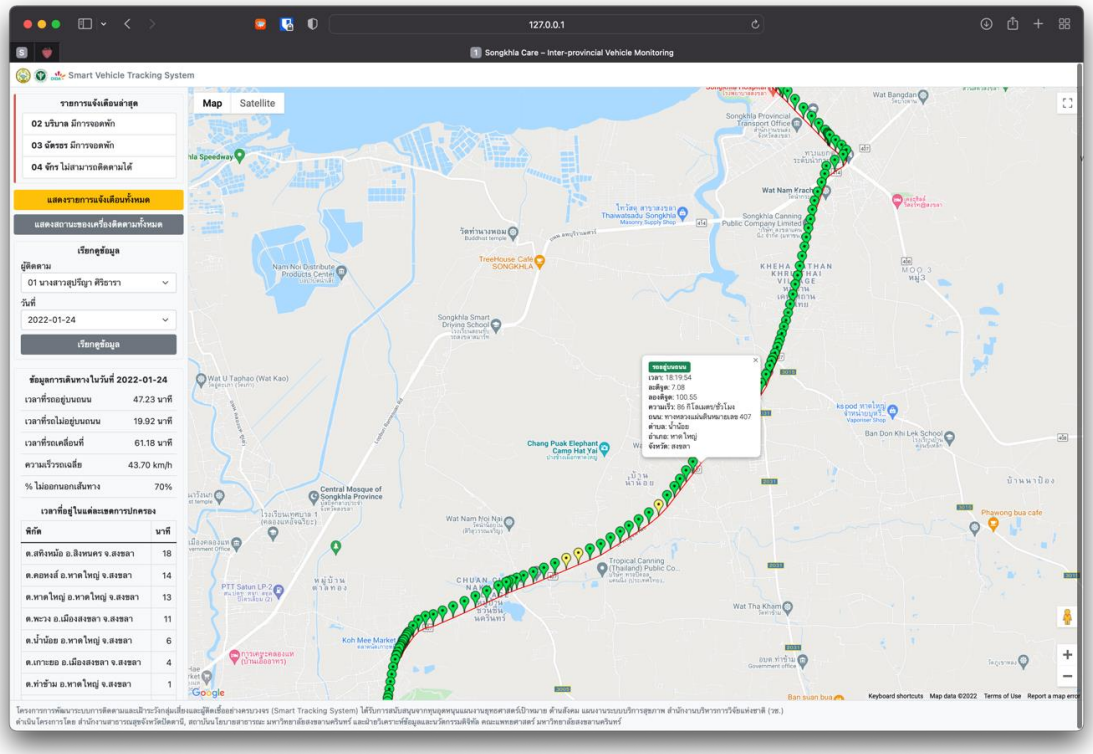
ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอเพิ่มข้อมูลผู้ถูกติดตาม

3. ผู้ใช้สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่สามารถเดินทางได้ ดังแสดงในภาพที่ 6

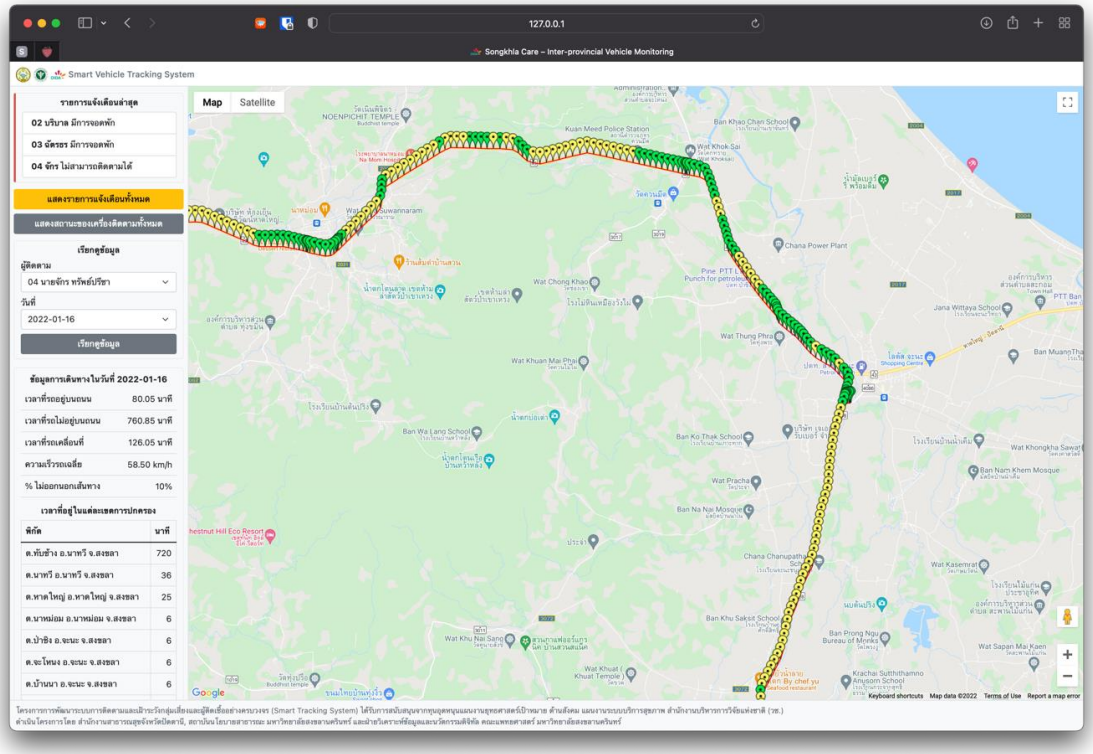


ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่สามารถเดินทาง

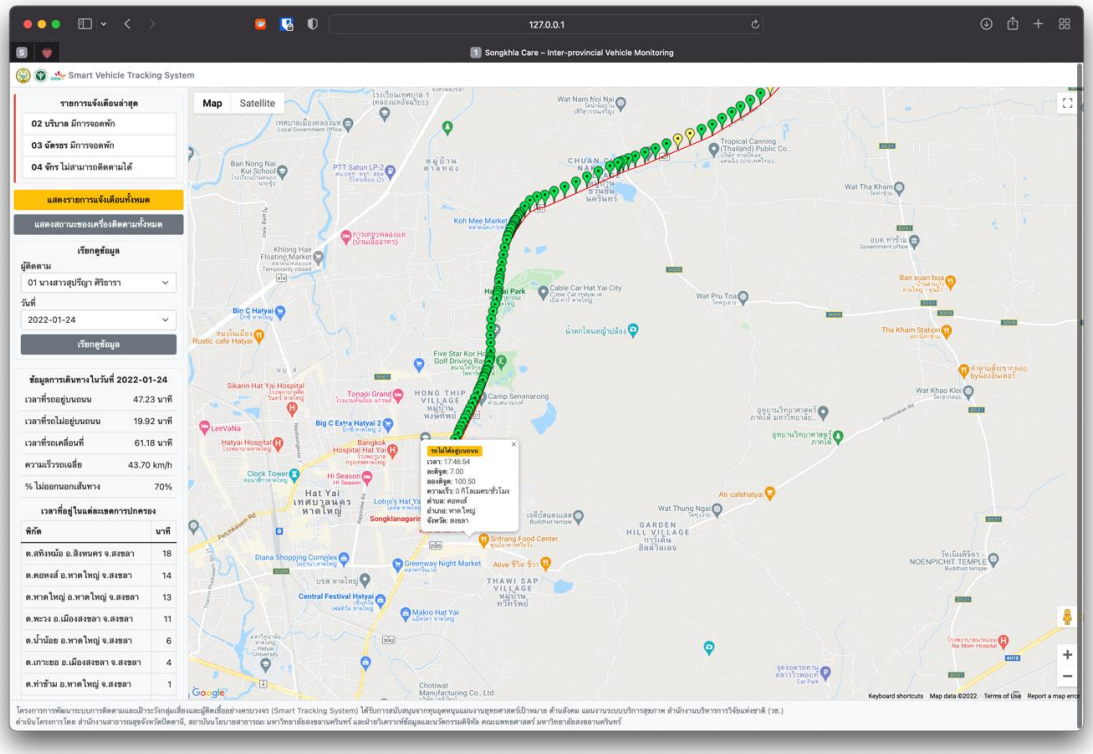
ทั้งนี้ แอปพลิเคชันจะมีการเก็บข้อมูลทุก 10 วินาที พร้อมทั้งคำนวณความเร็วรถโดยเฉลี่ยขณะขับบนท้องถนน (ภาพที่ 7) ซึ่งหากผู้ขับขี่รถใช้ความเร็วเกินกำหนดที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระบบก็จะมีการแสดงผลด้วยสีเหลือง (ภาพที่ 8) นอกจากนี้ ระบบยังสามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ไม่ได้อยู่ในเขตถนนได้ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 7 แสดงการคำนวณความเร็วพร้อมทั้งการตรวจสอบการอยู่บนถนน



ภาพที่ 8 แสดงการใช้ความเร็วเกินกำหนดที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 9 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ไม่ได้อยู่ในเขตถนน

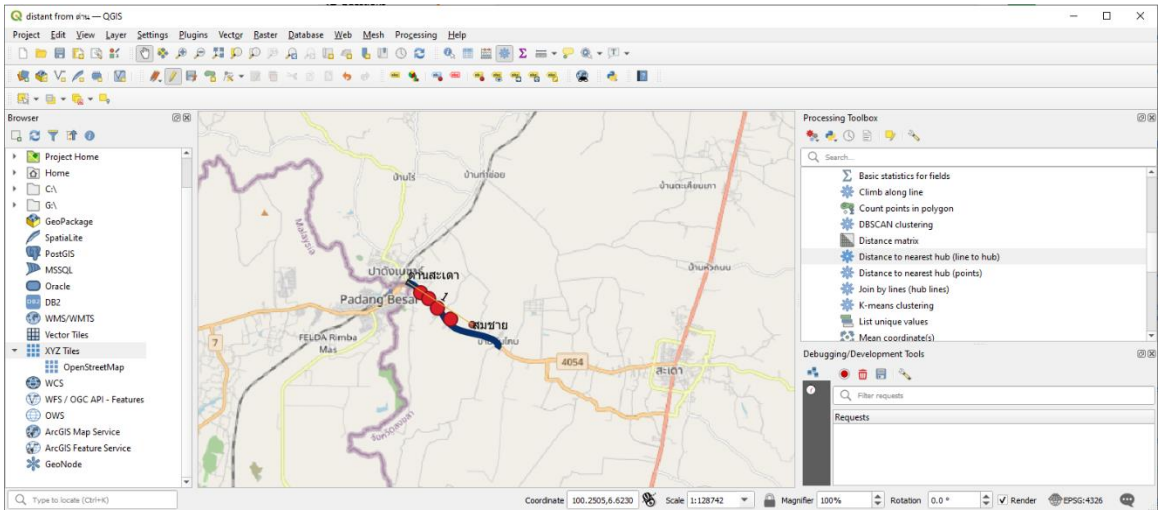
ส่วนที่ 2 ประสิทธิผลของระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร

ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องอุปกรณ์ติดตามตัว (tracker) พบว่า สามารถระบุตำแหน่งที่อยู่ได้ภายในระยะเวลาต่ำกว่า 28 วินาที ในกรณีที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเปิดใช้งานในการหาพิกัดตำแหน่ง แต่โดยปกติขณะปฏิบัติการจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1 วินาที และความแม่นยำของการระบุพิกัดตำแหน่งจำอยู่ภายในรัศมี 5 เมตร สามารถเชื่อมต่อสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ เมื่อมีการติดตั้งแหล่งจ่ายพลังงานสำรองขนาดเล็กให้แก่ตัวอุปกรณ์จะทำให้สามารถใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งบนแหล่งจ่ายพลังงานได้เป็นระยะเวลาประมาณ 14-24 ชั่วโมง โดยอุปกรณ์ติดตามตัวและระบบจ่ายพลังงานสำรองจะบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก 80 x 80 x 20 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักรวมอยู่ที่ประมาณ 100 กรัม นอกเหนือจากนั้นตัวอุปกรณ์ยังสามารถกันน้ำได้ตามมาตรฐาน IP 65

สำหรับประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน (web application) มีความเร็วในการนำและส่งต่อข้อมูลจากระบบ NB-IOT เข้าสู่ DIDA Cloud Server พร้อมทั้ง Decode ข้อมูลด้วย Longdo Map API และ Google Maps API ไม่เกิน 1 นาที มีการนำข้อมูลพิกัดไปตรวจสอบต่อทั้งใน Longdo Map API และ Google Maps API สามารถทำให้ทราบได้ว่าผู้เดินทางได้เดินทางอยู่ ณ จุดใด อยู่ในบริเวณจุดจอดพักรถที่กำหนดหรือไม่ สามารถลงทะเบียนเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้ไม่จำกัด และสามารถผูกข้อมูลคนขับรถเข้ากับอุปกรณ์ได้

สำหรับประสิทธิภาพของระบบการเชื่อมต่อข้อมูลจากระบบรองรับของอุปกรณ์ สามารถกำหนดบริเวณและพื้นที่ที่ผู้ขับรถถูกอนุญาตให้เดินทางไปได้ หากออกนอกเส้นทางสามารถแจ้งเตือน มีความสามารถในการแจ้งเตือนตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากคณะผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาระบบทำให้สามารถปรับกฎเกณฑ์การแจ้งเตือนให้เหมาะสมกับบริบทได้ การแจ้งเตือนสามารถทำได้แบบ Real time สามารถออกรายงานสรุปการเดินทางของผู้เดินทางได้รายบุคคลในแต่ละวัน รวมถึงสามารถตั้งกฎเกณฑ์ประเมินเพิ่มเติม เพื่อทำให้การสืบสวนโรคเพิ่มเติมสามารถทำได้ง่ายและละเอียดถี่ถ้วน

และเมื่อนำข้อมูลที่ได้จากพิกัด GPS ที่เก็บจากอุปกรณ์ มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลพิกัดด้วยโปรแกรม Quantum Geographic Information System (QGIS) (ภาพที่ 10) พบว่าความถี่ของการส่งข้อมูลของอุปกรณ์เมื่อมีแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่ใช้งานได้และรับสัญญาณได้ดีนั้นทำให้สามารถรับรู้เส้นทางการเคลื่อนที่ของรถได้ มีความแม่นยำและเที่ยงตรงสูง ทำให้สามารถระบุได้ว่ารถอยู่บนถนนหรือไม่ อีกทั้ง QGIS ยังมีระบบแสดงผล GPS ที่มีความสามารถมากกว่า Google Maps แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานแทน Google Maps นั้นจะต้องจัดตั้ง Server โดยเฉพาะ แต่จะลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานลงได้



ภาพที่ 10 การวิเคราะห์ระยะทางและเส้นทางเดินทาง ด้วยโปรแกรม QGIS

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทำวิจัย เพื่อการพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมุ่งเน้นในการสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อการติดตามกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ติดตามตัว (tracker) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังบุคคลกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ที่เดินทางมาจากต่างประเทศแบบทันท่วงที (Real time) โดยอุปกรณ์ติดตามตัวและระบบจ่ายพลังงานสำรองจะบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก 80 x 80 x 20 มิลลิเมตร มีน้ำหนักรวมอยู่ที่ประมาณ 100 กรัม และสามารถกันน้ำได้ตามมาตรฐาน IP 65 เมื่อเปรียบเทียบเรื่องการ

ใช้พลังงานของอุปกรณ์กับกรณีใช้แบบแอปพลิเคชันบนมือถือนั้น ถึงแม้ว่าปริมาณความจุของแบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับสมาร์ทโฟนโดยทั่วไปจะมากกว่า 1,360 mAh แต่พลังงานจากแบตเตอรี่ส่วนใหญ่ก็ถูกใช้ไปกับจอแสดงผล ชิปประมวลผลสมรรถนะสูง และอุปกรณ์ส่วนอื่น เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ติดตามตัวฯ ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ๆ เพียงแค่ระบบที่ใช้สำหรับระบุพิกัดตำแหน่งกับระบบสื่อสารด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ จึงมีความสิ้นเปลืองพลังงานในขณะใช้งานที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังนั้น ความจุแบตเตอรี่เพียง 1,360 mAh ก็เพียงพอที่จะใช้งานต่อเนื่องได้ 14-24 ชั่วโมง แต่จากการทดสอบใช้งานจริง ที่ไม่ได้มีการใช้งานต่อเนื่องตลอดเวลานั้น ตัวอุปกรณ์ติดตามตัวฯ อาจจะสามารถใช้งานได้ยาวนานถึง 48 ชั่วโมง ทั้งนี้ เนื่องจากตัวอุปกรณ์ติดตามตัวฯ จะหยุดทำงานชั่วขณะในกรณีที่ไม่ปรากฏการเคลื่อนที่ของเป้าหมายเพื่อประหยัดพลังงาน สำหรับคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ได้จากการพัฒนาในส่วนของความสะดวกในการพกพาและระบบพลังงานสำรองนั้น ตัวอุปกรณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากระบบที่จำเป็นจะต้องอาศัยการติดตั้งในยานพาหนะเพื่ออาศัยทั้งพื้นที่ติดตั้งและแหล่งพลังงานหลัก โดยทำการติดตั้งระบบพลังงานสำรองที่มีน้ำหนักเบาเข้าไป เพื่อให้สามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้นกว่า 3 เท่าของระยะเวลาเดิม เมื่อไม่อาศัยแหล่งพลังงานจากยานพาหนะโดยประมาณ และบรรจุอุปกรณ์ทั้งหมดลงในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กที่สามารถติดหรือแขวนกับตัวกลุ่มประชากรเป้าหมายได้โดยง่าย เพื่อให้สะดวกแก่การพกพาด้วยขนาดที่กะทัดรัดและน้ำหนักที่เบา นอกเหนือจากนั้นยังใช้งานต่อเนื่องได้ยาวนานขึ้นด้วยระบบพลังงานสำรองที่เพิ่มเข้าไป

1.2 เว็บแอปพลิเคชัน (web application) สำหรับรองรับการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัว เป็นระบบเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ติดตามตัวมายังระบบ DIDA Cloud Server โดยผ่าน API (Application Programming Interface) และสามารถประมวลผลและแสดงผลในรูปแบบ dashboard แบบทันท่วงที (Real time)

2. การประมวลผลของระบบและความเที่ยงตรงของข้อมูล

ระบบติดตามกลุ่มเสี่ยงที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงสูง จากการทดสอบข้อมูลพิกัดกว่า 10,000 ครั้ง พบว่า สามารถส่งข้อมูลพิกัดได้แม่นยำในทุกครั้ง แต่อย่างไรก็ตามระบบจะไม่สามารถส่งข้อมูลได้หากอยู่ในสถานที่ที่ไม่มีสัญญาณ GPS เช่น ภายในอาคาร แต่อย่างไรก็ตามปัญหานี้ก็ไม่เป็นอุปสรรคต่อการติดตามผู้ขับขี่รถกลุ่มเสี่ยง หลังจากข้อมูลถูกส่งจากอุปกรณ์ติดตามตัวแล้ว การถอดรหัสพิกัด (ละติจูดและลองจิจูด) เป็นสถานที่ ตรวจสอบว่าอยู่บนถนนหรือไม่ อยู่ในพิกัดที่ระบุไว้ตอนลงทะเบียนหรือไม่ นั้นจะใช้เวลาไม่เกิน 1 นาที และการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ไม่ทำตามข้อตกลงที่ระบุ เช่น ขับขี่ออกนอกเส้นทางนั้นจะใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที สำหรับการส่ง Notification ไปยัง Application LINE ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบสามารถทำงานได้แบบเรียลไทม์

3. การประเมินด้านด้านสิทธิ์และความปลอดภัยของระบบ

ระบบได้ถูกออกแบบให้แบ่งการเก็บข้อมูลเป็นสองส่วน โดยในส่วนของการเก็บข้อมูลพิกัดนั้นจะมีการเก็บเพียงข้อมูลพิกัด (รวมถึงข้อมูลอื่นที่ได้จากการประมวลผลและการทำ Reverse Geocoding) และข้อมูลรหัสเครื่องเท่านั้น ไม่มีการเก็บการเชื่อมโยงไปถึงผู้ติดตาม และในสวนของการเก็บข้อมูลผู้ติดตามและการสืบสวนโรคนั้นจะถูกจัดเก็บในเครื่องแม่ข่ายภายใต้การดูแลของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา อีกทั้งไม่มีการส่งข้อมูลรหัสเครื่องออกไปยังภายนอกเครื่องขาย ในส่วนของการเชื่อมต่อและสอบถามข้อมูลกับ Google Maps และ Longdo MAP นั้นดำเนินการโดยใช้เพียงแค่ข้อมูลพิกัด นั่นคือ

ละติจูดและลองจิจูด เท่านั้น และการกำหนดสิทธิ์ในการใช้งานทั้งหมดนั้นจะทำผ่านสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด เครื่องแม่ข่ายอยู่ภายใต้มาตรฐานความปลอดภัยสูง และมีการสำรองข้อมูลทุกวัน

ข้อมูลที่ได้มาจะถูกนำมาประมวลผลและสรุปผลเป็นภาพรวมเพื่อเผยแพร่ จะมีเพียงผู้รับผิดชอบคือ หัวหน้าควบคุมช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศ สำนักงานป้องกันและควบคุมโรคที่ 12 สงขลา หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายโดยคณะกรรมการโรคติดเชื้อจังหวัดสงขลาเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลรายบุคคลได้

4. การประเมินด้านการเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบสวนโรค

ข้อมูลการลงทะเบียนของกลุ่มเสี่ยง และการเดินทางนั้นสามารถทำให้การสอบสวนโรคเป็นไปได้ง่าย อัตโนมัติ และรวดเร็ว กล่าวคือเมื่อบุคคลกลุ่มเสี่ยงลงทะเบียนเข้าสู่ระบบนั้น จะต้องระบุการเดินทางโดยละเอียด รวมถึงเส้นทางการเดินทางและระยะเวลาระหว่างการเดินทาง หากมีการระบุพิกัดที่ออกนอกเส้นทางนั้นระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวของทันที ซึ่งผู้เกี่ยวข้องสามารถเลือกที่จะสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ อีกทั้งเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นสามารถสร้างรายงานการเดินทาง และสร้างชุดคำถามเพื่อสอบถามกลุ่มเสี่ยงเพิ่มเติมโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำให้การสืบสวนโรคเป็นไปได้โดยง่าย ละเอียด และข้อมูลทั้งหมดจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ การดำเนินการโดยฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลและนวัตกรรมดิจิทัลร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนั้นสามารถทำให้การปรับเปลี่ยนระบบให้เป็นไปตามบริบทที่ต้องการนั้นสามารถทได้ง่ายและทันที ส่งเสริมการติดตามกลุ่มเสี่ยงและการสืบสวนโรคเชิงรุก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร ในกลุ่มผู้ที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดสงขลา และทดสอบการทำงานและความเป็นไปได้ในการติดตามของระบบ โดยเน้นศึกษาความเป็นไปได้ของอุปกรณ์ติดตามตัว (tracker) และระบบรองรับของอุปกรณ์ติดตามตัว (application) กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดสอบระบบครั้งนี้ คือ ผู้ขับขี่รถยนต์ที่มีการเดินทางภายในจังหวัดสงขลา คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตามความสะดวก (convenience sampling) จำนวน 10 คน มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้จากพิกัด GPS ที่เก็บจากอุปกรณ์ มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลพิกัดด้วยโปรแกรม Quantum Geographic Information System (QGIS) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของภาษา Python และทดสอบความเข้ากันได้ของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาที่เก็บข้อมูล กับระยะเวลาที่บันทึกในระบบทั้งในขณะที่รถมีการขับเคลื่อนและระหว่างจอดพัก เพื่อดู time lag

ผลการวิจัย พบว่า

1 ระบบการติดตามและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้ออย่างครบวงจร เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมุ่งเน้นในการสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อการติดตามกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ติดตามตัว (tracker) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังบุคคลกลุ่มเสี่ยงและผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ที่เดินทางมาจากต่างประเทศแบบทันท่วงที (real time) โดยอุปกรณ์ติดตามตัวและระบบจ่ายพลังงานสำรองจะบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก 80 x 80 x 20 มิลลิเมตร มีน้ำหนักรวมอยู่ที่ประมาณ 100 กรัม และสามารถกันน้ำได้ตามมาตรฐาน IP 65 ข้อดีของการเลือกใช้อุปกรณ์ระบุพิกัดโดยตรงแทนที่จะยืมใช้ทรัพยากรจากเครื่องสมาร์ทโฟน คือ

1) การปราศจากซึ่งข้อจำกัดในการให้บริการของผู้ให้บริการสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เดินทางมาจากต่างประเทศ

2) การไม่ไปรบกวนการใช้งานสมาร์ทโฟน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ส่งผลให้ระยะเวลาในการใช้งานสมาร์ทโฟนสั้นลงต่อการประจุพลังงานใหม่ในแต่ละครั้ง อาจทำให้ไม่สามารถใช้งานสมาร์ทโฟนเครื่องนั้นได้เมื่อมีความจำเป็น

3) เมื่อมีการใช้งานสมาร์ทโฟนในการรายงานพิกัดตำแหน่งอยู่ตลอดเวลาควบคู่กับการใช้งานโดยทั่ว ๆ ไปก็จะทำให้เกิดความร้อนสะสมที่มากว่าปกติ ส่งผลให้อายุการใช้งานของสมาร์ทโฟนเครื่องนั้น ๆ สั้นลง การเลือกใช้อุปกรณ์ติดตามตัวฯ โดยเฉพาะก็จะสามารถช่วยลดการเกิดปัญหาในกรณีนี้ได้

4) สืบเนื่องมาจากข้อก่อนหน้าซึ่งก็คืออุปกรณ์ติดตามตัวนั้น ต่อการประจุพลังงานใหม่หนึ่งครั้งสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ยาวนานกว่าการพึ่งพาการระบุพิกัดโดยยืมใช้ทรัพยากรจากสมาร์ทโฟน

1.2 เว็บแอปพลิเคชัน (web application) สำหรับรองรับการทำงานของอุปกรณ์ติดตามตัว เป็นระบบเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ติดตามตัวมายังระบบ DIDA Cloud

Server โดยผ่าน API (Application Programming Interface) และสามารถประมวลผลและแสดงผลในรูปแบบ dashboard แบบทันท่วงที (real time) โดยระบบมีความเร็วในการนำและส่งต่อข้อมูลจากระบบ NB-IOT เข้าสู่ DIDA Cloud Server พร้อมทั้งการทำ Reverse Geo-coding ข้อมูลด้วย Longdo Map API และ Google Maps API ไม่เกิน 1 นาทีเมื่อเทียบกับเวลาและสถานที่จริงของผู้ถูกติดตาม ระบบรองรับอุปกรณ์สามารถลงทะเบียนเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้ไม่จำกัด และสามารถผูกข้อมูลคนขับรถเข้ากับอุปกรณ์ได้

2 การทดสอบการทำงานและความเป็นไปได้ของระบบ พบว่า ประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ของระบบนั้นมีความแม่นยำสูงและคามคาดเคลื่อนต่ำ และทำงานได้อย่างไม่ขาดตอน ในส่วนของระยะเวลาในการระบุพิกัด และความแม่นยำ ก็อยู่ในระดับเดียวกันกับความสามารถในระบุพิกัดตำแหน่งของสมาร์ทโฟนทั่ว ๆ ไป เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้งานเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถใช้เวลาเฉลี่ยโดยทั่ว ๆ ไป อยู่ที่ประมาณ 1 วินาที ในการระบุพิกัดตำแหน่ง และมีความแม่นยำของการระบุอยู่ภายในรัศมี 5 เมตร แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการพกพาอุปกรณ์ติดตามตัว เมื่อรวมกับระบบสนับสนุนผ่านทาง Web Application และการพัฒนารวมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดแล้ว เป็นไปได้ที่จะสามารถทำไปใช้เพื่อติดตามผู้ที่มีความเสี่ยงต่อโรคได้ การพัฒนาระบบด้วยตนเองนั้นทำให้เกิดการการพัฒนาในส่วนของการสร้างรายงานแสดงผลข้อมูลซึ่งต้องเหมาะกับบริบทของแต่ละภาคส่วนแต่ละคนทำให้การสืบสวนโรคเพิ่มเติมนั้นทำได้โดยง่ายและใช้เวลาน้อยลง และสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับหน่วยงานภายนอกได้

ปัญหาและอุปสรรค

1. การพัฒนาระบบ

1) การใช้งาน Google Maps API และ Longdo Map API มีค่าใช้จ่ายสูง (150,000 บาทต่อปีสำหรับการบริการแบบไม่จำกัดจำนวน) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อมูลที่เข้ามามีความถี่มาก อาจต้องลดความถี่ในการทำ Reverse Geo-coding ของพิกัดข้อมูลลงหรือทำการเก็บข้อมูลแผนที่ด้วยตนเอง

2) การพัฒนาในส่วนของการสร้างรายงานแสดงผลข้อมูล ซึ่งต้องเหมาะกับบริบทของผู้เดินทางแต่ละคนทำให้การสืบสวนโรคเพิ่มเติมนั้นทำได้โดยง่ายและใช้เวลาน้อย ซึ่งต้องคุยกับผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย

3) เพื่อการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของ API จะพัฒนาระบบโดยการวิเคราะห์อัตโนมัติผ่านโปรแกรม QGIS และโปรแกรม R เป็นแผนในอนาคตต่อไป

2. การประเมินประสิทธิภาพ

1) มีข้อจำกัดในการส่งข้อมูลในบริเวณที่ไม่มีสัญญาณ GPS

2) ข้อจำกัดด้านขนาดแบตเตอรี่ซึ่งหากต้องทำให้เครื่องมีขนาดเล็ก (น้ำหนักรวม 100 กรัม) จะใช้งานได้ประมาณ 1– 3 วัน แต่หากใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ขึ้น (น้ำหนักรวม 300 กรัม) จะใช้งานได้ 7– 14 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาระบบการใช้อุปกรณ์ติดตามตัวในการควบคุมโรค
2. ควรมีการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล

เอกสารอ้างอิง

(n.d.). Retrieved from https://www.matichon.co.th/local/quality-life/news_2525873

(n.d.). Retrieved from http://dx.doi.org/10.1145/2444776.2444781

Abdullah, M., Dias, C., Muley, D., & Shahin, M. (2020). Exploring the impacts of COVID-19 on travel behavior and mode preferences. Transportation research interdisciplinary perspectives, 8, 100255.

Charpentier, A., Elie, R., Laurière, M., & Tran, V. C. (2020). COVID-19 pandemic control: balancing detection policy and lockdown intervention under ICU sustainability. Mathematical Modelling of Natural Phenomena, 15, 57.

Goniewicz, K., Khorram-Manesh, A., Hertelendy, A. J., Goniewicz, M., Naylor, K., & Burkle, F. M. (2020). Current response and management decisions of the European Union to the COVID-19 outbreak: a review. Sustainability, 12(9), 3838.

Khatib, E. J., Perles Roselló, M. J., Miranda-Páez, J., Giralt, V., & Barco, R. (2021). Mass tracking in cellular networks for the COVID-19 pandemic monitoring. Sensors, 21(10), 3424.

Pillai, S., Siddika, N., Apu, E. H., & Kabir, R. (2020). COVID-19: situation of European countries so far. Archives of medical research, 51(7), 723.

Santacroce, L., Charitos, I. A., & Del Prete, R. (2020). COVID-19 in Italy: An overview from the first case to date. Electronic Journal of General Medicine, 17(6).

Shah, A. U. M., Safri, S. N. A., Thevadas, R., Noordin, N. K., Abd Rahman, A., Sekawi, Z., ... & Sultan, M. T. H. (2020). COVID-19 outbreak in Malaysia: Actions taken by the Malaysian government. International Journal of Infectious Diseases, 97, 108-116.

Tantrakarnapa, K., & Bhopdhornangkul, B. (2020). Challenging the spread of COVID-19 in Thailand. One Health, 11, 100173.