บทความวิจัย (Research Article)

ระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม

Security Camera System with Telegram Alerts

อินทิพร ห้วยหงส์ทอง วิภาวี ร่ารื่น เจษฎา สายใจ และ ศศิรมย์ พานทอง*

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
* ผู้รับผิดชอบบทความ
sasirom.pa@buu.ac.th

Received: 16 Jun 2023
Revised: 27 Jul 2023
Accepted: 15 Aug 2023

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยกล้องรักษาความปลอดภัยในปัจจุบันมีราคาที่สูง บทความนี้จึงนำเสนอระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนแบบเวลาจริงโดย บอร์ด ESP32-CAM ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ซึ่งมีขนาดเล็ก และราคาต้นทุนต่ำ บอร์ด ESP32-CAM จะตรวจจับใบหน้า และนำไปเปรียบเทียบในฐานข้อมูล เมื่อพบว่ามีผู้บุกรุก ระบบจะแจ้งเตือนผ่านทางเทเลแกรม และสำรองข้อมูลไปยังคลาวน์ ผลการทดสอบระบบพบว่าระยะห่างจากบอร์ด ESP32-CAM มากขึ้นเวลาที่ใช้ในการจับภาพจะมากขึ้นตาม อีกทั้งพบว่าระยะมากกว่า 3 เมตรขึ้นไป ระบบจะไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ และถ้าต้องการความเสถียรในการใช้งาน ต้องติดตั้งระบบกล้องรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ตตลอดเวลา

คำสำคัญ: บอร์ด ESP32-CAM แอปพลิเคชันเทเลแกรม ข้อมูลบนคลาวน์

Abstract

The high cost of security cameras remains a persistent challenge. This paper proposes a low-cost, real-time alert system based on the ESP32-CAM board and a motion sensor. The system detects faces and verifies them against a database. In case of an intruder, it sends notifications through a Telegram app and stores backup data in the cloud. Testing showed that image capture time increases with distance from the ESP32-CAM board, with a maximum detection range of 3 meters. The system should be installed in an area with stable internet connectivity, for reliable operation.

Keywords: ESP32-CAM, Telegram application, Cloud drive

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบกล้องรักษาความปลอดภัยนิยมใช้เป็นวงกว้าง ในสถานที่ที่มีความสำคัญต่อชีวิตและทรัพย์สิน เช่น ธนาคาร ร้านขายเครื่องประดับ และบ้านเรือนขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามกล้องรักษาความปลอดภัยนั้นยังคงมีราคาที่สูงหากต้องการประสิทธิภาพสูง มีการวางระบบและติดตั้งยาก ส่วนกล้องรักษาความปลอดภัยบางรุ่น ที่แม้ว่าจะมีราคาที่ไม่แพงมากนัก แต่ก็ยังขาดคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น ไม่มีการแจ้งเตือนเมื่อขณะเกิดเหตุ ทำให้ผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะทราบว่ามีเหตุโจรกรรมก็ต่อเมื่อมาถึงสถานที่เกิดเหตุแล้ว

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านี้โดยการนำบอร์ด ESP32-CAM ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว มาพัฒนาเป็นกล้องรักษาความปลอดภัยแบบเวลาจริง เพราะมีต้นทุนราคาที่ไม่สูง ไม่ต้องมีการวางระบบที่ซับซ้อน การติดตั้งง่าย โดยเมื่อระบบได้ตรวจจับการเคลื่อนไหวแล้ว หลังจากนั้นระบบจะใช้วิธีการตรวจจับใบหน้า และนำใบหน้าที่ได้มาเปรียบเทียบกับใบหน้าที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลไว้แล้ว [1] จากนั้นระบบจะแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมทันทีเมื่อมีผู้ที่ไม่ได้ลงทะเบียนอยู่ในฐานข้อมูล สำหรับการออกแบบระบบนี้ได้เพิ่มเติมจากงานวิจัยเรื่อง Design of an IOT System based on Face Recognition Technology using ESP32-CAM [1] ซึ่งทางคณะผู้จัดทำเพิ่มการจัดเก็บข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือ cloud storage [2] ทำให้ระบบนี้สามารถแจ้งเตือนแบบทันทีหรือเวลาจริงได้ และไม่ต้องเชื่อมต่อระบบกับเครื่อง PC ไว้ตลอดเวลาเหมือนกับงานวิจัยที่ [1] ที่สามารถย้อนดูภาพที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ ที่ใช้ระบบการจัดเก็บผ่านหน่วยความจำภายนอก และหน่วยความจำภายในของเครื่อง PC

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าระบบรักษาความปลอดภัยนั้นมีการใช้บอร์ด ESP8266 หรือบอร์ด RaspberryPi ร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวหรือเซนเซอร์อื่น ๆ และสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุกได้ ตามตารางที่ 1 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดมาประยุกต์โดยใช้ บอร์ด ESP32-CAM ที่มีกล้องในบอร์ดและเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว จะแจ้งเตือนแบบเวลาจริงผ่านทางแอปพลิเคชันเทเลแกรมทันทีเมื่อพบว่ามีผู้บุกรุก ซึ่งรูปที่ถ่ายได้จะถูกบันทึกในหน่วยความจำของบอร์ด ESP32-CAM เองและถูกอัปโหลดไปยังคลาวน์เพื่อสำรองข้อมูลอีกด้วย

3. หลักการแนวคิดและการออกแบบโครงงาน

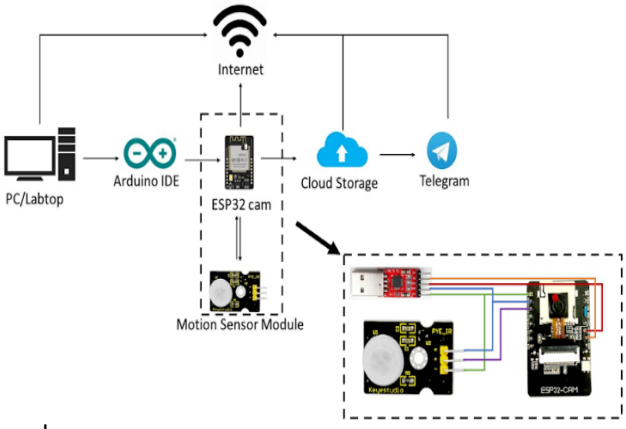
โครงงานนี้ได้พัฒนาระบบกล้องรักษาความปลอดภัยโดยมีการแจ้งเตือนแบบเวลาจริงโดยใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ ESP32-CAM ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อประหยัดพลังงาน เนื่องจาก บอร์ด ESP32-CAM จะเข้าสู่โหมด Deep Sleep ก่อนที่จะตรวจพบความเคลื่อนไหว ซึ่งมีหลักการทำงานที่สำคัญนั้นคือ ถ้าหากมีผู้บุกรุก เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะทำงาน ร่วมกับบอร์ด ESP32-CAM ที่ตรวจจับใบหน้าเพื่อตรวจสอบว่า บุคคลนี้เป็นผู้บุกรุกหรือไม่ หากใช่ บอร์ด ESP32-CAM จะถ่ายรูปและแจ้งเตือนแบบเวลาจริงผ่านทางแอปพลิเคชันเทเลแกรม ซึ่งรูปที่ถ่ายได้จะถูกบันทึกในหน่วยความจำของบอร์ด ESP32-CAM และถูกอัปโหลดไปยังคลาวน์เพื่อสำรองข้อมูล โดยการทำงานทั้งหมดในระบบนี้จำเป็นต้องมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา ระบบนี้ได้ใช้ภาษาซี ในการสั่งการทำงานของระบบและโปรแกรมการทำงานผ่านโปรแกรม Arduino IDE โดยใช้ CP2102 module USB to TTL downloader เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรมสั่งการทำงานต่อไป

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานที่นำเสนอ

งานวิจัย	คุณสมบัติ	อุปกรณ์	การแจ้งเตือน	Cloud
ไพโรจน์ เหลืองวงศกร และคณะ [3]	ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน	บอร์ด ESP8266 เซ็นเซอร์ตรวจจับควัน และตรวจจับความเคลื่อนไหว	ผ่านข้อความและ E-Mail	✗
ธัญพิสิษฐ์ สุวรรณดี และคณะ [4]	ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน	บอร์ด ESP8266 เซ็นเซอร์ตรวจจับควัน และตรวจจับความเคลื่อนไหว	ผ่านไซเรนและแอปพลิเคชัน Line	✗
ชรัตน์ ขาแสง [5]	ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน	บอร์ด RaspberryPi เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและกล้อง	ผ่านเว็บไซต์ยูบิดอท E-Mail และข้อความ	✓
ณพวุฒิ โพธิ์หอม [6]	ระบบรักษาความปลอดภัย	บอร์ด RaspberryPi เซ็นเซอร์ความชื้น อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน ค่า CO_2 และตรวจจับเปลวไฟ	ผ่านแอปพลิเคชัน Line, ข้อความ และ E-Mail	✗
งานวิจัยที่นำเสนอ	ระบบรักษาความปลอดภัย	บอร์ด ESP32-CAM และเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	ผ่านแอปพลิเคชัน Telegram	✓

จากรูปที่ 1 คือภาพรวมการทำงานทั้งหมดในระบบของกล้องรักษาความปลอดภัยแบบเวลาจริงโดยบอร์ด ESP32-CAM ที่เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต สามารถแบ่งการขั้นตอนการทำงานได้ทั้งหมด 3 ขั้นตอนดังนี้

การตรวจจับและจดจำใบหน้า การอัปโหลดไฟล์ขึ้นที่จัดเก็บข้อมูลบนคลาวน์และการเข้าใช้งานแอปพลิเคชันเทเลแกรม



รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมต่อ 1 ชุด (ข้อมูลเดือน เมษายน 2565)

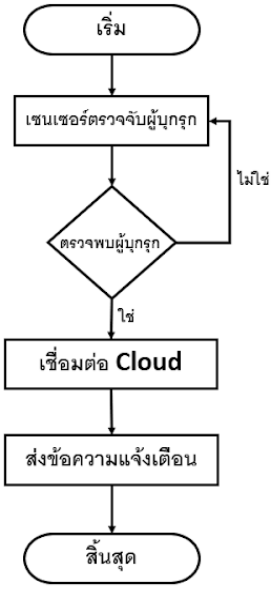
ลำดับ	รายการ	ราคา(บาท)
1	บอร์ด ESP32-CAM	260
2	Motion Sensor Module	60
3	CP2102 module USB to TTL downloader	70
4	DC Jack female Adapter Jack plug	30
5	Power Adapter	150
6	Dupont Jumper Wires Bundle	88
	รวม	**658**

อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งของระบบที่นำเสนอนี้ จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าใช้จ่ายระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมต่อ 1 ชุด อยู่ที่ประมาณ 658 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับกล้องรักษาความปลอดภัยอัจฉริยะไร้สายต่อ 1 ชุด จะมีราคาประมาณ 16,00-3,000 บาท ส่วนใหญ่แต่ละรุ่นไม่สามารถแจ้งเตือนแบบเวลาจริงได้ ถ้านำไปติดตั้งใช้งานจริงสามารถลดต้นทุนการติดตั้งต่อ 1 ชุด ได้ประมาณ 3-5 เท่า พบว่าระบบที่นำเสนอนี้จะมีต้นทุนราคาที่ไม่สูง ไม่ต้องมีการวางระบบที่ซับซ้อน และการติดตั้งง่าย

ขั้นตอนการทำงานของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยแบบเวลาจริง มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ (รูปที่ 2)

- ขั้นตอนที่ 1 ระบบจะเริ่มจากเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อตรวจหาผู้บุกรุก ถ้าเมื่อตรวจพบผู้บุกรุกหรือมีการเคลื่อนไหว ไปขั้นตอนที่ 2 ถ้าไม่ ระบบจะรอตรวจจับเคลื่อนไหว
- ขั้นตอนที่ 2 ระบบจะทำการเก็บภาพและเชื่อมต่อเพื่ออัพโหลดข้อมูลไปยังคลาวน์
- ขั้นตอนที่ 3 แจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันเทเลแกรม

ขั้นตอนที่ 4 แล้วจึงสิ้นสุดการทำงาน



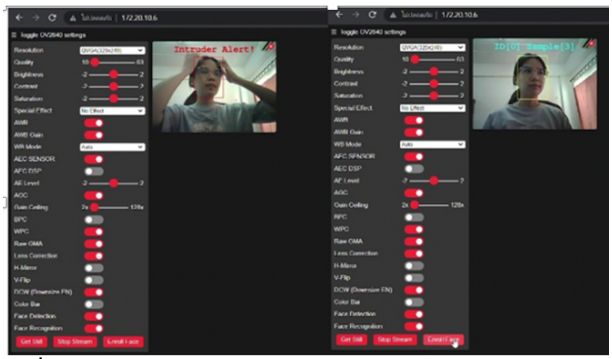
รูปที่ 2 ผังการทำงานของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม

3.1 การตรวจจับและจดจำใบหน้า

บอร์ด ESP32-CAM มีการพัฒนาติดตั้งกล้อง OV2640 ที่มีความละเอียด 2 ล้านพิกเซล บอร์ดนี้สามารถตรวจจับ และจดจำใบหน้าได้ โดยการเปิดใช้งานฟังก์ชัน Face detection และ Face recognition ซึ่งกล้องสามารถบันทึกใบหน้าได้สูงสุด 7 ใบหน้า เนื่องจากความจำของบอร์ดที่มีพื้นที่จำกัด และเพื่อความแม่นยำในการประมวลผลภาพจากบอร์ด ESP32-CAM ตาม

ข้อมูลจำเพาะของบอร์ด ESP32-CAM [7] โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- ต่อสายไฟจั้มเปอร์จากขา 5V, GND, RXD, TXD และ 3.3V ของตัว CP2102 module USB to TTL serial ไปยังขา 5V, GND, UoT, UoR และ 3.3V ของบอร์ด ESP32-CAM ตามลำดับ และที่บอร์ด ESP32-CAM ต่อสายไฟจั้มเปอร์จากขา IO0 ไปยังขา GND
- เชื่อมต่อ CP2102 module USB to TTL กับคอมพิวเตอร์
- โปรแกรมข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่บอร์ด ESP32-CAM ผ่านโปรแกรม Arduino IDE โดยกดปุ่ม Upload
- เมื่ออัปโหลดเสร็จถอดสายที่เชื่อมต่อ IO0 กับ GND ออก กด Reset 1 ครั้ง จากนั้นเปิดเมนู Serial Monitor เพื่อแสดง URL ที่ใช้ดูกล้องแบบเวลาจริงและนำ URL นั้นมาใส่ในเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อดูกล้องแบบเวลาจริงได้
- ลงทะเบียนใบหน้าลงในฐานข้อมูลของบอร์ด ESP32-CAM
- กด Start Stream เพื่อเริ่มการใช้งานกล้อง จากนั้นเลือกความละเอียดที่ 400x290 เพื่อทดสอบการใช้งาน Face Detection และ Face Recognition



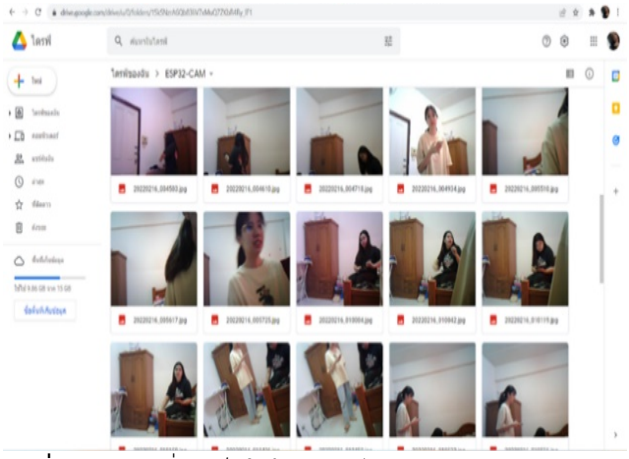
รูปที่ 3 การเปรียบเทียบการเปิดใช้งาน Face detection และ Face recognition ระหว่างยังไม่ได้ Enroll Face และ Enroll Face เรียบร้อยแล้ว

จากรูปที่ 3 ซ้ายมือ จะพบว่า หากยังไม่กด Enroll face เพื่อลงทะเบียนใบหน้า ระบบจะตรวจสอบว่าเป็นผู้บุกรุกเพราะไม่พบใบหน้านี้ในฐานข้อมูล แต่หลังจากกด Enroll face เพื่อลงทะเบียนใบหน้าเรียบร้อยแล้ว ระบบจะจดจำใบหน้า และรับรู้ได้ว่าผู้นี้ไม่เป็นผู้บุกรุก (รูปที่ 3 ขวามือ)

3.2 การอัปโหลดไฟล์ขึ้น cloud storage

จากรูปที่ 2 เป็นผังการทำงานของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม ที่ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อตรวจหาผู้บุกรุก เมื่อตรวจพบผู้บุกรุกแล้ว ระบบจะทำการเก็บภาพและอัปโหลดข้อมูลไปยังคลาวน์ (Google Drive) เพื่อสำรองข้อมูลต่อไป โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- สร้างสคริปต์ โดยการเข้าไปหน้า Google Drive กดไปที่ปุ่มเพิ่มเติม แล้วเลือกสคริปต์ของ Google
- เขียนโค้ดบนสคริปต์ของ Google เพื่อสร้าง URL เพื่อนำไปใช้ต่อในโค้ดของบอร์ด ESP32-CAM
- โปรแกรมข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่บอร์ด ESP32-CAM ผ่านโปรแกรม Arduino IDE โดยกดปุ่ม Upload
- เมื่ออัปโหลดเสร็จถอดสายที่เชื่อมต่อ IO0 กับ GND ออก กด Reset 1 ครั้ง เปิดเมนู Serial Monitor จากนั้นบอร์ดจะเชื่อมต่อ WIFI และ google script รูปที่ถ่ายจะถูกเก็บไว้ใน Google drive ที่สร้างดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 รูปภาพที่ถูกเก็บในโฟลเดอร์ **ESP32-CAM** ตาม script ที่เขียนไว้

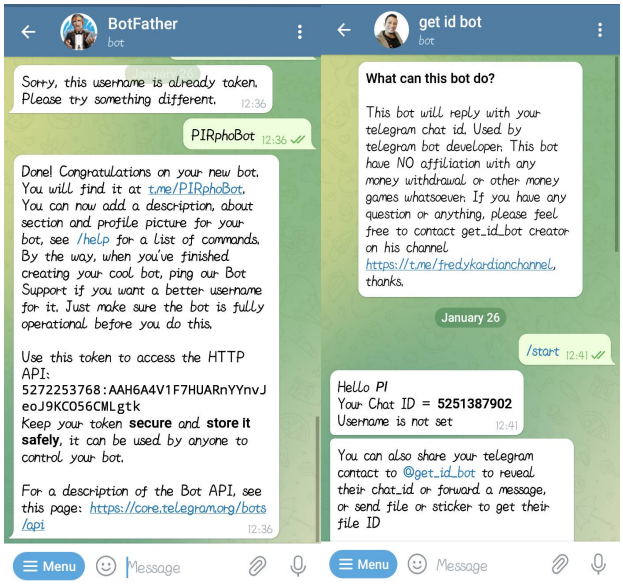
3.3 การเข้าใช้เทเลแกรม

แอปพลิเคชันเทเลแกรมเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้เพื่อแจ้งเตือนสถานการณ์ออนไลน์ ไปยังระบบปลายทางได้ จึงทำให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ใดๆก็ตาม ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต และสามารถเชื่อมด้วย HTTP post มายัง Account

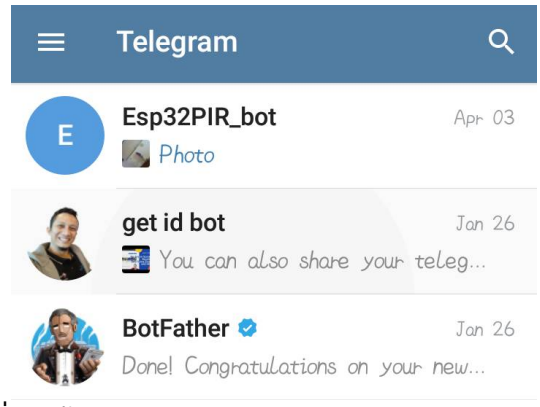
ของเราได้ เมื่อต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ จะต้องสร้าง Token ของ Account ในระบบของ Telegram bot จากนั้นใช้ Token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทาง http post

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการใช้งาน Line Application กับ Telegram Application

Features	Telegram Application	Line Application
การส่งรูปภาพขนาดเท่าต้นฉบับ	✓	✓ (สัดส่วนภาพเดิมแต่ขนาดไฟล์ลดลง)
Login บัญชีเดียวบนมือถือพร้อมกันได้หลายเครื่อง	✓	✗
Login บน PC / tablet พร้อมกันได้หลายเครื่อง	✓	✗
สามารถรองรับการใช้งานบน web browser	✓	✗ (Chrome Extension เท่านั้น)
การย้ายข้อมูลข้าม platform	✓	✗
ไฟล์ไม่มีวันหมดอายุ	✓	✗
การส่งไฟล์ได้ทุกประเภท	✓	✓



รูปที่ 5 การสร้าง Token ใน BotFather และ การสร้าง ChatID ใน get id bot

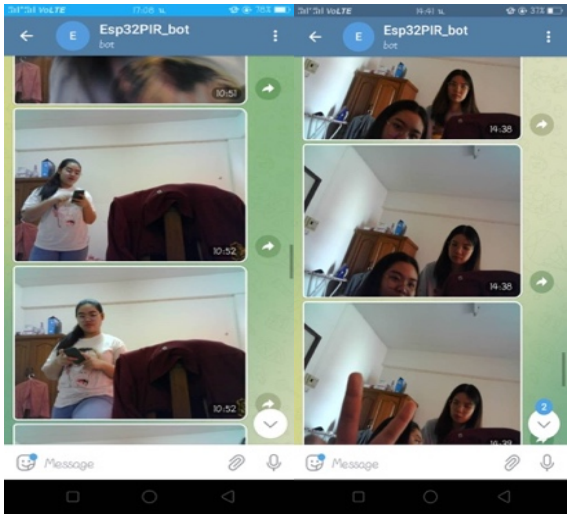


รูปที่ 6 หน้าแชทของแอปพลิเคชันเทเลแกรม

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าคุณสมบัติของแอปพลิเคชันเทเลแกรม กับแอปพลิเคชันไลน์ มีหลายอย่างที่แตกต่างกัน อย่างเช่น การ Login จะพบว่าแอปพลิเคชันเทเลแกรม มีความยืดหยุ่นกว่า สามารถ Login บัญชีเดียวกันได้ในโทรศัพท์มือถือ Tablet และ PC ได้พร้อมกันหลายเครื่อง รองรับการใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆโดยไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรมลงเครื่อง สามารถย้ายข้อมูลข้ามแพลตฟอร์มได้ ไฟล์ไม่มีวันหมดอายุ และไม่ต้องสำรองข้อมูลเอง แต่แอปพลิเคชัน Line ไม่สามารถทำสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นได้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- สร้าง Token โดยการสร้าง Bot ใหม่ มีวิธีการคือ เพิ่ม BotFather ซึ่งเป็นแชท Bot ของเทเลแกรม เริ่มการทำงานด้วยคำสั่ง /start จากนั้นตั้งชื่อ Bot ที่เราต้องการ โดยชื่อที่เราตั้งนี้จะเป็นชื่อห้องแชทที่แจ้งเตือน เมื่อตั้งชื่อ Bot เสร็จแล้วจึงจะตั้งชื่อ User เพื่อที่จะสร้าง Token และ Chat id จากเทเลแกรม Bot ดังรูปที่ 5 และ 6
- ต่อสายไฟ Jumper จากขา 5V, GND, RXD, TXD และ 3.3V ของตัว CP2102 module USB to TTL serial ไปยังขา 5V, GND, UoT, UoR และ 3.3V ของบอร์ด ESP32-CAM ตามลำดับ และที่บอร์ด ESP32-CAM ต่อสายไฟ Jumper จากขา IO0 ไปยังขา GND
- ต่อสายไฟ Jumper จากขา GND, OUT และ VCC ของตัว Motion sensor ไปยังขา GND, IO13 และ 5V ของบอร์ด ESP32-CAM ตามลำดับ
- โปรแกรมข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่บอร์ด ESP32-CAM ผ่านโปรแกรม Arduino IDE โดยกดปุ่ม Upload

- เมื่ออัปโหลดเสร็จถอดสายที่เชื่อมต่อ IO0 กับ GND ออก กด Reset 1 ครั้ง เปิดเมนู Serial Monitor จากนั้นบอร์ดจะเชื่อมต่อ WIFI และแอปพลิเคชันเทเลแกรม



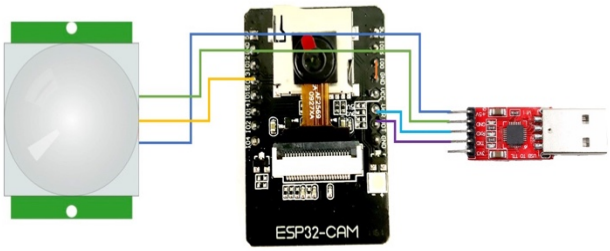
รูปที่ 7 ตัวอย่างภาพที่แจ้งเตือนในแอปพลิเคชันเทเลแกรม

หลังจากนั้นเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวตรวจพบว่ามีสิ่งมีชีวิตเคลื่อนไหวอยู่ บอร์ด ESP32-CAM จะถ่ายภาพแล้วนำไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล หากไม่ตรงกับฐานข้อมูล ระบบจะส่งรูปภาพไปที่ Telegram bot ดังรูปที่ 7 ซึ่งแสดงภาพที่ถูกถ่ายได้หลังจากที่เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

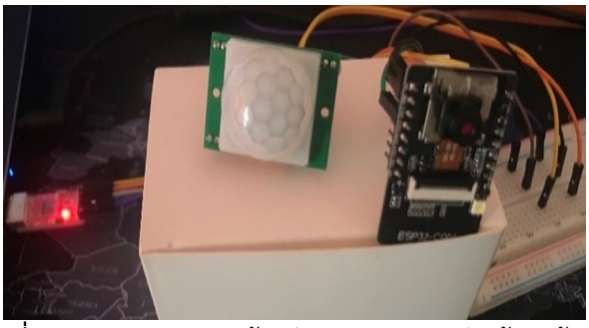
4. ผลการทดสอบ

4.1 การทำงานของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม

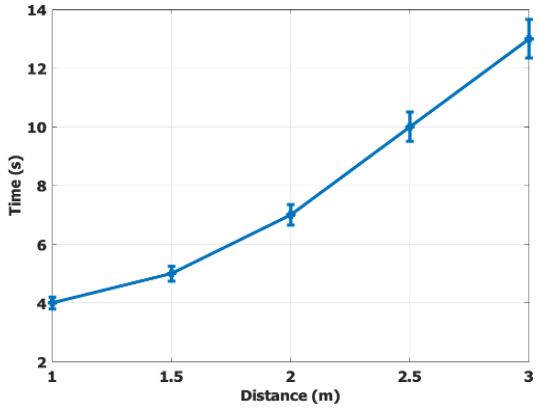
การทดสอบนี้ ระบบได้ต่อเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เข้ากับบอร์ด ESP32-CAM ดังรูปที่ 8 และ 9 เป็นการทดสอบการตรวจจับบุคคลด้วยรังสี Infrared เมื่อตรวจพบความเคลื่อนไหวในระยะ 1 1.5 2 2.5 และ 3 เมตร ห่างจากบอร์ด การทำงานของระบบระบุตัวตนจะเริ่มจากเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว บอร์ด ESP32-CAM จะเริ่มตรวจสอบว่าเป็นผู้บุกรุกหรือไม่ ถ้าไม่ตรงกับฐานข้อมูลในระบบ จะทำการจับภาพและส่งรูปภาพแจ้งเตือนไปทางแอปพลิเคชันเทเลแกรม พร้อมสำรองข้อมูลไปยังคลาวน์



รูปที่ 8 อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบกล้องรักษาความปลอดภัยแบบเวลาจริงโดยการใช้ CP2102 module USB to TTL serial เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ



รูปที่ 9 การทดสอบระบบกล้องรักษาความปลอดภัยพร้อมแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรม

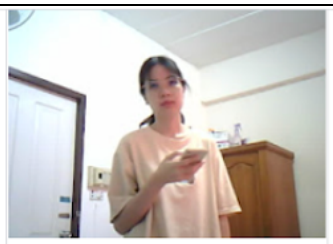
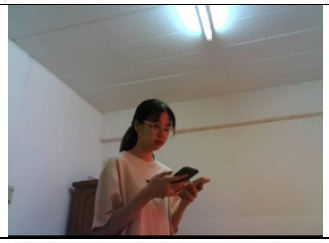
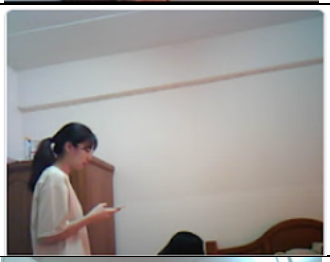
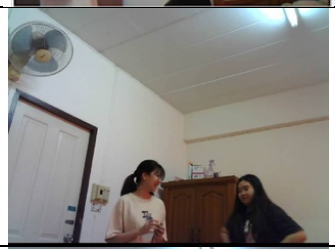
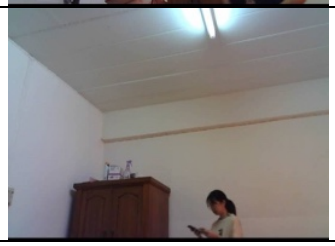


รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและเวลา

จากการทดสอบพบว่าระยะห่างของระบบกล้องรักษาความปลอดภัยกับบุคคลมีผลต่อระยะเวลาในการจับภาพและการส่งรูปภาพแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันเทเลแกรม ดังแสดง

รายละเอียดตามตารางที่ 4 และเมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาแสดงในรูปกราฟ ดังรูปที่ 10 จากกราฟจะพบว่าเมื่อระยะห่างมากขึ้นระบบจะใช้เวลาตั้งแต่การจับภาพ การส่งแจ้งเตือนและสำรองข้อมูลมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการทดสอบยังพบว่าที่ระยะมากกว่า 3 เมตรขึ้นไป เป็นระยะที่เซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ จึงทำให้ ESP32-CAM ไม่ถ่ายรูป และส่งรูปภาพแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันเทเลแกรมได้

ตารางที่ 4 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและระยะเวลาที่ระบบถ่ายภาพได้

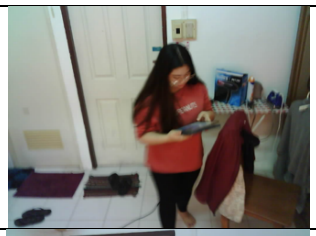
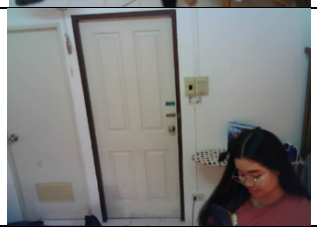
ระยะห่าง (เมตร)	ระยะเวลา (วินาที)	ภาพที่ได้จาก ESP32-CAM
1	4	
1.5	5	
2	7	
2.5	10	
3	13	

4.2 มุมกล้องกับการจับภาพของบอร์ด ESP32-CAM

การทดสอบนี้ ระบบจะทดสอบเมื่อระบบตรวจเจอความเคลื่อนไหวและถ่ายภาพออกมา หากการจับภาพที่มุมกล้องต่าง ๆ กัน ในระยะเดียวกัน เพื่อทดสอบว่ามุมกล้องที่องศาต่างกันมีผลต่อการจับภาพและตรวจสอบใบหน้าของ บอร์ด ESP32-CAM หรือไม่

จากการทดสอบจะพบว่ามุมกล้องที่องศาแตกต่างกันทำให้บอร์ด ESP32-CAM ไม่สามารถจับใบหน้าได้ (มุมภาพไม่เหมาะสมเช่น หันข้าง มุมก้ม หรือหันหลัง) จึงส่งผลให้ไม่สามารถตรวจสอบว่าเป็นผู้บุกรุกหรือไม่ ทำให้ระบบทำการถ่ายภาพและแจ้งเตือนไปยังเทเลแกรม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและระยะเวลาที่ระบบถ่ายภาพได้

ความสูง (เมตร)	มุมกล้อง (องศา)	ภาพที่ได้จาก ESP32-CAM
2	45	
2	60	

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้นำเสนอการออกแบบกล้องรักษาความปลอดภัยแบบเวลาจริงโดย ESP32-CAM ซึ่งเป็นบอร์ดที่ประหยัดพลังงาน ระบบสามารถตรวจจับบุคคลที่ไม่ได้ลงทะเบียนในระบบได้ โดยทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เมื่อตรวจพบบุคคลที่ไม่ได้ลงทะเบียนไว้ในฐานข้อมูลของบอร์ด ESP32-CAM ภาพจะถูกถ่ายไว้ และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันเทเลแกรม พร้อมสำรองข้อมูลในคลาวน์ โดยการทำงานทั้งหมดในระบบจะต้องใช้ไฟเลี้ยง และสัญญาณอินเตอร์เน็ตตลอดเวลา และพบว่าระยะเกินกว่า 3 เมตร ระบบนี้จะไม่สามารถใช้งานได้

ดังนั้นควรเพิ่มจุดติดตั้งของกล้องให้มีระยะที่กล้องครอบคลุมและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

- ควรติดตั้งระบบกล้องรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ที่สัญญาณอินเตอร์เน็ตสามารถเข้าถึงได้เพื่อความเสถียรในการใช้งาน
- ควรติดตั้งในพื้นที่ที่มีแสงสว่าง เพื่อภาพที่คมชัด และควรทดสอบระบบว่าหากไม่สามารถตรวจสอบใบหน้าได้ ระบบจะเกิดอะไรบ้าง
- ควรเพิ่มจุดติดตั้งของกล้องเมื่อต้องใช้งานในพื้นที่ที่มีระยะเกินกว่า 3 เมตร เนื่องจากการทดสอบพบว่าหากมีผู้บุกรุกเข้ามาในระยะเกินกว่า 3 เมตร ระบบนี้จะไม่สามารถใช้งานได้
- ระบบที่นำเสนอนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลขึ้นฐานข้อมูล หากนำไปต่อยอดสามารถใช้ MQTT ในการส่งข้อมูลขึ้นฐานข้อมูล แล้วแสดงผลในหน้าเว็บเพื่อแสดงออกในรูปตารางหรือกราฟให้เหมาะสม

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงงานทางวิศวกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] I. Mahmoud, I. Saidi, C. Bouzazi., “Design of an IOT System based on Face Recognition Technology using ESP3 2 - CAM,” *International Journal of Computer Network and Information Security*., Vol. 20 (11), pp. 1-6, 2022.

[2] A. Kaur, A. Jadli, A. Sadhu, S. Goyal, A. Mehra, M. Rahul, "Cloud Based Surveillance using ESP3 2 CAM". *International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IoE)*. 1-2 November. Sana'a, Yemen :.1-5, 2021.

[3] ไพโรจน์ เหลืองวงศกร, วรพล ลีลาเกียรติสกุล, สุรณพีร์ ภูมิวุฒิสาร, พัชวรัทย์ พิพิฒน์ธนอุดมดี. *การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน*. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2559.

[4] ธัญพิสิษฐ์ สุวรรณดี ฤทธิเกียรติ ขำสมุทร และนพ กระตุฤกษ์ *ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้านโดยใช้ ESP 8266*. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2561.

[5] ชรัตน์ ขาแสง *ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกบ้านโดยใช้อุปกรณ์โซเลอเทียซีวันร่วมกับกล้องราสเบอรี่พาย.* วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. สถาบันเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, 2559.

[6] ณพวุฒิ โพธิ์หอม *อุปกรณ์แจ้งเตือนอัตโนมัติผ่าน Line , SMS และ E-Mail*. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2561.

[7] Lee Jackson (Apr. 13, 2022). *ESP32-CAM: Machine Vision Tips, Camera Guides and Projects*. **[Online]. Available: https://www.arducam.com/esp3 2 - machine-vision-learning-guide/**