

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกล Development of Bed Exit Notification System via Long Range Wireless Sensors

¹*ทรงพล นามคุณ, ¹ชาณุวิทย์ แก้วอาษา, ¹วุฒิกกร อนันตสิริชัย

¹Songphon Namkhun, ¹Chanwit Keawarsa, ¹Wuttikron Anantasirichai

¹วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Faculty of Engineering Rajabhat Maha Sarakham University

*ผู้นิพนธ์หลัก: songphon@rmu.ac.th

*Corresponding author: songphon@rmu.ac.th

Received	Reviewed	Revised	Accepted
19/08/2022	01/10/2022	10/11/2022	30/12/2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกลเพื่อติดตามและตรวจจับความผิดปกติของการลุกออกจากเตียงในผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางสมองที่ออกจากเตียงในยามวิกาลหรือการออกจากเตียงที่นานผิดปกติ เพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านระบบเซ็นเซอร์ไร้สายและการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟนของผู้ดูแลให้สามารถเข้าช่วยเหลือได้ทันเวลา โดยการวัดแรงสัมผัสที่ทำบริเวณขาเตียงด้วยเซ็นเซอร์แบบ Force Sensitive Resistor (FSR) ผลการทดลองพบว่าการใช้เซ็นเซอร์วัดแรงแบบ FSR สามารถให้ค่าทางไฟฟ้าได้ใกล้เคียงกับมัลติมิเตอร์ การทดสอบเซ็นเซอร์วัดแรงกดที่ขาเตียงสามารถนำมาทำงานร่วมกับแบบจำลองแรงเพื่อตรวจจับการออกจากเตียงและกลับเข้าเตียงได้อย่างแม่นยำ เมื่อตรวจพบความผิดปกติระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านอุปกรณ์ไร้สายและ Line Notify ได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบเตียงผู้ป่วย, เซ็นเซอร์วัดแรงกด, เซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกล

Abstract

This research aims to develop a wireless remote sensor system for tracking and detecting bed-out disorders in patients or the elderly with brain problems who often get out of bed at night or do not get back to bed for unusually long. The system can alert the caregiver via wireless sensors and alerts the caregiver's smartphone for timely assistance. The researchers designed and developed a wireless sensor system for measuring the relative force acting on the legs of the bed with a Force Sensitive Resistor (FSR) sensor. The results showed that using the FSR sensor can provide electrical values similar to that of a digital multimeter. The leg pressure sensor test can be combined with a force model to detect getting out of bed and returning accurately. When an anomaly is detected, the system can correctly notify the caregiver via the wireless device and Line Notify.

Keyword: Bed Monitoring System, Pressure Sensor, Long Rang Wireless Sensor

บทนำ

การเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยที่มีปัญหาทางสมองพบบ่อยคือการพลัดตกหกล้ม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้มีอัตราความพิการและอัตราการเสียชีวิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในกลุ่มที่เป็นโรคหลอดเลือดในสมองตีบหรือโรคสมองเสื่อมจะมีโอกาสเกิดการพลัดตกหกล้มสูงขึ้น (ทิพนตร , 2011) สำหรับผู้ป่วยที่รักษาตัวที่บ้านจำเป็นต้องมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด โดยมักจะมีโอกาสที่เกิดการพลัดตกบริเวณเตียงหรือการลุกออกจากเตียงในเวลาตอนกลางคืนเพื่อไปทำธุระส่วนตัวแล้วเกิดอุบัติเหตุขึ้น (Nakornthon, 2020) การบาดเจ็บจะส่งผลเสียหายมากมายตั้งแต่บาดเจ็บขนาดเล็กไปจนถึงเสียชีวิตได้ การเข้าช่วยเหลือได้ทันเวลาจะเพิ่มโอกาสในการรักษาได้ดีขึ้น

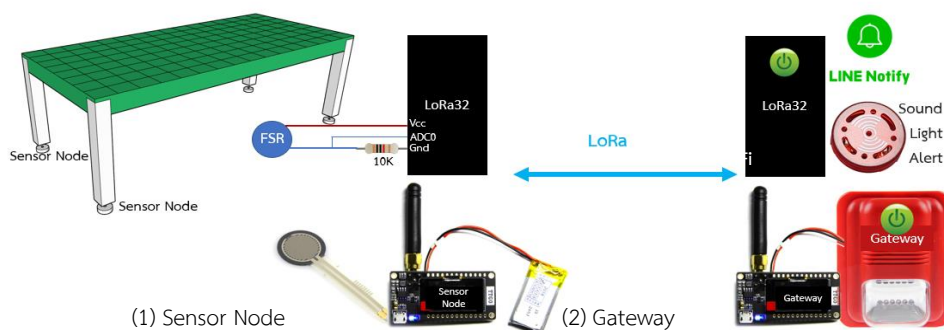
ปัจจุบันพบว่าได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีระบบ เฝ้าระวังการพลัดตกจากเตียง โดยมีการพัฒนาเตียงที่มีระบบตรวจสอบสถานะว่าผู้ป่วยอยู่บนเตียงหรือไม่ รวมไปถึงการเริ่มเปลี่ยนท่าทาง เมื่อมีการตรวจพบจะส่งสัญญาณไปที่พยาบาลหรือผู้ดูแล แต่อย่างไรก็ตามระบบนี้ยังมีอยู่น้อยมาก อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายสูงจึงมีอยู่เพียงในโรงพยาบาลที่มีงบประมาณเพียงพอ สำหรับผู้ป่วยที่รักษาอยู่ที่บ้านโดยมีญาติคอยดูแล การใช้ระบบกดส่งสัญญาณเสียง (Talib et al., 2018) เพื่อเรียกผู้ดูแลอาจจะไม่สามารถทำได้ถ้าเกิดอุบัติเหตุและอยู่ไกลปุ่มขอความช่วยเหลือและการนำเอาระบบกล้องวงจรปิดมาเพื่อสังเกตทำให้เพิ่มภาระให้กับผู้ดูแลและผู้ป่วย ขาดความเป็นส่วนตัว (Shoba, 2021) และได้มีการนำเสนอการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้บริเวณเตียงเพื่อวัด แรงกดหรือการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ที่ขาเตียงของผู้ป่วยแต่การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแรงที่บริเวณ ขาเตียงทั้ง 4 ก็เกิดความยุ่งยากในการติดตั้งและการเชื่อมต่อสายสัญญาณไปยังส่วนควบคุม

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบตรวจจับการลุกออกจากเตียงและการกลับเข้ามาเตียงของผู้ป่วย ด้วยระบบเซ็นเซอร์วัดแรงกดไร้สาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับระบบแจ้งเตือนให้กับผู้ดูแลเมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้น ดังเช่นการลุกออกจากเตียงในเวลากลางคืนแล้วไม่กลับมาขึ้นเตียงในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะเกิดอุบัติเหตุระหว่างทางได้หรือในผู้ป่วยสมองเสื่อมที่ชอบเผลอลุกออกจากบ้านในเวลากลางคืน โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์ชนิด FSR (Yaniger, 1991) เป็นเซ็นเซอร์วัดแรงที่ใช้เทคโนโลยีฟิล์มโพลีเมอร์แบบหนา เมื่อมีแรงกดมากระทำกับแผ่นตรวจจับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวตรวจจับจะลดลง โดยสามารถอ่านค่าการกดโดยใช้กฎของโอห์ม ผ่านวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นค่าดิจิทัล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถานะของผู้ป่วยบนเตียง โดยการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ไว้กับขาเตียงผู้ป่วย การใช้ระบบเซ็นเซอร์ไร้สายจะช่วยให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเตียงได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องมีสายสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน โดยผู้ดูแลสามารถนำอุปกรณ์แจ้งเตือนติดตัวหรือติดตั้งไว้

ในตำแหน่งของบ้านได้สะดวกขึ้น การนำระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงไปใช้กับการเฝ้าระวังเพื่อคอยดูแลผู้ป่วยภายในบ้านหรือสถานพยาบาล จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเข้าช่วยเหลือที่ล่าช้าลงได้ เมื่อเกิดอุบัติเหตุระหว่างผู้ป่วยลงจากเตียงหรือการออกจากเตียงที่ใช้เวลานานกว่าปกติ ระบบสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ไร้สายและสามารถส่งข้อมูลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify เพื่อให้ผู้ดูแลรับทราบสถานะของผู้ป่วยว่า สถานะอยู่บนเตียง สถานะออกจากเตียง และการออกจากเตียงที่มีเวลานานผิดปกติ เพื่อลดเวลาในการเข้าช่วยเหลือและเป็นผลดีต่อการรักษาพยาบาลเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้อีกด้วย

วิธีการวิจัย

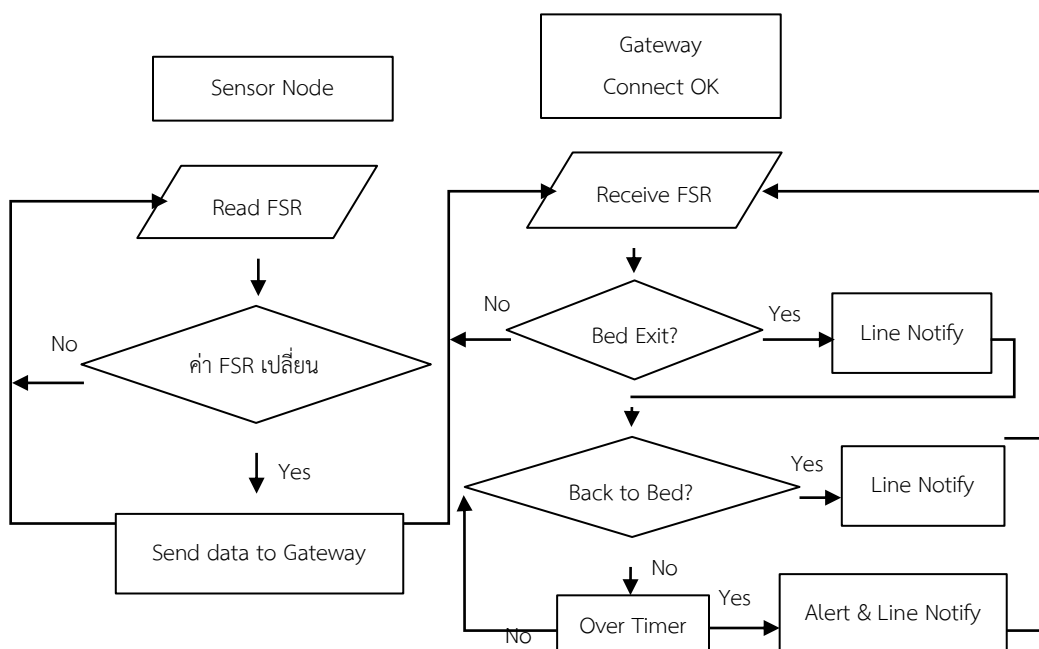
ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเซ็นเซอร์วัดแรงกดแบบไร้สายใช้เซ็นเซอร์ชนิด FSR ลักษณะเป็นแผ่นบางเมื่อมีการกดจะทำให้ค่าความต้านทานจากตัวเซ็นเซอร์เปลี่ยนไป โดยออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดให้เป็นที่รองขาเตียงเพื่อความสะดวกในการติดตั้งทำงานแบบไร้สาย ใช้โดยใช้โมดูล ESP32 LoRa SX1278 เป็นตัวประมวลผลข้อมูลและส่งสัญญาณการแจ้งเตือนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตด้วยสัญญาณ LoRa กับอุปกรณ์เกตเวย์ โดยการแจ้งเตือนมีสองรูปแบบ คือออฟไลน์ผ่านอุปกรณ์แจ้งเตือนแบบไร้สายที่สามารถพกพาหรือติดตั้งไว้ใกล้กับผู้ดูแลและการแจ้งเตือนแบบออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตด้วย Line Notify โดยมีภาพรวมของระบบแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบระบบเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับเตียงผู้ป่วย

การออกแบบระบบเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับเตียงสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ Sensor Node ดังภาพที่ 1 (1) และอุปกรณ์ Gateway ดังภาพที่ 1 (2) โดย Sensor Node ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สำหรับการเชื่อมต่อและอ่านค่าแรงกดจากเซ็นเซอร์ FSR โดยออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถติดตั้งกับเตียงผู้ป่วยได้ง่าย ในการส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่าน Line Notify จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลาจะทำให้อุปกรณ์ใช้พลังงานมากไม่เหมาะสำหรับการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบ Sensor Node ให้ส่งข้อมูลไร้สายไปยัง Gateway ผ่านคลื่นสัญญาณ LoRa ที่เป็นการสื่อสารข้อมูลระยะไกลที่ใช้พลังงานต่ำมาใช้งานมาใช้สำหรับส่งข้อมูล โดยส่งไปยังอุปกรณ์ Gateway ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต Wi-Fi ซึ่งมีหน้าที่รับข้อมูลแรงกดต่าง ๆ จาก Sensor Node และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการตรวจจับการลุกออกจากเตียงหรือ การขึ้นเตียง รวมถึงการลงจากเตียงเป็นเวลานานของผู้ป่วยในเวลาช่วงเวลากลางคืน เพื่อการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลด้วยสัญญาณไฟและเสียงแจ้งเตือนตามสถานะการณ์ต่าง ๆ

สำหรับการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 2 ประกอบด้วย Sensor Node ที่ทำหน้าที่อ่านสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากเซ็นเซอร์เมื่อมีการกดทับจากเตียงผู้ป่วยและทำการตรวจสอบกับข้อมูลแรงกดที่คำนวณจากน้ำหนักของเตียงและน้ำหนักของเตียงรวมกับผู้ป่วย เมื่อตรวจพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ Gateway แบบไร้สายผ่านสัญญาณ LoRa และเมื่ออุปกรณ์ฝั่ง Gateway ได้รับข้อมูลการเปลี่ยนสถานะของน้ำหนักบนเตียง จะส่งสัญญาณเตือนผ่านหลอดไฟและลำโพงเพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลทราบสถานะ การอยู่บนเตียง การออกจากเตียง และการอยู่นอกเตียงที่ใช้เวลานานผิดปกติ โดย Gateway จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งการแจ้งเตือนด้วย Line Notify ไปยังผู้ดูแลได้ เพื่อเพิ่มช่องทางการดูแลในกรณีที่อยู่ห่างไกล



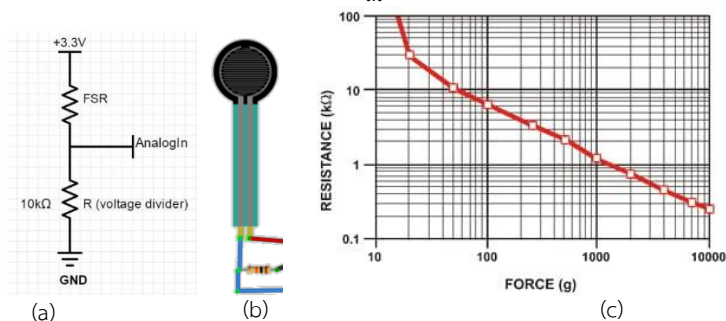
ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานของระบบแจ้งเตือน

การคำนวณค่าแรงกดจากเซ็นเซอร์ FSR โดยใช้ ESP32 ADC ขนาด 12 บิต ในการอ่านค่าโดยใช้ไฟฟ้า 0 ถึง 3.3 โวลต์ สามารถอ่านค่าดิจิทัลได้จาก 0 ถึง 4095 การต่อวงจรของ FSR ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบวงจรแบ่งแรงดันแสดงดังภาพที่ 3 (a) โดยสามารถหาค่าความต้านทาน ใน FSR ได้โดยการหาค่า V_{out} ดังสมการที่ (1) และ (2) จากนั้นก็คำนวณหาค่าความต้านทานของ FSR โดยใช้สมการที่ (3) โดยค่าความต้านทานและแรงกระทำของ FSR แสดงดังภาพที่ 3 (C)

$$V_{out} = \frac{ADC_{in} \times V_{cc}}{4095} \quad (1)$$

$$V_{out} = V_{cc} \left(\frac{R}{R + FSR} \right) \quad (2)$$

$$FSR = \frac{R(4095 - ADC_{in})}{ADC_{in}} \quad (3)$$



ภาพที่ 3 แสดงการอ่านค่าแรงกดจาก FSR(Adafruit, 2012)

การออกแบบ Sensor Node และ Gateway ใช้บอร์ด LoR32 สำหรับอ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์ FSR โดยการอ่านค่าทุก 0.2 วินาที โดยอ่านค่าข้อมูล 10 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยพร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยัง Gateway ด้วยสัญญาณ LoRa จากนั้นหน่วยประมวลผลจากฝั่ง Gateway จะวิเคราะห์ข้อมูลและทำการแจ้งเตือนด้วยเสียงและหลอดไฟ เมื่อตรวจจับได้ว่าผู้ป่วยลุกออกจากเตียงพร้อมทั้งส่ง Line Notify ไปแจ้งให้ผู้ดูแล จากนั้นจะเข้าสู่โหมดติดตามระยะเวลาที่ออกจากเตียง โดยใช้ข้อมูลจากการใช้ชีวิตประจำวันและการทำธุระส่วนตัวของผู้ใช้งานมาเป็นค่าเริ่มต้นของระบบ เมื่อผู้ป่วยไม่ได้กลับมาที่เตียงตามระยะเวลา ระบบจะทำการแจ้งเตือนที่ Gateway และส่งสัญญาณผ่าน Line Notify ไปยังผู้ดูแล

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบการอ่านสัญญาณไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ FSR เมื่อมีการกดที่เซ็นเซอร์โดยการต่อวงจรแบ่งแรงดันระหว่าง FSR และตัวต้านทาน 10K จากนั้นทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลของ FLUKE115 ที่มีความแม่นยำสูงเปรียบเทียบกับการใช้วงจรแปลงแรงดันอนาล็อกเป็นดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการอ่านค่าอยู่ที่ 0.15 โวลต์ แสดงการทดสอบดังภาพที่ 4 โดยเมื่อมีแรงกดที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความต่างของการอ่านค่าแรงดันที่เปลี่ยนไปสูงขึ้น เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักที่กดลงไปของมนุษย์และเตียงที่มีค่าสูงจะสามารถทำให้ระบบแยกสถานะน้ำหนักที่ต่างกันได้เป็นอย่างดี เพื่อตรวจสอบการอยู่บนเตียงและไม่อยู่บนเตียงของผู้ป่วย

ในการพัฒนาระบบเซ็นเซอร์วัดแรงกดสำหรับติดตั้งกับเตียงผู้ป่วย ผู้วิจัยได้สร้างเตียงจำลองขนาดความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้าง 22 เซนติเมตร และความสูง 25 เซนติเมตร น้ำหนักของเตียงทดสอบ 4 กิโลกรัม โดยเตียงมีขนาดเล็กกว่าขนาดเตียงผู้ป่วยในโรงพยาบาล 4 เท่า การทดลองโดยติดตั้งเซ็นเซอร์ที่ขาเตียง 4 ตำแหน่ง แสดงการติดตั้งเซ็นเซอร์ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 การทดลองอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามแรงกด FSR

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงของผู้ป่วย โดยการติดตั้ง Sensor Node ที่บริเวณขาเตียงเพื่อการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ 0 เมื่อ ไม่อยู่บนเตียงและ 1 เมื่ออยู่บนเตียง โดยการเปลี่ยนสถานะจาก 1 ไป 0 คือ การออกจากเตียงของผู้ป่วยและการเปลี่ยนสถานะจาก 0 ไป 1 เป็นการกลับขึ้นเตียง การวิเคราะห์ช่วงเวลาในการเปลี่ยนสถานะเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินเหตุที่ผิดปกติ ในการขึ้นลงเตียงผู้ป่วยได้อีกด้วย



ภาพที่ 5 การพัฒนา Sensor Node และ Gateway ต้นแบบ

การทดสอบวัดค่าความต้านทานของ FSR โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ มัลติมิเตอร์วัดโดยตรงและการวัดด้วยวงจร ADC ขนาม 12 บิตของ ESP32 และคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม FSR ด้วยสมการที่ (1) (2) จากนั้นสามารถคำนวณหาความต้านทานของ FSR โดยใช้สมการที่ (3)

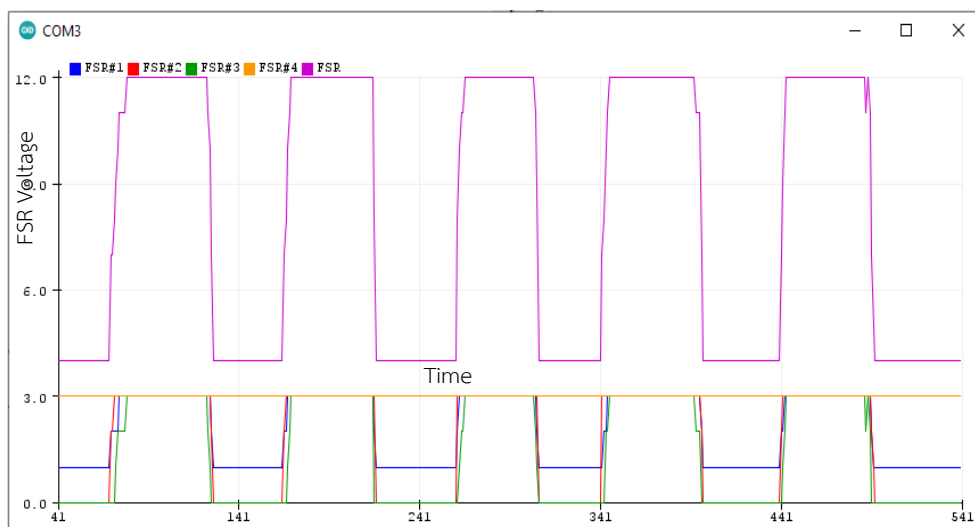
การทดลองการสื่อสารผ่านคลื่นสัญญาณ LoRa โดยใช้โมดูล SX1278 ที่มีในบอร์ด LoRa32 โดยโดยในคุณสมบัติที่ผู้ผลิตระบุไว้คือสามารถส่งข้อมูลได้ 1 กิโลเมตรในที่โล่ง ในการทดลองได้ทำการทดสอบการส่งข้อมูลทั้งในที่โล่งที่มีอาคารและต้นไม้อยู่โดยรอบโดยการแบ่งระยะห่างระหว่าง Sensor Node และ Gateway ที่ระยะ 10 50 100 200 400 500 600 เมตร ตามลำดับ และการทดสอบในอาคารที่มีห้องกันโดยแบ่งเป็น 1 ถึง 7 ห้องตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า การส่งข้อมูลสามารถทำได้ดีที่ระยะไม่เกิน 200 เมตร เนื่องจากในพื้นที่ทดลองมีอาคารและต้นไม้บังอยู่มากทำให้ระยะในการส่งข้อมูลมีข้อจำกัด การทดลองการส่งข้อมูลที่มีห้องกันจะเห็นว่าสามารถส่งได้ดีจนถึงจำนวนห้องกันที่ 6 ห้อง ซึ่งแต่ละห้องมีระยะความยาว 10 เมตร

ตารางที่ 1 ทดสอบการส่งข้อมูลความต้านทางของ FSR ด้วยโมดูล SX1278 ผ่านสัญญาณ LoRa

ครั้งที่	ระยะทาง (เมตร)	ร้อยละ การส่ง สำเร็จ	จำนวน หึ่งกัน (หึ่ง)	ร้อยละการ ส่งสำเร็จ
1.	10	100	1	100
2.	50	100	2	100
3.	100	100	3	100
4.	200	100	4	100
5.	400	90	5	100
6.	500	0	6	100
7.	600	0	7	80

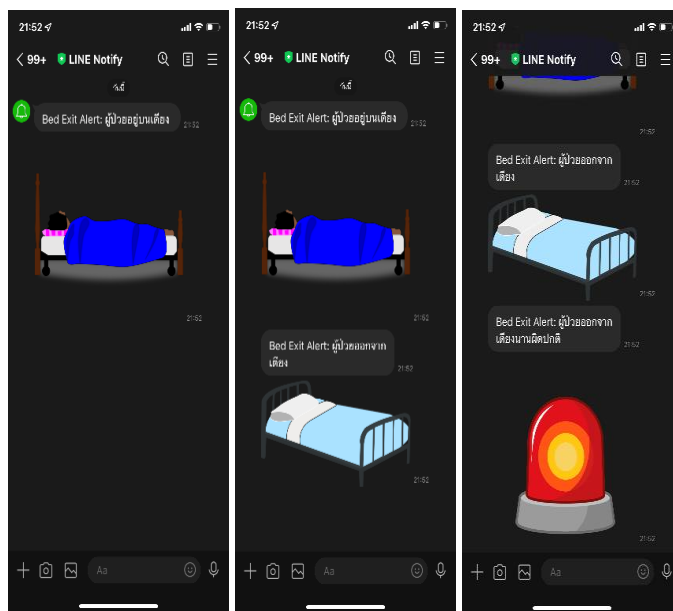
ผลการทดลองส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่าน LoRa พบว่าการส่งภายนอกอาคารที่มีอาคารและต้นไม้บดบังสามารถส่งได้ดีถึงระยะ 200 ซึ่งเพียงพอต่อการนำระบบมาใช้งานกับบ้านผู้ป่วย ส่วนการส่งภายในอาคารจากผลการทดสอบพบว่าสามารถนำมาใช้งานได้

การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกลหลังจากได้ติดตั้งเซ็นเซอร์ที่บริเวณขาเตียงจำลองและให้ผู้ทดสอบที่มีน้ำหนัก 85 กิโลกรัม ขึ้นนั่งจากนั้นทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมเซ็นเซอร์ FSR ทั้ง 4 จุดประกอบด้วย FSR#1 FSR#2 FSR#3 FSR#4 และหาแรงดันรวม $FSR = FSR\#1 + FSR\#2 + FSR\#3 + FSR\#4$ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 6 โดย FSR#1 แสดงด้วยเส้นสีน้ำเงิน FSR#2 แสดงด้วยเส้นสีแดง FSR#3 แสดงด้วยเส้นสีเขียว FSR#4 แสดงด้วยเส้นสีส้ม และ FSR แสดงด้วยเส้นสีม่วงซึ่งเป็นผลรวมแรงดันของทั้ง 4 เซ็นเซอร์ จากผลการทดสอบสามารถนำค่า FSR ที่เป็นผลรวมมาแบ่งสถานะได้คือจาก $(11-4)/2+4$ เท่ากับ 7.5 โวลต์



ภาพที่ 6 ผลการทดสอบระบบ

ผลการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ไปยังผู้ดูแลโดยการแบ่งสถานะออกเป็น 3 สถานะคือ สถานะ 0 เมื่อผู้ป่วยอยู่นอกเตียงเมื่ออ่านค่าสัญญาณได้น้อยกว่า 7.5 โวลต์ สถานะ 1 เมื่อผู้ป่วยอยู่บนเตียงเมื่ออ่านค่าสัญญาณได้มากกว่า 7.5 โวลต์ และสถานะ 2 เมื่อผู้ป่วยมีสถานะเป็น 0 และมีเวลาสะสมเกินค่าเวลาการออกจากเตียงที่ตั้งไว้ จากนั้นอุปกรณ์ Gateway จะส่งข้อมูลไปยังผู้ดูแลผ่าน Line Notify แสดงดังภาพที่ 7 (1) สถานะเป็น 1 ภาพที่ 7 (2) สถานะเป็น 0 และภาพที่ 7 (3) สถานะเป็น 2



(1)

(2)

(3)

ภาพที่ 7 ผลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาาระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกล พบว่า การใช้เซ็นเซอร์ FSR สำหรับตรวจวัดค่าแรงกดที่ขาเตียงสามารถจำแนกสถานะตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นได้ ระบบสามารถวิเคราะห์สถานะการอยู่บนเตียง สถานะการออกจากเตียงของผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการวัดระยะเวลาในการออกจากเตียงที่นานผิดปกติ เพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลรับทราบ ทำให้สามารถเข้าไปตรวจสอบและให้ความช่วยเหลือได้ทันเวลา ระบบการส่งข้อมูลด้วย LoRa สามารถส่งสัญญาณไร้สายระยะไกลได้เป็นอย่างดีรวมถึงใช้พลังงานต่ำ การใช้ระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย ช่วยให้การติดตั้งอุปกรณ์ Sensor Node และ อุปกรณ์ Gateway ได้สะดวกยิ่งขึ้น ผู้ดูแลสามารถพบพาหรือนำไปติดตั้งไว้ในจุดที่มองเห็นได้ง่าย การอ่านค่าจาก

เซ็นเซอร์ FSR ในแต่ละตัวที่มีข้อมูลแตกต่างกันเนื่องจากขาเตียงที่ใช้ในการทดลองไม่เท่ากันทำให้มีแรงกดในแต่ละขาต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้นำผลรวมของแรงจากทุกเซ็นเซอร์เพื่อใช้วิเคราะห์สัญญาณ การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify สามารถทำงานได้ เป็นอย่างดี ช่วยให้ผู้ดูแลสามารถได้รับข้อมูลการแจ้งเตือนเมื่ออยู่ห่างจากผู้ป่วย จากผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นไปได้ว่าระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกลสามารถนำมาใช้ในการ เฝ้าระวังและดูแลผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี การใช้เซ็นเซอร์ติดที่ขาเตียงเพื่อการตรวจวัดน้ำหนักทั้งหมด มีต้นทุนต่ำกว่าระบบที่พัฒนาเป็นแผ่นรองที่นอน ที่ต้องใช้เซ็นเซอร์จำนวนมากและติดตั้งหลายจุด แนวทางการพัฒนาต่อไปคือการนำเอาทฤษฎีในการเรียนรู้ของเครื่องดังเช่น Support Vector Machines (SVM) มาใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบตำแหน่งการนอนของผู้ป่วยรวมถึงสามารถช่วยคาดการณ์การพลัดตกหกล้มระหว่างการขึ้นลงเตียงเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเพื่อให้สามารถเข้าช่วยเหลือได้ทันเวลา และการเปลี่ยนเซ็นเซอร์วัดแรงกดจาก FSR เป็น Load Cell เพื่อให้สามารถรองรับน้ำหนักเตียงและผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นได้

References

- ทิพนตร งามกาละ, ประคอง อินทรสมบัติ และสุปริดา มั่นคง. (2011). การสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและจัดการการหกล้มในผู้ป่วย ที่รับไว้รักษาในโรงพยาบาล. ราชบัณฑิตยบาลสาร, Vol. 17 No. 1 (2011): มกราคม-เมษายน 2554, 108-126.
- Adafruit. (2012). Overview | Force Sensitive Resistor (FSR) | Adafruit Learning System. Retrieved from <https://learn.adafruit.com/force-sensitive-resistor-fsr>
- Nakornthon Hospital. (2022). การพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ ปัญหาที่ต้องระวัง | รพ.นครธน | NAKORNTHON HOSPITAL. ค้นจาก <https://www.nakornthon.com/article>
- Shoba, S.J.G, Pradhan, S., SonaliMetilda, M.J., Kaviya, S., & Swetha, N. (2021). Development of Fall Detection and Alerting System for Elderly People Using Iot. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(6), 2018–2032.

- Talib, B., Mohammad, M., & Zgallai, W.A. (2018). Elderly condition monitoring and alert system. 2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2018, 1–6.
- Yaniger, S.I. (1991). Force Sensing resistors™ a review of the technology. Electro International, ELECTR 1991 - Conference Record, 666–668.

