รายงานวิจัยสถาบัน

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

Development of Realtime-based Online Alarm System for Computer Asset Anti-Theft Using IoT Technology

สมเจตน์ ทองดี

งานวิจัยสถาบันฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ชื่องานวิจัย การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ชื่อผู้วิจัย สมเจตน์ ทองดี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT และประเมินคุณภาพของระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถามสำหรับประเมินคุณภาพ พร้อมทั้งประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากผู้ดูแลระบบโดยใช้แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนนี้

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลของระบบแจ้งเตือนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนพบว่า การตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ของระบบแจ้งเตือนอยู่ในระดับที่ดีมาก (100%) และมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.34 วินาที 2) การประเมินคุณภาพของระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79) และ 3) การประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนจากผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจหลังการใช้งานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการฝึกอบรมการทำวิจัยสถาบันสายสนับสนุนวิชาการของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่กรุณาตอบแบบสอบถามประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ได้กรุณาแสดงความคิดเห็น ให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบแจ้งเตือน

ขอขอบคุณอาจารย์วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ และอาจารย์จิรารัตน์ เอี่ยมสอาด ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ เพื่อจัดทำวิจัยสถาบันฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ดูแลระบบคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยี IoT ได้กรุณาแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สมเจตน์ ทองดี
ผู้วิจัย

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทด้านการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ และการสืบค้นข้อมูล รวมทั้งการให้บริการ และงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งปัจจุบันมีจำนวนครุภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 200 เครื่อง ทำให้จำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเพื่อหน้าที่ดูแล ตรวจสอบ ซ่อมบำรุงและรักษาความปลอดภัยของเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์มีส่วนประกอบภายในหลายส่วนและสามารถถอดประกอบได้ จึงมีความเสี่ยงต่อการถูกโจรกรรมสูง ซึ่งในภาคการศึกษา 2/2559 ได้เกิดเหตุการณ์การโจรกรรมอุปกรณ์ที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ตามเอกสาร บันทึกข้อความที่ คทอ.พิเศษ/2560 เรื่อง ขอแจ้งข้อมูลการสูญหาย โดยพฤติกรรมของผู้โจรกรรมจะทำการปลดแม่กุญแจที่ยึดระหว่างฝาปิดเครื่องกับตัวเครื่องออกและนำอุปกรณ์ที่อยู่ภายใน เช่น RAM, Hard disk, CPU เป็นต้น จากนั้นจะทำการประกอบฝาปิดไว้ที่เดิม เนื่องจากในปัจจุบันวิธีการป้องกันมีเพียงการใช้แม่กุญแจขนาดเล็กยึดระหว่างฝาปิดเครื่องกับตัวเครื่องไว้ และระบบกล้องวงจรปิดที่ติดตั้งบริเวณหน้าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่สามารถป้องกันการโจรกรรมได้โดยตรงและไม่มีการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบได้ทันท่วงที ซึ่งความเสียหายจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเรียนการสอนเพราะต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณในการดำเนินการและจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมตามขั้นตอนของระบบงานพัสดุเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ดังเดิม

เทคโนโลยีการแจ้งเตือนในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น การแจ้งเตือนด้วยระบบอินเตอร์เน็ต การส่งเสียงเตือนขณะโจรกรรม หรือการแจ้งเตือนด้วยข้อความ เสียงหรือภาพผ่านระบบสื่อสารต่างๆ รวมถึงทำให้ผู้ดูแลรับทราบได้อย่างทันท่วงที โดยปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้มีการพัฒนาให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย และเทคโนโลยี IoT เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับความสนใจของคนทั่วไปเป็นอย่างมากซึ่งเทคโนโลยี IoT คือ การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเตอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน การแจ้งเตือนต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ,2560)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาอุปกรณ์การตรวจสอบและการแจ้งเตือนการโจรกรรมด้วยเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้งานกับระบบตรวจสอบการโจรกรรมครุภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ให้สามารถแจ้งเตือนขณะโจรกรรมได้อย่างทันท่วงที โดยให้มีเสียงแจ้งเตือนบริเวณห้องปฏิบัติการที่ทำการติดตั้งไว้พร้อมกับทำการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์บนอุปกรณ์มือถือให้ผู้ดูแลระบบทราบได้อย่างทันท่วงที ซึ่งสามารถลดการสูญหายจากการโจรกรรมอุปกรณ์ที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ทำให้แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดไปยังระบบรักษาความปลอดภัย ระบบการตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และระบบควบคุมห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

1.2 ปัญหาการวิจัย

1.2.1 ครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) มีความเสี่ยงต่อการถูกโจรกรรมและเคยถูกโจรกรรมมาแล้ว ซึ่งระบบการรักษาความปลอดภัยด้วยกล้องวงจรปิดไม่สามารถป้องกันการโจรกรรมได้ เพื่อป้องกันการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ จึงควรมีการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT นี้ขึ้นมา

1.3 คำถามในการวิจัย

1.3.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับตรวจสอบการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์โดยการแจ้งเตือนออนไลน์แบบเรียลไทม์ควรมีลักษณะอย่างไร

1.3.2 ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับใด

1.3.3 ผู้ดูแลระบบที่ทดลองใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT มีความพึงพอใจระดับใด

1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.4.1 เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.4.2 เพื่อประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.4.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 แหล่งข้อมูลที่ศึกษา/กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย/

1) แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้คือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

2) กลุ่มเป้าหมายในการประเมินคุณภาพของโครงการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

2.1) อาจารย์วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ รวมถึงเทคโนโลยี IoT ด้วย

2.2) อาจารย์ ดร.จิรารัตน์ เอี่ยมสะอาด อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีความเชี่ยวชาญในด้านงานวิจัยและระบบตรวจสอบด้วยเทคโนโลยีอิมเมจโปรเซสซิ่ง

2.3) อาจารย์ยอดเพชร ทองขาว อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มีความเชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยีการสื่อสารด้วยอุปกรณ์แบบพกพาและเทคโนโลยี IoT

3) กลุ่มเป้าหมายในการประเมินความพึงพอใจของโครงการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบเกี่ยวกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

3.1) เจ้าหน้าที่ให้บริการข้อมูลสารสนเทศ ดูแลครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และครุภัณฑ์อื่น ๆ ในสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

3.2) เจ้าหน้าที่บริการการศึกษา ดูแลครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และครุภัณฑ์อื่น ๆ ประจำสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

3.3) เจ้าหน้าที่บริการการศึกษา ดูแลครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และครุภัณฑ์อื่น ๆ ประจำสาขาวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

4) ในการทดลองการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงทดลองกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ประจำห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 3 (5215) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 5 เครื่อง

5) ระบบแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชันไลน์บนอุปกรณ์มือถือ

6) ระบบจะติดตั้งได้เฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)

7) ระบบสามารถตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดฝาเครื่องกับตัวเครื่อง

1.5.2 ประเด็นที่ศึกษา

1) ศึกษาการแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

2) ศึกษาคุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ ด้วยเทคโนโลยี IoT หมายถึง ระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยี IoT ในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ในการตรวจสอบการทำงาน อุปกรณ์สำหรับประมวลผล และระบบการแจ้งเตือนออนไลน์ผ่านทางแอพพลิเคชันไลน์ ระบบแจ้งเตือนนี้จะทำการการตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์จากอุปกรณ์ตรวจสอบการโจรกรรมที่ยึดระหว่างฝาปิดเครื่องกับตัวเครื่องครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(PC) เมื่อถอดฝาปิดเครื่องออกระบบแจ้งเตือนจะส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังผู้ดูแลระบบด้วยข้อความสั้นๆ ผ่านทางแอพพลิเคชันไลน์ทันที และส่งสัญญาณเสียงดังขึ้นภายในห้องที่ติดตั้งระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงไว้ให้บุคคลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงรับทราบเหตุการณ์การโจรกรรม

1.6.2 ผู้ดูแลระบบ หมายถึง บุคลากรที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลระบบคอมพิวเตอร์ บริหารจัดการ วางแผนงาน ดูแลซ่อมบำรุงครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และควบคุมการใช้งานคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในด้านการเขียนโปรแกรมรวมถึงการเตรียมตัวและสอนการใช้งานต่อผู้ใช้บริการทั่วไป ภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

1.6.3 คุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์ หมายถึง ระบบแจ้งเตือนออนไลน์ที่สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบรับทราบเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ได้ทันทีเมื่อมีการถอดฝาปิดเครื่องครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ออกจากตัวเครื่อง ระบบการแจ้งเตือนจะทำการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียงภายในห้องที่ติดตั้งระบบและส่งข้อความสั้นๆ ผ่านแอพพลิเคชันไลน์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้พัฒนาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สำหรับตรวจสอบและแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.7.2 มีระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่มีคุณภาพ

1.7.3 ได้ทราบความพึงพอใจของผู้ดูและระบบในการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.7.4 ได้แนวทางในการพัฒนาต่อยอดไปยังระบบรักษาความปลอดภัย ระบบการตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และระบบควบคุมห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT” สมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี

2.1.1 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT
2.1.2 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการโจรกรรม
2.1.3 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2.1.4 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการทำงานแบบทันที (เรียลไทม์ Real-Time)
2.1.5 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับแอพพลิเคชันไลน์
2.1.6 ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์
2.1.6.1) โมดูลสมองกลฝังตัว ESP 8266/Node MCU
2.1.6.2) อุปกรณ์สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT

ความหมายของเทคโนโลยี IoT

สำหรับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งนั้นมีคำสำคัญสองคำคือคำว่า “Internet” ก็คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ที่เชื่อมต่อและสื่อสารจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ หรือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งได้ ส่วนคำว่า“Thing” นั้นหมายถึง สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุหรือสิ่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ โต๊ะ เก้าอี้ ปากกา ดินสอ เสื้อผ้า รองเท้า (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2558)

Rajkumar Buyya, Amir Vahid Dastjerdi (2016) อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things สรุปได้ว่า เป็นกระบวนทัศน์(วิธีคิด วิธีปฏิบัติ ตัวแบบ รูปแบบ กรอบแนวความคิด และแนวทางการศึกษา) ที่ว่าด้วยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ให้สามารถเชื่อมต่อกับมนุษย์ได้ โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางการสื่อสารโทรคมนาคมหรืออินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดรวมทั้งการบริการและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของมนุษย์เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ ตู้เย็น กล้องถ่ายภาพและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนทัศน์นี้จะนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมจะสร้างให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับมนุษย์สามารถทำได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น

Robert Lutz (2016) ได้อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่าเป็นระบบที่จะเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์โดยเป็นระบบที่ให้วัตถุหรือสิ่งของสามารถสื่อสาร เชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรอื่น ๆ ได้

Padraig Scully, Knud Lasse Luet (2016) โดยพื้นฐานแล้ว Internet of Things คือแนวความคิดที่อธิบายการเชื่อมต่อ (Connecting) กับวัตถุทางกายภาพใด ๆ หรือ“สิ่ง (Thing)” ผ่าน

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการเชื่อมต่อกับวัตถุต่าง ๆ แบบนี้ ส่งผลกระทบสำคัญในการจัดการข้อมูลหรืออุปกรณ์จำนวนมากมายที่ต้องปรับเปลี่ยนให้สามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกันได้ ดังนั้น Internet of Thingsจึงเป็นการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาฝังไว้ในสิ่งต่าง ๆเพื่อเก็บรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ สามารถสื่อสารหรือเชื่อมโยงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะไม่ติดต่อกับมนุษย์โดยตรง แต่จะมีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาคารสถานที่ ต้นไม้ รถยนต์ ฯลฯ ทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อได้ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า “Smart Objects”

กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช (2559) ได้ให้ความหมายInternet of Things คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆมีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด-ปิดสวิตซ์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคนหรือไม่มีคนอยู่อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุและส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียกหน่วยกู้ชีพหรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น

CAT Telecom (บริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)) ได้อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่าเป็นแนวคิดของการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่นคอมพิวเตอร์ ให้สื่อสารกันได้เอง เพื่อช่วยให้การทำงานของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์หรือวัตถุต่าง ๆที่อยู่รอบตัวเรา เช่น โทรศัพท์ ทีวี ตู้เย็นรถยนต์ ฯลฯ ต่างมีความสามารถหรือมีความฉลาด(Smart)สามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตเพื่อติดต่อกับระบบภายนอก และสามารถประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ได้โดย เทคโนโลยีที่จะทำให้สิ่งของสามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้นั้น เช่น RFID (Radio Frequency Identification) และ Sensors โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้จะประกอบเข้ากับสิ่งของต่าง ๆ พร้อมทั้งสามารถทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ให้สามารถส่งข้อมูล เพื่อคิดคำนวณ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ซึ่งประโยชน์มากมายในเรื่องการบริหารต้นทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในธุรกิจการขนส่งสินค้า การควบคุมการผลิตในโรงงาน การขายปลีกในห้าง รวมไปถึงการรักษาความปลอดภัยในสนามบิน หรือการควบคุมการเคลื่อนไหวของสินค้า หรือการป้องกันการลักขโมยสินค้าในห้าง ดังนั้นInternet of Things จึงเป็นแนวคิดที่อธิบายความเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมด้านการเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ระบบโทรคมนาคม และระบบมวลชน ที่จะทำให้ทุกสรรพสิ่ง ของทุกอย่างในสภาพแวดล้อมทั่วไปของมนุษย์ ให้สามารถสื่อสารหรือเชื่อมต่อกับวัตถุหรือสรรพสิ่ง ให้สามารถตรวจสอบ ควบคุม สั่งการ หรือประมวลผลในการเก็บรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ กันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยการฝังเซ็นเซอร์และเชื่อมต่อกับสรรพสิ่งหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรดิจิตอลเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า วัตถุสิ่งของ สัตว์ หรือมนุษย์ และการระบุตัวตนให้สามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล สื่อสาร แลกเปลี่ยน หรือการถ่ายโอนข้อมูล ผ่านเครือข่าอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งแตกต่างจากสื่อสารแบบเดิมที่เป็นแบบมนุษย์กับมนุษย์ หรือมนุษย์กับคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยเป็นวิวัฒนาการมาจากการหลอมรวมกันของเทคโนโลยีต่าง ๆ ดังนี้

1. เทคโนโลยีไร้สาย (Wireless technologies) เป็นเทคโนโลยีที่มีการรับ - ส่งข้อมูล ผ่านกระบวนการผสมสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นพาหะ (Radio Frequency: RF) หรือคลื่น

ความถี่วิทยุเป็นพาหะและคลื่นอินฟราเรด (Infrared) เป็นตัวกลางในการรับ - ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์อื่น ๆ

2. ไมโครเทคโนโลยี (Micro Electro-Mechanical) เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ไมโครเทคโนโลยีประกอบด้วยชิ้นส่วนที่มีขนาดระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 มิลลิเมตร และจะมีหน่วยประมวลผลกลางอุปกรณ์อื่นๆ และไมโครเซนเซอร์ Jean-Baptiste Waldner (2008)

3. ไมโครเซอร์วิส (Microservices) เป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมการออกแบบซอฟต์แวร์ โดยจะซอฟต์แวร์ออกเป็นบริการหรือหน่วยย่อย ๆ แยกส่วนมีกระบวนการทำงาน จัดเก็บแก้ไข ประมวลผลข้อมูลตามความเหมาะสมของหน่วยย่อย ๆ นั้น และสามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกับหน่วยย่อยอื่น ๆ ได้ ซึ่งคุณสมบัติสำคัญของ ไมโครเซอร์วิส คือ เนื่องด้วยในแต่หน่วยหรือในแต่ละ services ของซอฟต์แวร์มีอิสระต่อกัน จึงง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง แก้ไข หากหน่วยใดเกิดความเสียหาย ก็ยังมีหน่วยอื่น ๆ ที่สามารถทำงานได้ และสามารถใช้งานได้หากมีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ฐานข้อมูล ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่แตกต่างกันรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะในการเลือกใช้งาน

4. อินเทอร์เน็ต (Internet) คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่อ สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายจำนวนมากจากทั่วโลกที่ทุกคนใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนั้นเอง ใช้เป็นแหล่งข้อมูล แหล่งรับ-ส่งข่าวสาร เป็นแหล่งให้ความบันเทิง ทำธุรกิจต่าง ๆ และเพื่อตอบสนองชีวิตประจำวันของเราในด้านต่าง ๆนอกจากอาจพบว่ามีคำอีกคำหนึ่งที่คล้ายกับ Internetof Things คือ คำว่า Internet of Everything ซึ่งได้กำหนดขึ้นมาโดย บริษัท Cisco ซึ่งเป็นผู้ดำเนินธุรกิจด้านระบบเครือข่ายสำหรับอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์และบริการต่าง ๆ โดยได้อธิบายความแตกต่างระหว่าง Internet of Things กับ Internet of Everything ว่าองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ จำนวนมากมีประสบการณ์และมีเครือข่ายในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ที่สามารถส่งข้อมูลผ่าเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์หรือวัตถุต่าง ๆขององค์กรได้ สำหรับ Internet of Everything เป็นรูปแบบหรือแนวคิดขั้นต่อมาของ Internet of Things โดยจากเดิมที่จะมุ่งไปที่การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)ระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ด้วยกัน แต่เนื่องด้วยคำว่า“Thing” นั้นมีความหมายคลอบคลุมมากมาย ไม่ใช่เพียงแค่อุปกรณ์เท่านั้น แต่อาจเป็นบริบทอื่น ๆ ที่แวดล้อมเราอยู่ที่มองไม่เห็นรวมทั้งการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้จำนวนมากและสารสนเทศใหม่ที่สื่อสารกันนั้นได้มีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา Internet of Things จึงกลายเป็นInternet of Everything ซึ่งเป็นรูปแบบเครือข่ายของเครือข่ายจำนวนมหาศาล ที่จะเพิ่มโอกาสและความเสี่ยงใหม่ให้กับผู้ใช้ (Michelle Selinger, Ana Sepulveda, JimBuchan, 2013)

แนวคิดของ Internet of Things

วิธีการที่เห็นได้ทั่วสำหรับการปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ นั้นคือการเชื่อมต่ออุปกรณ์ เช่นเมาส์ หรือ แป้นพิมพ์ เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะถูกแทนที่ด้วยรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่โดยใช้ร่างกายของมนุษย์ในการปฏิสัมพันธ์โดยตรง เช่น การสัมผัสหน้าจอ การปฏิสัมพันธ์ด้วยอวัยวะของร่างกายดวงตา นิ้วมือ หรือการปฏิสัมพันธ์ด้วยการแสดงท่าทางเป็นต้น (Andrew Manches, Pauline Duncan, Lydia Plowman, and Shari Sabeti, 2015)

Tom Bradicich (2015) ได้อธิบายหลักการสำคัญของ Internet of Things คือ “ข้อมูล” ซึ่งข้อมูลในที่หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ทั่วไปรอบ ๆ ตัวเรา มีอยู่ในธรรมชาติ มีอยู่ในทุก ๆ ที่ทั่วโลกจำนวนมากหรือที่เรียกว่า Big Analog Data เช่น แสง เสียงอุณหภูมิแรงดันไฟฟ้าสัญญาณวิทยุความชื้น

การสั่นสะเทือนความเร็วลม การเคลื่อนไหว อัตราเร่ง อนุภาค คลื่นแม่เหล็ก ความดัน เวลาและสถานที่ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีอยู่จำนวนมาก ถึงแม้ว่าข้อมูลเหล่านี้จะถูกมองว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปที่มีมานานแล้ว แต่มันเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาให้อยู่ในรูปของดิจิตอล ที่มีอยู่เพียงสองค่า 0 และ 1 โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นจะมีการเชื่อมต่อหรือประสานกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาผ่านระบบการสื่อสารระบบใดระบบหนึ่ง (อินเทอร์เน็ต) โดยครอบคลุม การทำงานใน 3 ลักษณะ คือ

1. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการณ์ได้ (Monitor)หมายถึง Internet of Things จะต้องสามารถตรวจสอบสังเกตการณ์ รายงาน นำเสนอข้อมูลต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาได้และข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลทันสมัยในเวลาจริง (Real time) เช่น ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลอุณหภูมิความชื้นของห้องนอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา หรือผู้ใช้สามารถเฝ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน สำนักงาน หรือที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้คำว่า Real time ในความหมายของ Internet of Thingsจะแตกต่างจากความหมายทั่วไปที่เข้าใจกัน คือ เวลาจริงของข้อมูลที่ได้จา Internet of Things นั้นจะเกิดกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เมื่อมีการรับ-ส่งข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดขึ้นที่อุปกรณ์ตรวจจับแลส่งกลับมาที่อุปกรณ์สื่อสารโดยตรง ไม่ใช่ที่ระบบเครือข่ายหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นตัวส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์สื่อสาร

2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการบำรุงรักษาดูแล (Maintain) เนื่องจากผู้ใช้สามารถตรวจสอบหรือสังเกตการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา ผู้ใช้จึงอาจพบข้อมูลบางอย่างที่ต้องการ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่เป็นปัญหา จึงต้องการทำการบันทึก แก้ไขปรับปรุงอัพเกรด ดังนั้น Internet of Things จึงจะต้องสามารถช่วยเหลือผู้ใช้ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้

3. เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้ (Motivate) ด้วยการติดต่อหรือเชื่อมต่อกับผู้ใช้ตลอดเวลา จึงทำให้ Internet of Things สามารถกระตุ้นหรือจูงใจผู้ใช้งาน เช่น สามารถทำให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อสินค้าหรือทำให้บุคลากรในหน่วยงานได้ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

2.1.2 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการโจรกรรม

ความหมายของการโจรกรรม

การโจรกรรม หมายถึง การกระทำที่นำเอาทรัพย์สินของผู้อื่นโดยเจตนา เพื่อยึดทรัพย์สินนั้นมาเป็นของตน ซึ่งเจ้าของทรัพย์สินไม่ได้อนุญาตหรือยินยอม คำนี้สามารถเรียกแทนอาชญากรรมบางประเภทที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินอาทิ การลักทรัพย์ (ขโมย) การลักทรัพย์ในเคหสถาน (ย่องเบา/ยกเค้า) การลักทรัพย์ในร้านค้า การยักยอก การชิงทรัพย์ (ปล้น) การฉกชิงทรัพย์ (ปล้นสะดม) และการฉ้อโกง ในบางเขตอำนาจศาล "โจรกรรม" (Theft) มีความหมายเหมือนกับ "การลักทรัพย์" (Larceny) (อัณณพ ชูบำรุง, 2543)

วิธีที่ใช้ในการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)

ปัจจุบันครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ประจำห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีส่วนประกอบสามารถถอดประกอบได้และสถาปัตยกรรมภายในของคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีราคาราคาค่อนข้างสูง จึงมีความเสี่ยงสูงที่จะถูกโจรกรรม จนทำให้ในภาคการศึกษา 2/2559 เกิดการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ขึ้น ซึ่งวิธีการโจรกรรมของผู้โจรกรรม พอประมวลได้ดังนี้

1) เลือกช่วงเวลา: ผู้โจรกรรมจะเลือกช่วงเวลาที่ห้องปฏิบัติการเปิดไว้ระหว่างช่วงพักกลางวัน และไม่มีผู้คนอาศัยอยู่บริเวณห้องปฏิบัติการนั้น

2) เลือกเครื่องที่ยากต่อการสังเกตุ: ผู้โจรกรรมจะทำการศึกษาทำเลในการโจรกรรม โดยจะเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ด้านหลังห้องปฏิบัติการแถวสุดท้ายหรือแถวถัดมา ซึ่งยากต่อการมองเห็นจากบุคคลภายนอกที่ผ่านไป-มา

3) ถอดปลั๊กไฟออก: ผู้โจรกรรมจะทำการถอดปลั๊กไฟที่ต่อไว้ออกจากเต้ารับและใช้มีดหรือครีมตัด ตัดเคเบิ้ลไทล์ที่รัดสายไฟอยู่ออกจากกัน

4) ปลดแม่กุญแจออก: ผู้โจรกรรมจะใช้เหล็กขนาดเล็ก ไขควง หรือลูกกุญแจขนาดใกล้เคียงกันปลดแม่กุญแจ เพื่อถอดฝาปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากตัวเครื่อง

5) เลือกอุปกรณ์ที่ถอดออกง่าย: ลักษณะของการเลือกโจรกรรมอุปกรณ์ที่อยู่ภายในของผู้โจรกรรม จะเลือกอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก และถอดออกได้ง่าย เช่น RAM, Hard disk, CPU เป็นต้น

6) ประกอบเข้าที่เดิม: หลังจากผู้โจรกรรมถอดอุปกรณ์ภายในออกแล้ว ผู้โจรกรรมจะทำการประกอบฝาปิดเครื่องกลับไว้ที่เดิมและล็อคแม่กุญแจพร้อมสายไฟไว้เหมือนเดิม ทำให้การสังเกตุความผิดปกติจากภายนอกไม่สามารถรู้ได้ว่ามีอุปกรณ์ภายในสูญหาย

ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)

ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมดังนี้

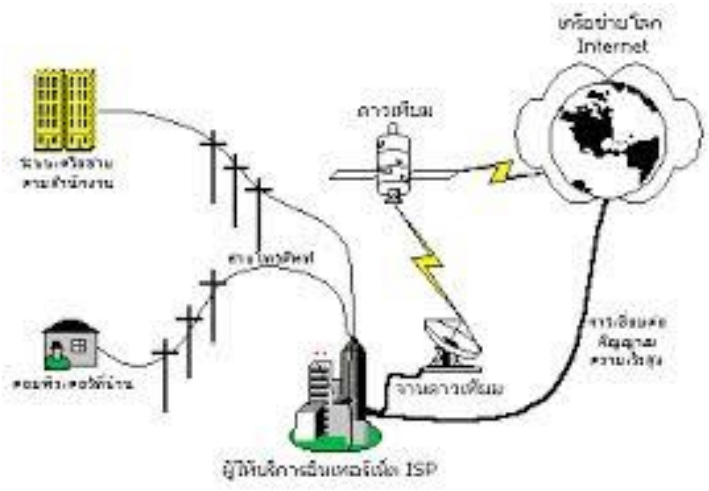
ประเภทที่ 1 อุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมแบบกลไก (Manual) เป็นอุปกรณ์พื้นฐานจากโรงงานผลิตที่ติดตั้งมาให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ทั่วไป โดยจะใช้น๊อตสกรูจำนวน 2 ตัว ยึดด้านหลังของตัวเครื่อง ระหว่างฝาปิดเครื่องกับตัวเครื่อง สามารถใช้ไขควงขันเพื่อถอดออกและยึดติดได้

ประเภทที่ 2 อุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมโดยการใช้แม่กุญแจล็อค เป็นการติดตั้งแม่กุญแจให้ยึดฝาปิดเครื่องกับตัวเครื่องไว้ด้วยกัน ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ทั่วไป จะมีพื้นที่สำหรับยึดแม่กุญแจไว้อยู่แล้ว

ประเภทที่ 3 ระบบป้องกันการโจรกรรมแบบบันทึกภาพและวิดีโอหรือกล้องวงจรปิด เป็นระบบที่บันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ภายในบริเวณที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดสามารถมองเห็น โดยจะมีการติดตั้งระบบนี้ไว้บริเวณหน้าห้องปฏิบัติการที่มีครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่

2.1.3 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วโลกเข้าด้วยกัน เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไซเบอร์สเปซ (Cyberspace) อินเทอร์เน็ต ทำให้การเคลื่อนย้ายและส่งผ่านข่าวสารข้อมูลจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งกระทำได้โดยง่าย โดยไม่จำกัดเรื่องระยะทางและเวลา สามารถส่งข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ส่งเป็นแบบข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง โดยอาศัยเครือข่ายโทรคมนาคมเป็นตัวเชื่อมต่อเครือข่าย (ธิดารัตน์ อาตวงษ์, 2559)



รูปที่ 2.1 แสดงภาพระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
(ที่มา: ธิดารัตน์ อาตวงษ์, 2559)

การเชื่อมโยงเครือข่ายจะใช้เครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคม เช่น สายสัญญาณโทรศัพท์ ใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) สัญญาณไมโครเวฟ สัญญาณจากดาวเทียม ทำให้การส่งผ่านข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเป็นไปด้วยความรวดเร็ว อินเทอร์เน็ตเป็น แหล่งรวบรวมข้อมูลแหล่งใหญ่ที่สุดของโลก และเป็นที่รวมทั้งบริการและเครื่องมือสืบค้นข้อมูลหลายประเภท จนกระทั่งกล่าวได้ว่าอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในระดับบุคคลและองค์กร

การเชื่อมต่อเข้าเป็นอินเทอร์เน็ตอาศัยการบริหารแบบกระจายอำนาจอินเทอร์เน็ต จึงไม่มีใครเป็นเจ้าของหรือควบคุมดูแลอย่างแท้จริง เครือข่ายแต่ละส่วนในอินเทอร์เน็ตต่างบริหารเครือข่ายของตนเองอย่างเป็นอิสระโดยรับผิดชอบค่าใช้จ่ายติดตั้งระบบและการเช่าวงจรสื่อสารเพื่อต่อเชื่อมเข้าด้วยกัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วอินเทอร์เน็ตมีองค์กรระหว่างประเทศที่จัดตั้งขึ้นเพื่อประสานความร่วมมือระหว่างสมาชิกองค์การนี้ได้แก่ สมาคมอินเทอร์เน็ต ISOC (Internet Society)ISOC เป็นองค์กรเพื่อความร่วมมือและประสานงานของสมาชิกอินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ เป็นองค์กรที่ไม่แสวงผลกำไร และมีนโยบายสนับสนุนการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นโครงสร้างพื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับการศึกษาและงานวิจัย และทำหน้าที่ส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้ให้แก่ผู้ ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วไป ISOC ยังทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานและเทคโนโลยีเพื่อใช้ในอินเทอร์เน็ต ภายใน ISOC มีคณะทำงานอาสาสมัครร่วมวางแนวทางพัฒนาอินเทอร์เน็ต ให้สมาชิกถือปฏิบัติ แต่ไม่มีหน้าที่ดูแลหรือควบคุมการบริหารเครือข่ายแต่อย่างใด

2.1.4 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการทำงานแบบทันที (เรียลไทม์ Real-Time)

การทำงานแบบทันที (real-time)

ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์ (2555) ระบบการทำงานแบบทันที โดยจากทั่ว ๆ ไปอาจมีความเข้าใจว่าระบบการทำงานแบบทันทีหมายถึงการทำงานที่ ระบบสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวนับว่ายังมีความคาดเคลื่อนอยู่มากหรือถูกเพียงส่วนเดียวซึ่งในความเป็นจริงระบบการทำงานแบบทันทีนี้จะต้องสามารถให้ผลตอบสนองเงื่อนไขเวลาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น หากต้องการออกแบบระบบควบคุมที่ความถี่การสุ่ม 10 kHz ระบบก็ต้องทำให้ได้ 10 kHz ระบบถึงจะถือว่า

ทำงานถูกต้อง ถ้าตอบสนองเร็วกว่ากำหนดหรือช้ากว่ากำหนดก็สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดหรือเสียความมีเสถียรภาพดังนั้นนิยามที่เราจะใช้สำหรับระบบควบคุมฝังตัวจะต้องประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นฐาน 3 อย่างดังนี้

1) ระบบการทำงานจะต้องมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) คือระบบการทำงานจะต้องมีผลรับที่ถูกต้องแม่นยำ แข็งแรงคงทนต่อสภาวะแวดล้อมในขณะทำงาน รวมถึงมีความยืดหยุ่นสามารถรองรับความผิดพลาดจากผู้ใช้งานได้

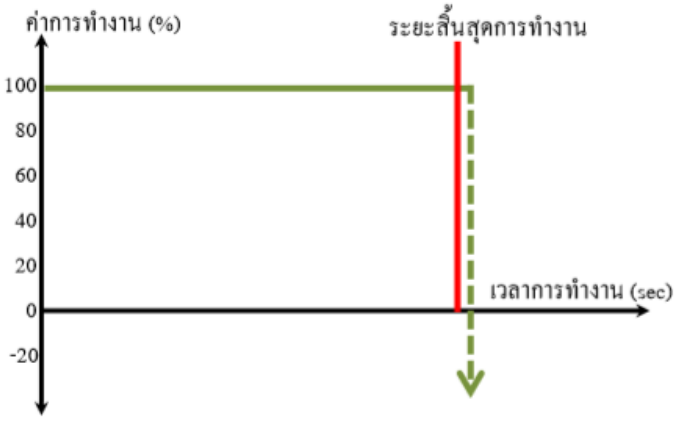
2) ระบบการทำงานจะต้องทำงานในช่วงเวลาที่กำหนด (timing constraint) คือระบบที่จะทำงานในแต่ละระบบจะต้องมีการกำหนดระยะเวลาอย่างชัดเจน ว่างานที่ได้ต้องเสร็จภายในเวลาเท่าไหร่ตามที่กำหนดไว้ตอนต้น

3) ระบบการทำงานสามารถระบุเวลาได้ (Determinism) คือระบบการทำงานจะต้องมีการกำหนดเวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาสิ้นสุดในแต่ละงานได้ นั่นคืองานจะต้องคำนวณหรือคาดการณ์การทำงานของระบบได้

ความเร็วของการทำงานขึ้นอยู่กับลักษณะของงานเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นการทำงานแบบทันทีจึงได้ชื่อว่าเป็นระบบที่ต้องการการควบคุมความถูกต้องของผลลัพธ์ เพื่อให้งานมีความคงเส้นคงวาและให้งานเสร็จตามเวลาที่กำหนด ระบบทันทีสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ ฮาร์ดเรียลไทม์ (Hard real-time) และซอฟท์เรียลไทม์ (Soft real-time) ความแตกต่างอยู่ที่การยอมให้มีการผิดเวลาได้มากน้อยเพียงใด

ระบบฮาร์ดเรียลไทม์

ระบบฮาร์ดเรียลไทม์ คือระบบทำงานที่มีการกำหนดระยะสิ้นสุดการทำงาน(deadline) ที่แน่นอนและตายตัว ระบบจำเป็นจะต้องทำงานให้เสร็จเรียบร้อยภายในเวลาที่กำหนด การผิดต่อเงื่อนไขเวลาสามารถส่งผลเสียหายอย่างร้ายแรงให้กับระบบได้ ดังนั้นสมองกลฝังตัวที่ใช้ในเครื่องมืออุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ประเภทที่ความล้มเหลวก่อให้เกิดอันตรายได้จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดเรียลไทม์ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องบิน กริพเพ่น เครื่องมือแพทย์ เครื่องจักรกลอุตสาหกรรม ที่เป็นในลักษณะของการเดินงานบนสายพานอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือระบบฮาร์ดเรียลไทม์ระบบที่การผิดต่อเงื่อนไขที่กำหนดเป็นสิ่งที่ยอมรับไม่ได้ การทำงานของระบบ ฮาร์ดเรียลไทม์จุดเริ่มต้นคือเวลาที่การบริการนั้นถูกปล่อย (Released) และพร้อมที่จะทำงาน โดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการร้องขอโดยอินเตอร์รัพท์และเงื่อนไขเวลาถูกกำหนดโดยระยะสิ้นสุดการทำงาน ดังแสดงด้วยเส้นสีแดงดังในภาพตัวอย่างรูปที่ 2.2 ถ้าหากว่าระบบสามารถให้บริการ คือตอบสนองต่อการร้องขอนี้ในช่วงเวลาใด ๆ ก่อนถึงระยะสิ้นสุดการทำงานถือว่าระบบนี้มีค่าการใช้งาน 100% ความหมายคือระบบสามารถใช้งานได้ดีมาก แต่ถ้าหากถึงเส้นตายแล้วยังมีการทำงานต่อไปค่าการใช้งานจะตกเป็นลบโดยทันที สาเหตุที่ตกเป็นลบแทนที่จะเป็นศูนย์เพื่อเป็นการแสดงว่า การตอบสนองหลังจากระยะสิ้นสุดการทำงานมิใช่แต่เพียงไร้ประโยชน์เท่านั้นแต่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายได้ด้วย (ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

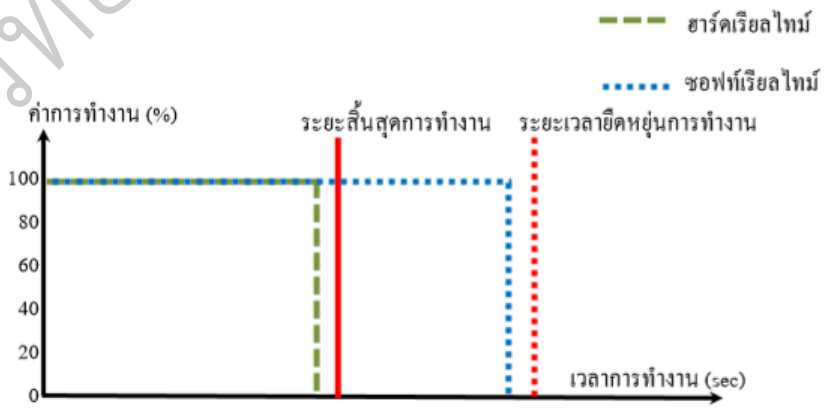


รูปที่ 2.2 แสดงภาพองค์ประกอบของระบบสมองกลฝังตัวแบบฮาร์ดเรียลไทม์
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

ระบบซอฟท์เรียลไทม์

ระบบซอฟท์เรียลไทม์ คือ ระบบการทำงานที่มีการกำหนดระยะเวลาสิ้นสุดทำงานที่แน่นอนและตายตัวเช่นเดียวกับแบบฮาร์ดเรียลไทม์ จะมีเวลาที่ยอมให้มีการประมวลผลต่อไปอีกระยะหนึ่งจนกว่าระบบจะให้คำตอบของการประมวลผลได้ ในช่วงเวลาที่มีการยอมรับให้ยืดออกไปอีกเรียกว่าช่วงเวลายืดหยุ่นการทำงาน ดังนั้นระบบการใช้งานแบบซอฟท์เรียลไทม์ จึงใช้งานในระบบที่สามารถยืดหยุ่นได้ไม่มีผลกระทบร้ายแรงเกิดขึ้น

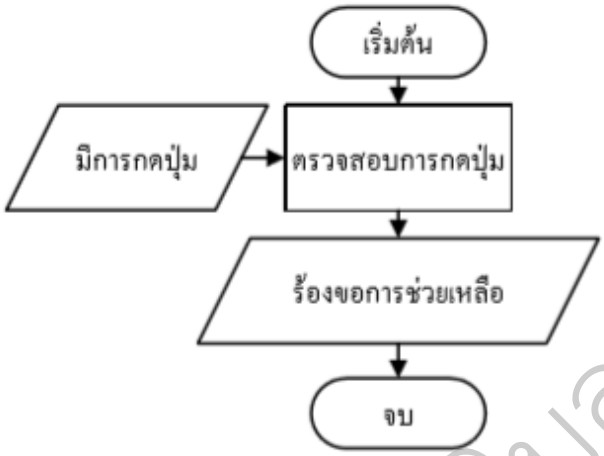
การเปรียบเทียบระบบการทำงานระหว่างฮาร์ดเรียลไทม์และซอฟท์เรียลไทม์ สามารถดูได้ดังรูปที่ 2.3 โดยจะเห็นว่าระยะสิ้นสุดการทำงานจะถึงก่อนระยะเวลายืดหยุ่นการทำงาน ส่วนอีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจของกราฟนี้คือฮาร์ดเรียลไทม์จะทำงานเสร็จก่อนเส้นระยะเวลาสิ้นสุดทำงาน แต่ในขณะที่ซอฟท์เรียลไทม์จะทำงานต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง แต่ถึงอย่างไรก็ต้องเสร็จก่อนถึงเส้นช่วงเวลายืดหยุ่นการทำงาน ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่แย่ที่สุดในการทำงาน (worst case) โดยเวลานี้ยังถือว่ายังสามารถยอมรับได้และยังไม่เกิดความเสียหายต่อระบบ



รูปที่ 2.3 แสดงภาพการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างฮาร์ดเรียลไทม์กับซอฟท์เรียลไทม์
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

ลักษณะงานของระบบทันที

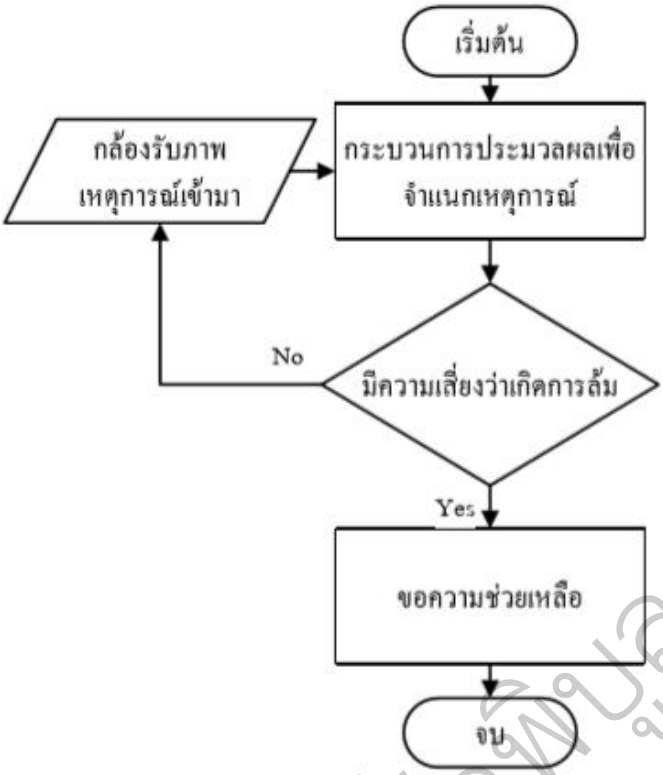
ปกติการทำงานของระบบทันทีถูกออกแบบขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการทำงานของระบบ การทำงานหลักคือ การตอบสนองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การควบคุมงานแบบระบบปิด หรือการควบคุมงานหลาย ๆ งานที่มีส่วนเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งแต่ละงานสามารถชี้แจงเป็นหัวข้อย่อย ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงผังการทำงานการตรวจสอบการกดปุ่มขอความช่วยเหลือ
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

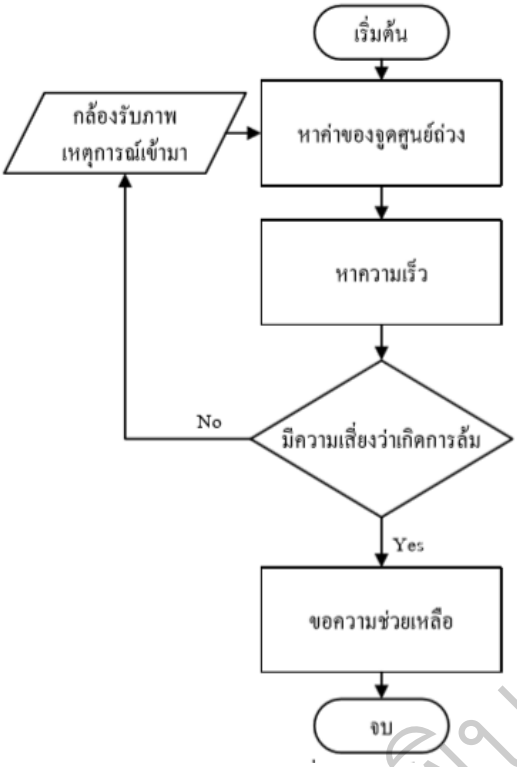
- การตอบสนองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบนี้จำเป็นที่จะต้องการการตอบสนองต่อการกระตุ้นได้ในเวลาที่สามารถคำนวนได้ระดับหนึ่ง เช่นการตรวจสอบเหตุการณ์การกดปุ่มขอความช่วยเหลือ โดยจากรูปที่ 2.4 แสดงผังการทำงานอย่างง่าย โดยหากผู้ป่วยรู้สึกหน้ามืด ผู้ป่วยจึงกดปุ่มขอความช่วยเหลือ ระบบก็ต้องร้องขอการช่วยเหลือโดยทันที

- การควบคุมงานแบบระบบปิด เป็นระบบที่มีความต้องการร้องขอการตรวจสอบการทำงานอยู่ตลอดเวลาหรือมีการตรวจสอบสถานะอยู่ตลอดเวลาจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีสัญญาณอื่น ๆ สั่งให้หยุด ตัวอย่างเช่น ในระบบตรวจจับการล้มจะมีการตรวจสอบค่าของจำนวนจุดภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเทียบกับค่าของจุดทำงานอยู่ตลอดเวลาทุก ๆ เฟรมภาพ เพราะหากระบบเกิดหยุดทำงาน ณ เวลาหนึ่งเวลาใด ระบบอาจพลาดช่วงเวลาในการตรวจสอบได้ ทำให้เกิดเหตุการณ์คนล้มโดยที่ระบบมองไม่เห็นได้ ผังการทำงานอย่างง่ายในการช่วยในการทำความเข้าใจในส่วนนี้สามารถแสดงได้ดัง รูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ผังการทำงานการคำนวณความเสี่ยงของการล้มจากการประมวลผลภาพ
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

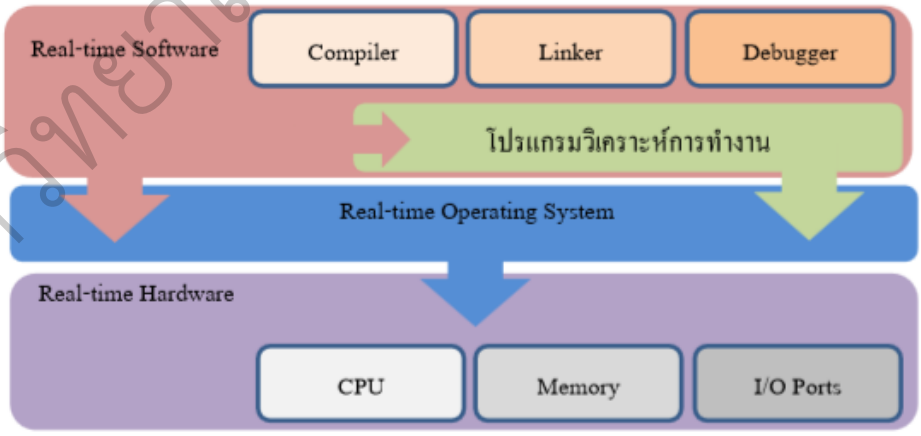
- การทำงานร่วมกันหลายๆงานโดยแต่ละงานมีความเกี่ยวเนื่องกัน เป็นระบบที่ต้องการความถูกต้องสูงขึ้นอีก สามารถทำงานให้เสร็จภายในกำหนดและสามารถหาค่าได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากระบบแลกจะถูกป้อนให้ทำการประมวลผลต่อด้วยระบบที่สอง และข้อมูลที่ได้จากระบบที่สอง จะถูกป้อนให้ทำการประมวลผลต่อด้วยระบบที่สาม สี่ ต่อไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ และตามจำนวนของระบบที่มี ดังนั้นทุก ๆระบบ จะต้องไม่เกิดการผิดพลาดเพราะหากระบบหนึ่งระบบใดผิดพลาดก็จะส่งผลให้ระบบคนอื่น ๆ มีปัญหาตามมาด้วยทั้งหมด ตัวอย่างการทำงานในส่วนนี้ เช่น การตรวจจับการล้มด้วยวิธีการหาค่าจุดศูนย์ถ่วง หาความเร็วที่เปลี่ยนแปลง และประเมินการล้มตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่ามีระบบถึง 3 ระบบหักส่วนหนึ่งส่วนใดมีความผิดพลาดก็จะส่งผลต่อระบบอื่น ๆ ต่อไป ยิ่งมีหลายระบบ ความเสี่ยงในการประมวลผลผิดพลาดก็จะยิ่งมีมากตามขึ้นไปด้วย โดยตัวอย่างการประมวลผลชนิดนี้สามารถแสดงเป็นผังการทำงานอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งในกรณีนี้การประมวลผลในบางกรณีอาจมีความจำเป็นที่จะต้องทำซ้ำ ๆ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและให้ค่าการประมวลผลที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด



รูปที่ 2.6 แสดงผังการทำงานการคำนวณความเสี่ยงของการล้มจากการประมวลผลภาพ
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

องค์ประกอบของระบบทันที

การประมวนผลให้สำเร็จและถูกต้องและเป็นไปตามแนวทางของระบบทันทีประกอบด้วยส่วนสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนา ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นส่วน ๆ ดังรูปที่ 2.7 โดยองค์ประกอบทั้งหมดแบ่งได้เป็น 3 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.7 แสดงภาพองค์ประกอบในการพัฒนาระบบทันที
(ที่มา: ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555)

โปรแกรมแบบทันที (Real-Time software)

เป็นส่วนที่รองรับการพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมจากผู้ใช้งานโดยตรง ซึ่งในการทำงานจริงก็จะต้องประกอบไปด้วยเครื่องมือในการพัฒนา เช่น ตัวแปลภาษา (Compiler) ตัวเชื่อมโยงโปรแกรม (Linker) และตัวตรวจสอบโปรแกรม (Debugger) ส่วนในตัวโปรแกรมวิเคราะห์การทำงานจะช่วยวิเคราะห์ความถูกต้องและเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำงาน

ระบบปฏิบัติการแบบทันที (Real-time operating system)

เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างโปรแกรมแบบทันที และอุปกรณ์แบบทันที ที่มีหน้าที่ในการจัดสรรทรัพยากรที่ใช้งานเพื่อให้การจัดเก็บ รับ-ส่ง ทั้งหมดเป็นไปได้อย่างสะดวกและง่ายที่สุด ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้งานมีหลากหลาย เลือกใช้ได้ต่าง ๆ กันไปตามโปรแกรมและอุปกรณ์

อุปกรณ์แบบทันที (Real-time hardware)

คือ อุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกันภายใต้ระบบปฏิบัติการแบบทันที เช่นหน่อยประมวลผล หน่วยความจำ และช่องติดต่อสื่อสาร เป็นต้น

2.1.5 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับแอพพลิเคชั่นไลน์

ความหมายของแอพพลิเคชั่นไลน์

ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์ (2556) กล่าวว่า แอพพลิเคชั่นไลน์ (LINE) หมายถึง แอพพลิเคชั่นสำหรับการสนทนาบนอุปกรณ์การสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ เช่นสมาร์ทโฟน (Smart Phone) คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop) และแท็บเล็ต (Tablet) ผู้ใช้สามารถสื่อสารด้วยการพิมพ์ข้อความจากอุปกรณ์การสื่อสารเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่ง โดยได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถหลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลาย ๆ ด้าน จุดเด่นที่ทำให้แอพพลิเคชั่นไลน์แตกต่างกับแอพพลิเคชั่นสำหรับการสนทนารูปแบบอื่น ๆ คือรูปแบบของสติ๊กเกอร์ (Sticker) ที่แสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ที่หลากหลาย เช่น สติ๊กเกอร์แสดงความรู้สึกขั้นพื้นฐาน สติ๊กเกอร์ตามเทศกาลและวันสำคัญ สติ๊กเกอร์ของตราสินค้าต่าง ๆ และสติ๊กเกอร์การ์ตูนที่มีชื่อเสียง เป็นต้น

พรพิมล บูรณเบญญา และเพ็ญจิรา คันธวงศ์(2557) กล่าวว่า แอพพลิเคชั่นไลน์ หมายถึง โปรแกรมแชทที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนโทรศัพท์มือถือที่มีระบบปฏิบัติการiOS, Android, Windows Phone และสามารถใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์ PC และ Mac สามารถใช้สนทนา (Chat) ฟรีคอล (Free Call) วิดีโอคอล (Video Call) ส่งรูปภาพ ส่งสติ๊กเกอร์ และตั้งค่าการสนทนาเป็นกลุ่ม เป็นต้น

โซเชี่ยลเน็ตเวิร์คไลน์ (2558) กล่าวว่า แอพพลิเคชั่นไลน์ เป็นแอพพลิเคชั่นที่ให้บริการ Messaging รวมกับ Voice Over IP ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างกลุ่มสนทนา ส่งข้อความ ภาพ คลิปวิดีโอ หรือจะพูดคุยโทรศัพท์แบบเสียงก็ได้ โดยข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นไปนั้นฟรีทั้งหมด ทั้งนี้สามารถใช้ได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ iOS, Android, Windows Phone, PC และ BlackBerry

สถิติการใช้งานแอพพลิเคชั่นไลน์

จำนวนสมาชิกในการเชื่อมต่อของแอพพลิเคชั่นไลน์เพิ่มขึ้นสูงอย่างต่อเนื่องหากนับตั้งแต่ปีที่ก่อตั้ง คือ ปี พ.ศ. 2554 แอพพลิเคชั่นไลน์มีสมาชิกไม่ถึง 1 ล้านคนแต่ในปี พ.ศ. 2557 จากการเปิดเผยตัวเลขของบริษัท LINE Corporation ผู้พัฒนาแพลตฟอร์มบนโทรศัพท์มือถือชั้นนำของโลกในงานการจัดประชุมธุรกิจออนไลน์ (LINE Conference Tokyo 2014) ที่ประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2557 ที่ผ่านมา พบว่า แอพพลิเคชั่นไลน์มีจำนวนผู้ใช้งานทั่วโลก 560 ล้านคน โดยประเทศที่มีจำนวนผู้ใช้งานมากที่สุดเป็นอันดับ 1 คือ ประเทศญี่ปุ่น มีจำนวน 54 ล้านคน รองลงมา คือ

ประเทศไทย จำนวน 33 ล้านคน ประเทศอินโดนีเซียจำนวน 30 ล้านคน ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 25 ล้านคน ประเทศสเปนและเม็กซิโก จำนวน 18 ล้านคนเท่ากัน และมียอดจำนวนผู้ใช้ประจำทุกเดือน (Monthly Active Users: MAU) ทั้งหมด 170 ล้านคนทั่วโลก ขณะที่ยอดการรับและส่งข้อความสูงสุดภายในหนึ่งวัน (รวมถึงวิดีโอและรูปภาพ) มีจำนวน 13,000 ล้านข้อความ (เพิ่มขึ้นจากเดือนกันยายน 2556 ถึงร้อยละ 87) ยอดการส่งข้อความเสียง และโทรด้วยวิดีโอ สูงสุดภายในหนึ่งวัน จำนวน 34 ล้านครั้ง (เพิ่มขึ้นจากเดือนกันยายน 2556 ถึงร้อยละ 120) ส่วนสถิติการใช้ฟีเจอร์ไทม์ไลน์นั้นมีปริมาณการสื่อสารรายวัน (โพสต์ไลค์และคอมเมนท์) จำนวน 160 ล้านครั้ง (เพิ่มขึ้นจากเดือนสิงหาคม 2556 ถึงร้อยละ 202) ส่วนสถิติการใช้สติ๊กเกอร์มีการรับและส่งสติ๊กเกอร์ภายในหนึ่งวัน จำนวนเกิน 1.8 พันล้านครั้ง และมียอดการใช้สติ๊กเกอร์ทั้งหมดเกิน 20,000 เซต (“ไลน์เผยผู้ใช้งานทั่วโลกทะลุ 560 ล้านคน”, 2557)

สำหรับประเทศไทย แอพพลิเคชั่นไลน์ถือเป็นแอพพลิเคชั่นการสนทนาที่มีการใช้งานในลำดับต้น ๆ เมื่อเทียบกับแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ โดยผลจากการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ประจำ ปี พ.ศ. 2557 ของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) หรือ สพธอ. พบว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์และแอพพลิเคชั่นยอดนิยม 3 อันดับแรกที่มีการใช้งาน ได้แก่ เฟสบุ๊ค (ร้อยละ 93.7) ไลน์ (ร้อยละ 86.8) และกูเกิ้ลพลัส (ร้อยละ 34.6) ซึ่งเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2556 จะเห็นว่าจะมีการสลับตำแหน่งระหว่างไลน์ (ร้อยละ 61.1) และกูเกิ้ลพลัส (ร้อยละ 63.7) แสดงให้เห็นว่ามีผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นไลน์ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่มผู้ที่นิยมเล่นไลน์มีอายุระหว่าง 20-34 ปีโดยใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนมากที่สุด (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน), 2557) นอกจากนี้ในช่วงปีใหม่ที่ผ่านมา พบว่า ไลน์เป็นแอพพลิเคชั่นที่ครองแชมป์แอพพลิเคชั่นส่งความสุขปีใหม่ของคนไทย โดย บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) หรือ AIS เปิดเผยว่าการอวยพรปีใหม่ 2558 มีปรากฏการณ์การอวยพรผ่าน SMS ลดลง และนิยมอวยพรและสื่อสารผ่านโลกออนไลน์บนโซเชียลเน็ตเวิร์คต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอพพลิเคชั่นไลน์สูงขึ้นถึงร้อยละ 400 ในคืนวันที่ 31 ธันวาคม 2557 ถึง 1 มกราคม 2558 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี พ.ศ. 2557 ทั้งนี้ความนิยมมาจากการมีลูกเล่นสนุก ๆ ในการส่งความสุขปีใหม่ให้เลือกใช้มากมาย โดยเฉพาะสติ๊กเกอร์ลวดลายน่ารักเปรียบเสมือนการ์ดอวยพรกลายเป็นสีสันใหม่ด้านบริษัท ทรูมูฟเอช (Truemove H) เปิดเผยว่า ยอดใช้งานคืนส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 400 จากช่วงเดียวกันในปีที่ผ่านมา โดยแอพพลิเคชั่นไลน์ครองแชมป์สูงสุด รองลงมา คือ เฟสบุ๊ค และอินสตราแกรม เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว มีการส่งสติ๊กเกอร์ หลากหลายรูปแบบโดนใจ (องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย, 2558)

ลักษณะเฉพาะของแอพพลิเคชั่นไลน์

แอพพลิเคชั่นไลน์มีลักษณะเฉพาะที่สร้างความแตกต่างอย่างเด่นชัดจากแอพพลิเคชั่นสนทนาอื่น ๆ และเป็นช่องทางการสื่อสารที่ผู้บริโภคเลือกเป็นสมาชิก โดยสามารถสรุปลักษณะเฉพาะของแอพพลิเคชั่นไลน์ที่ท าให้ผู้บริโภคเลือกเป็นสมาชิก (ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์, 2556) ได้ดังนี้

1) เป็นการสื่อสาร 2 ทาง (Two-way Communication) ไลน์เป็นการสื่อสารโดยตรงจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยผู้ส่งสารสามารถส่งข้อความ รูปภาพ เอกสาร หรือข้อมูลข่าวสารตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่งสาร เพื่อก่อให้เกิดการรับรู้และพฤติกรรมที่ผู้ส่งสารต้องการ อีกทั้งผู้รับสารยังสามารถแสดงปฏิกิริยาตอบกลับ (Feedback) โดยตรงได้ทันที ทำให้ผู้ส่งสารสามารถวัดผลของการสื่อสารได้ทันที

2) สามารถสร้างกลุ่มการสื่อสารได้เฉพาะกลุ่ม (Group Communication) เมื่อผู้ใช้ต้องการพื้นที่สำหรับสมาชิกที่คุ้นเคยกันโดยเฉพาะ ผู้ใช้สามารถตั้งค่าการใช้งานของไลน์ด้วยวิธีการสร้างกลุ่มเฉพาะในแวดวงสนทนาที่มีความเกี่ยวข้องกันระหว่างบุคคลหลายบุคคลให้สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันภายในกลุ่ม ซึ่งเมื่อสมาชิกภายในกลุ่มคนใดคนหนึ่งส่งสารออกไป จะถึงผู้รับสารที่เป็นสมาชิกในกลุ่มได้ทุกคน

3) สามารถเลือกกลุ่มเป้าหมายได้อย่างเฉพาะเจาะจง หลังจากที่ผู้ส่งสารมีข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของกลุ่มผู้รับสารเป้าหมายหลักและลักษณะของสารที่กลุ่มเป้าหมายสนใจ ผู้ส่งสารสามารถส่งข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นไปยังผู้รับสารได้ตรงใจตามที่ผู้รับสารต้องการ

4) สามารถสื่อสารได้ตลอดเวลา (Anytime) ผู้ส่งสารสามารถสื่อสารไปยังผู้รับสารได้ตลอดเวลา โดยไม่จำกัดช่วงเวลาและระยะเวลาในการสื่อสาร หากยังมีการเชื่อมต่อเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ต และคู่สื่อสารยังคงมีสถานะเป็นเพื่อนกัน

5) สามารถส่งรูปแบบสารได้หลากหลาย (Multi-media) ลักษณะเฉพาะของไลน์สามารถส่งสารที่มีรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน โดยผู้ส่งสารสามารถเลือกสรรสารให้เหมาะสมกับรูปแบบและกลุ่มเป้าหมายในการสื่อสารได้ เช่น ข้อความ รูปภาพ โปสเตอร์ การส่งลิงค์เพื่อเชื่อมต่อเว็บไซต์จากภายนอก คลิปวิดีโอ รายการสินค้า สติ๊กเกอร์ ตราสินค้า และข้อความเสียง เป็นต้น

6) สามารถเลือกปิดกั้นการสนทนาได้ (Block) เมื่อผู้รับสารไม่มีความประสงค์ที่จะรับสารนั้นอีกต่อไป หรือข้อความที่ส่งมานั้นรบกวนให้กับผู้รับสาร โดยผู้รับสารสามารถเลือกปิดการสนทนากับผู้ส่งสารรายนั้นได้อย่างเฉพาะเจาะจง

7) สามารถสนทนาด้วยเสียงผ่านไลน์ (Voice Call) ลักษณะเฉพาะอีกประการหนึ่งที่เพิ่มความโดดเด่นของไลน์ คือ ความสามารถในการสนทนาผ่านไลน์เสมือนการพูดคุยทางโทรศัพท์ไปยังสมาชิกบนเครือข่ายไลน์โดยไม่เสียค่าบริการขณะสนทนา ถึงแม้ว่าปลายทางของคู่สนทนานั้นจะอยู่ไกลถึงต่างประเทศ โดยผู้ใช้ไลน์สามารถสนทนาด้วยเสียงผ่าน Voice Call จากสมาร์ทโฟนไปยังสมาร์ทโฟนสมาร์ทโฟนไปยังคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ได้ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติมนอกจากค่าบริการอินเทอร์เน็ต

8) มีสติ๊กเกอร์รูปแบบการ์ตูนที่ช่วยเพิ่มการสนทนาให้ชัดเจนขึ้น โดยสติ๊กเกอร์รูปแบบการ์ตูนของไลน์จะช่วยสนับสนุนข้อความระหว่างคู่สื่อสารให้ชัดเจนมากขึ้น เพราะข้อความไม่สามารถอธิบายได้ด้วยน้ำเสียง ทำให้ไม่ทราบอารมณ์ผ่านน้ำเสียงของคู่สนทนาสติ๊กเกอร์จึงเป็นสัญลักษณ์ในการแสดงออกแทนอารมณ์และความรู้สึกของคู่สื่อสาร อีกทั้งรูปแบบของสติ๊กเกอร์ยังถ่ายทอดบุคลิกภาพต่าง ๆ ผ่านตัวการ์ตูน เช่น การแสดงความเสียใจ ดีใจ ขำขัน และบุคลิกอื่น ๆ ทำให้การสื่อสารมีสีสันและชีวิตชีวามากขึ้น

9) สามารถสร้างไทม์ไลน์ได้ (Timeline) เช่นเดียวกับสังคมออนไลน์อื่น ๆ อย่างเฟสบุ๊ค (Facebook) และทวิตเตอร์ (Twitter) โดยผู้ใช้สามารถโพสต์ข้อความ รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอบนหน้าไทม์ไลน์ของตนเองได้ตามความต้องการ

10) รองรับไฟล์ข้อมูลได้หลากหลาย (Files Support) ในกล่องสนทนาของไลน์ นอกจากการส่งข้อความสนทนาเป็นตัวอักษร ภาพ หรือสติ๊กเกอร์แล้ว ผู้ใช้ยังสามารถส่งแฟ้มงานเอกสารในรูปแบบของนามสกุลไฟล์ต่าง ๆ ได้ มีลักษณะคล้ายกับการรับ-ส่งอีเมล จากผู้ส่งไปยังผู้รับโดยตรง ซึ่งไฟล์ที่สามารถใช้งานร่วมกับไลน์นั้น เช่น .pdf .ppt .doc และ .jpeg เป็นต้น ด้วยลักษณะของไลน์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้ผู้ใช้สมาร์ทโฟนเป็นจำนวนมากต่างดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นไลน์มาไว้

ในเครื่อง เพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน รวมถึง หน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ ต่างใช้ช่องทางไลน์ในการสื่อสารไปยังผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ

ข้อดีและข้อจำกัดของแอพพลิเคชั่นไลน์

ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์ (2556) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดในตัวแอพพลิเคชั่นไลน์ มีดังนี้

ข้อดีของแอพพลิเคชั่นไลน์

1) มีอุปกรณ์รองรับที่หลากหลาย ได้แก่ สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ตต่าง ๆ ทำให้ผู้ใช้สามารถซื้อและเลือกได้ตามขนาด ระบบปฏิบัติการ และความชอบส่วนตัว

2) มีความเป็นส่วนตัว เมื่อผู้ใช้มีจำนวนเพื่อนในไลน์มากขึ้น ผู้ใช้สามารถเลือกรับหรือปฏิเสธข้อความด้วยการไม่โต้ตอบ โดยไลน์จะแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีข้อความส่งมา เมื่อผู้ใช้ไม่โต้ตอบจะไม่มีผลใด ๆ นอกจากจำนวนการแจ้งเตือนที่เพิ่มขึ้น โดยผู้ใช้สามารถเลือกการปิดหรือยกเลิกการปิดได้ตามต้องการ

3) สามารถสนับสนุนทางด้านธุรกิจเจ้าของสินค้าหรือบริการสามารถประยุกต์ใช้สติ๊กเกอร์ของไลน์กับบัญชีไลน์ที่เป็นทางการ (Official LINE) ของบุคคลหรือองค์กรที่มีชื่อเสียงที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับไลน์ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งของตราสินค้าในการสื่อสารกับกลุ่มเป้าหมาย

4) ช่วยเพิ่มสีสันและความมีชีวิตชีวาให้กับการสนทนาด้วยลักษณะเฉพาะของไลน์ที่สามารถสื่อสารได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ คลิปวิดีโอ คลิปเสียง โปสเตอร์ รูปภาพ เกม ตราสินค้าและสติ๊กเกอร์ เป็นต้น อีกทั้งผู้ส่งสารยังสามารถเลือกรูปแบบของสารให้เหมาะสมกับรูปแบบของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5) มีความใหม่และทันสมัยอยู่เสมอ เนื่องด้วยแอพพลิเคชั่นไลน์ต้องเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา โดยในระบบจะมีการตั้งค่าการแจ้งเตือนให้แอพพลิเคชั่นมีรุ่น (Version) ที่ทันสมัยอยู่เสมอ ผู้ใช้จึงสามารถตั้งค่าติดตามการแจ้งเตือนเพื่อปรับปรุงแอพพลิเคชั่น (Update) ตามการพัฒนาระบบของผู้ผลิตได้ตลอดเวลา

6) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสนทนาทางโทรศัพท์ โดยเฉพาะการสนทนาข้ามประเทศที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้วยระบบของ Voice Call หรือการสนทนาด้วยเสียงผ่านไลน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ทำให้ไม่เสียค่าใช้จ่ายนอกจากค่าบริการอินเทอร์เน็ต

7) สามารถประยุกต์ใช้กับการทำงานด้วยประสิทธิภาพของไลน์ที่สามารถรองรับแฟ้มงานที่หลากหลายนามสกุล ทำให้ผู้ใช้สามารถประยุกต์ใช้กับการทำงานโดยการรับ-ส่งแฟ้มงานที่มีนามสกุลต่าง ๆตามที่ไลน์รองรับ (มีลักษณะคล้ายการรับ-ส่งอีเมล์) จากนั้นผู้รับสามารถเปิดอ่าน ส่งต่อ หรือพิมพ์ออกมาได้ทันที ช่วยสร้างความสะดวกสบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

8) เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้สร้างสรรค์งานจากการบันทึกภาพและวิดีโอ พร้อมกับการนำเสนอและร่วมแบ่งปัน (Share) ให้กับกลุ่มเพื่อน ด้วยวิธีการสร้างอัลบั้มภาพ (Create Album) สำหรับภาพนิ่งและการตัดต่อวิดีโอ (Snap Movie) สำหรับภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถใช้ได้ในโอกาสต่าง ๆ เช่น ข่าว อวยพรวันเกิด และเทศกาลต่าง ๆ เป็นต้น

ข้อจำกัดของแอพพลิเคชั่นไลน์

1) ต้องอาศัยการเชื่อมต่อของระบบอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูล โดยเฉพาะในรูปแบบของ Voice Call ที่ต้องใช้อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงจึงจะสามารถทำงานได้อย่างไม่ติดขัด ข้อจำกัดในเรื่องนี้ทำให้ไลน์สามารถเข้าถึงผู้ใช้ได้เฉพาะบางพื้นที่ที่มีระบบอินเทอร์เน็ตเท่านั้น

2) สิ้นเปลืองพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Consuming) ด้วยความสามารถที่หลากหลายบนไลน์ เช่น การเปิดคลิปวิดีโอ การเชื่อมต่อจากลิงค์ภายนอกหรือการสนทนาโดยผ่าน Voice Call ทำให้สูญเสียพลังงานแบตเตอรี่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหากเปิดทิ้งไว้นานจะทำให้พลังงานแบตเตอรี่ลดลงอย่างรวดเร็ว

3) มีข้อจำกัดในเรื่องของการลงทะเบียนด้วยแอพพลิเคชั่นได้กำหนดให้ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนโดยผ่านสมาร์ทโฟนเท่านั้น กล่าวคือ สมาร์ทโฟน 1 เครื่องจะมีไอดีไลน์สำหรับการเข้าใช้ (Log in) เพียง 1 ไอดี และไม่สามารถลงทะเบียนได้ด้วยวิธีอื่น ซึ่งต่างจากโปรแกรมสนทนาอื่น ๆ ในรูปแบบเดียวกันอย่างไอแมสเสส (iMessage) เฟสบุ๊คแมสเซนเจอร์ (Facebook Messenger) หรืออินสตาแกรม (Instagram) ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนผ่านเว็บไซต์ได้

2.1.6 ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์

2.1.6.1) โมดูลสมองกลฝังตัว ESP 8266/Node MCU

รูปที่ 2.8 แสดงภาพโมดูลสมองกลฝังตัว ESP 8266/Node MCU
ที่มา: (https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html)

ความหมายของ Node MCU ESP8266

Node MCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูลESP8266นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน Node MCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก Node MCUนั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino

ตรงที่มีพอร์ต Input Output buil in มาในตัวสามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น Node MCUตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่านWi-Fi และอื่น ๆ อีกมากมาย (ที่มา : http://www.sathittham.com/esp8266/whats_esp8266)

ติดตั้ง Arduino IDE ลงบน ESP8266 Node MCU

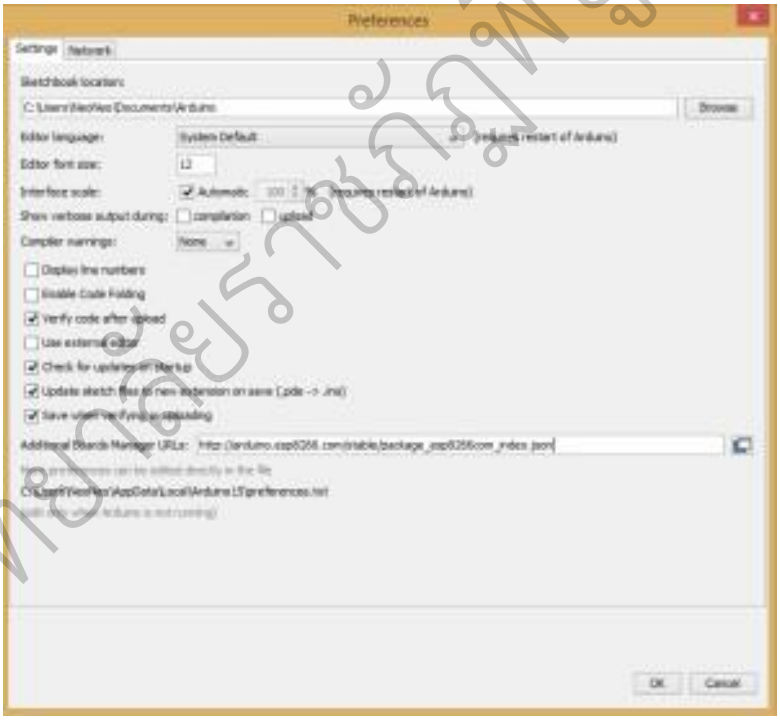
ติดตั้ง Arduino IDE เวอร์ชั่น 1.6.4 หรือ ใหม่กว่า โดย Download ตัวติดตั้งได้จาก http://www.arduino.cc/en/main/software

เมื่อทำการติดตั้ง Arduino IDE เรียบร้อยแล้ว ให้เปิด Arduino IDE ขึ้นมา

- ไปที่ Menu File >> Preferences
- ใส่ URL >> ลงใน Addition Board Manager URLs:

ดังนี้ http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

- แล้วกด OK



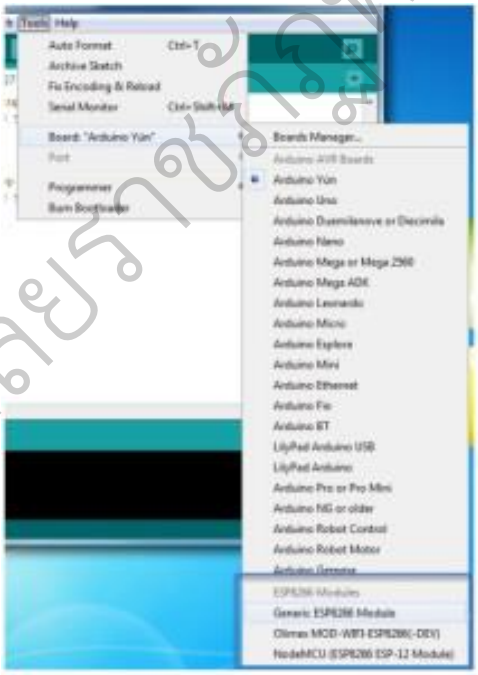
รูปที่ 2.9 แสดงภาพการติดตั้ง Addition Board Manager
ที่มา: (https://github.com/esp8266/Arduino)

- จากนั้นไปที่ Menu Tools >> Boar:"xxxxxx" >> Board Manager...
- เลือก Type เป็น Contributed ไปที่ ESP8266 และกด Install รอจนติดตั้งเสร็จ

รูปที่ 2.10 แสดงภาพการติดตั้ง Addition Board Manager สมบูรณ์
ที่มา: (https://github.com/esp8266/Arduino)

เมื่อติดตั้ง ESP8266 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดโปรแกรม Arduino IDE ก่อน แล้วจึงเปิดขึ้นมาใหม่

- เมื่อเปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมาใหม่ ให้ลองไปที่ Menu Tools >> Board:"xxxxxx" จะพบว่ามี Menu สำหรับเลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE ขึ้นมาให้เลือกใช้งานแล้ว



รูปที่ 2.11 แสดงภาพการเลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE
ที่มา: (https://github.com/esp8266/Arduino)

ESP8266 จะมีบอร์ดให้เลือกใช้งานอยู่ด้วยกัน 3 บอร์ด ได้แก่

o Generic ESP8266 Module >> บอร์ด ESP8266 ทั้งไปไม่เจาะจง หรือ บอร์ดที่สร้างขึ้นเอง

o Olimex MOD-WIFI-ESP8266 >> บอร์ด ESP8366 ที่บริษัท Olimex เป็นผู้สร้าง

o Node MCU (ESP8266 ESP12) >> บอร์ด ESP8266 ที่เป็นบอร์ด Node MCU

2.1.6.2) อุปกรณ์สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 2.12 แสดงภาพอุปกรณ์สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์
ที่มา: (http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/)

สวิตช์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร หรือกล่าวง่าย ๆ คือ อุปกรณ์เปิด ปิดกระแสไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้า โดยใช้สัญลักษณ์ดังรูป

รูปที่ 2.13 แสดงภาพสัญลักษณ์ของสวิตช์
ที่มา: (http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/)

สวิตช์ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์มีหลายชนิด เช่น สวิตช์เลื่อน สวิตช์กระดก สวิตช์หมุน สวิตช์กด สวิตช์ไมโคร สวิตช์กุญแจ ฯลฯ และสวิตช์ที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อใช้งานเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับ และตรวจสอบสถานะการทำงานของการกดหรือการสัมผัสกับสวิตช์ดังต่อไปนี้

- Button หรือปุ่มกดแบบโรงงาน มันจะมีขนาดใหญ่ และ ทนทานมาก
- Tact switch เป็นปุ่มกด พบได้บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บนบอร์ด Arduino จะมีเป็นปุ่มสำหรับ Reset
- Micro Switch หรือ บางทีเรียกว่า Limit Switch อันนี้จะเห็นมากที่ใช้ในเครื่องจักร

รูปที่ 2.14 แสดงภาพสวิตช์ชนิดต่าง ๆ
ที่มา: (http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/)

และ ยังมี อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ทำงานเหมือนเป็นสวิตช์ ได้อีกด้วย เช่น

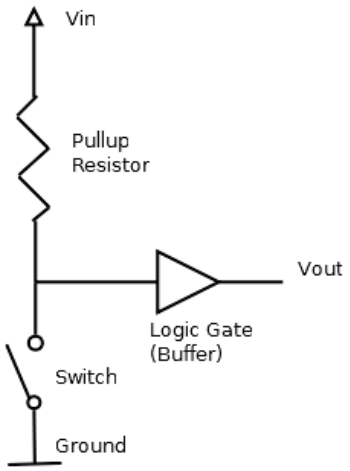
- Mercury Switch หรือบางที่เรียกสวิตช์ปรอท จะใช้ปรอทเป็นตัวนำไฟฟ้า สำหรับสวิตช์แบบนี้ ถูกประยุกต์ไปใช้ตรวจสอบความเอียงได้ครับ คือเอียงมายังตำแหน่ง ปรอทไหลไปชนขั้วไฟฟ้าให้เชื่อมติดกัน ทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้
- Reed Switch ตัวนี้จะเป็นสวิตช์แม่เหล็ก คือใช้หลักการง่ายๆ ถ้า Switch นี้อยู่ใกล้แม่เหล็กขั้วเหล็กจะติดกัน จะสามารถพบเห็นในประตูหรืออุปกรณ์กันขโมยอยู่บ่อย ๆ
- เรายังดัดแปลง อุปกรณ์หลายๆอย่างที่ทำงาน อย่างเช่นสามารถใช้เหรียญบาท มาดัดแปลงเป็น สวิตช์หาความเอียงได้

การนำสวิตช์ไปใช้งาน

สิ่งแรกที่เราต้องทำความเข้าใจ เราจะแบ่งสถานะทางดิจิตอล ได้เพียงสองสถานะ คือ High หรือ Low หรือ ON – OFF , หรือ บางที่จะเรียกสัญญาณทางดิจิตอลว่า “0” กับ “1” ในทางกายภาพแล้วเราจะแบ่งสถานะทางดิจิตอลด้วยแรงดันไฟสำหรับ Arduino จะใช้แรงดัน คือ “HIGH” คือ ไฟระดับ 5 Volt และ “LOW” คือ ไฟระดับ 0 Volt ดังนั้น สิ่งที่เราต้องทำคือเปลี่ยนการกดสวิตช์ให้เป็นการเปลี่ยนแรงดันสักก่อน

วงจร Pull-up ,Pull-down

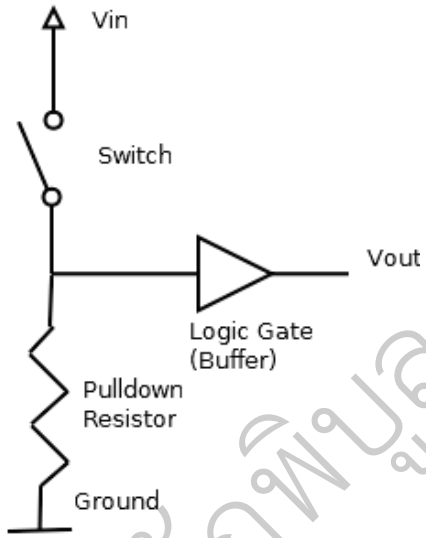
สถานะที่กำหนดให้ขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รอรับอินพุต (INPUT) ขาพอร์ตจะเป็น High Impedance คือมีความต้านทานสูงมากต่ออยู่ ทำให้ขาพอร์ตนั้น เสมือนถูกปล่อยลอย ค่าอินพุตที่อ่านกลับมาได้ มันไม่แน่นอน ดังนั้นในงานขาพอร์ตอินพุต วงจรของสวิตช์ จำเป็นมากที่ต้องมี Pull-up Resistor หรือ Pull-down Resistor เพื่อที่จะกำหนดสภาวะดิจิตอลที่แน่นอน ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ไม่ได้ เฉพาะเจาะจงว่าเป็นแค่ Arduino นะครับ ทุกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เลยที่บอกว่าขาอินพุตเป็น High Impedance) ตามปกติ ตัวต้านทานที่ใช้ในวงจร Pull-up หรือ Pull-down จะใช้ประมาณ 5k Ohm -20k Ohm



รูปที่ 2.15 แสดงภาพวงจร Pull-up Resistor

ที่มา: (http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/)

Pull-up Resistor คือการนำตัวต้านทานต่อเข้ากับ Vcc (+5V) เพื่อให้แรงดันอยู่คงที่ ทำให้อยู่ในสถานะ “HIGH” หรือ “1” ตลอดเวลาและเมื่อกดสวิตซ์ กระแสไฟฟ้าจะไหลลง Ground ทันที ซึ่งทำให้สถานะเป็นลอจิก “LOW” หรือ “0” และ การทำงานลักษณะนี้จะเรียกว่า Active Low เพราะว่าจะเขียนโปรแกรมที่ทำงาน เมื่อลอจิกเป็น “LOW” ส่วนใหญ่เราจะเห็นได้ว่าการต่อสวิตซ์นิยมใช้แบบ Pull-up มากกว่า Pull-down Resistor โดยใน



รูปที่ 2.16 แสดงภาพวงจร Pull-down Resistor
ที่มา: (http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/)

Pull-down จะมีลักษณะคล้ายกับ Pull-up Resistor แตกต่างตรงที่สภาวะปกติของ Pull-down จะเป็นลอจิก “LOW” หรือ “0” เมื่อมีการกดปุ่มกระแสไฟจะไหลเข้าขาอินพุตทำให้ลอจิกเป็น “HIGH” หรือ “1” ได้ การทำงานในลักษณะนี้จะเรียกว่า Active High

จากแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวของต่าง ๆ ข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ขึ้น โดยจะศึกษาที่มา ความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ของ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2558) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งเทคโนโลยี IoT นั้นเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ที่เชื่อมต่อและสื่อสารคอมพิวเตอร์ สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหรืออีกเครือข่ายหนึ่ง โดยมีระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นระบบรับ-ส่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้โดยง่าย หลากหลายรูปแบบ โดยการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีของ (ธิดารัตน์ อาตวงษ์, 2559) เกี่ยวกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ที่จะนำไปพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบแจ้งเตือนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบทำการแจ้งเตือนออนไลน์หลังจากเกิดเหตุด้วยเสียงสัญญาณเตือนและด้วยแอปพลิเคชันไลน์ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับแอปพลิเคชันไลน์จาก (ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์, 2556) ที่ได้

อธิบายความหมาย ลักษณะเฉพาะและข้อดี ข้อเสียของแอปพลิเคชันไลน์ไว้อย่างละเอียด โดยสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการเลือกใช้ระบบการแจ้งเตือนได้เป็นอย่างดี และผู้วิจัยยังได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำงานแบบทันทีจาก (ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, 2555) ที่ได้อธิบายถึงความหมายของระบบการทำงานทันที ประเภทของระบบทำงานทันที และองค์ประกอบของระบบทำงานทันที โดยจะสอดคล้องกับระบบแจ้งเตือนของผู้วิจัยที่ได้ทำการออกแบบให้ระบบสามารถตอบสนองการทำงานได้อย่างทันทีด้วยสัญญาณเสียงเตือนและแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นศึกษาพฤติกรรมและวิธีการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์จาก (อัณณพ ชูบำรุง ,2543) เพื่อออกแบบโครงสร้างและรูปแบบของระบบแจ้งเตือนออนไลน์ให้สามารถป้องกันการโจรกรรมและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและในการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางด้านวัสดุและอุปกรณ์ และการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการสร้างระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT นี้ ซึ่งการสร้างระบบแจ้งเตือนการโจรกรรมในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์โมดูลสมองกลฝังตัวที่เป็น Node MUC โดยเลือกใช้ ESP 8266-V.3 เป็นบอร์ดคอนโทรลเลอร์หลักของการพัฒนา โดยทำการศึกษาข้อมูลการใช้งาน ข้อจำกัด และความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในระบบป้องกันการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์จากเว็บไซต์ที่ชื่อว่า https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html. และผู้วิจัยได้เลือกใช้สวิตช์สำหรับเป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ในการตรวจสอบการเปิด/ปิดฝาเครื่องครุภัณฑ์ของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยอาศัยความรู้จากเว็บไซต์http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/ นี้ในการศึกษาหน้าที่ของอุปกรณ์สวิตช์และวิธีการเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานวิจัยในครั้งนี้ด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2559) วารสารวิชาการ เรื่อง “อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา” แนวคิดสำคัญของ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) เป็นการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการเพิ่มขึ้นของข้อมูลสารสนเทศจำนวนมาก (Big Data) จากอุปกรณ์หรือสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ในด้านการศึกษา อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น เป็นการเสริมสร้างการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแหล่งสารสนเทศให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด

สมเกียรติ บุญรอดดิษฐ์, สมคิด สุขสวัสดิ์ (2558) วารสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้น” งานวิจัยนี้ได้แนวความคิดมากจากที่ระบบสัญญาณกันขโมยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการส่งเสียงดังเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก แต่ด้วยสังคมที่วุ่นวายในปัจจุบันทำให้เสียงของสัญญาณกันขโมยไม่มีความน่าสนใจหรือบางครั้งเจ้าของรถยนต์อาจจะไม่ได้ยินเสียงของสัญญานที่ดังขึ้นเนื่องจากจอดรถไว้ไกล ทำให้มิจฉาชีพใช้โอกาสดังกล่าวในการโจรกรรมรถยนต์ได้สำเร็จ ประกอบกับเทคโนโลยีการส่งข้อความของโทรศัพท์มือถือนั้นมีค่าใช้จ่ายถูกลงและมีการใช้งานกันมากในชีวิตประจำวันของคนทั่วไป จึงได้เกิดการพัฒนาระบบเตือนภัยการ

โจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้นขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยของรถยนต์ โดยระบบฯ นี้สามารถส่งข้อความสั้นไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ได้ในทันที โดยที่อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวที่ติดตั้งอยู่ภายในรถสามารถตรวจจับการโจรกรรมหรือการบุกรุกรถยนต์ได้ ผลการทดสอบวิธีการบุกรุกต่าง ๆ เช่น การทุบกระจก การเปิดประตูรถยนต์ การเอื้อมมือเข้าไปในรถหรือการเข้าไปภายในส่วนหน้าของรถยนต์ ระบบสามารถตรวจจับได้ทั้งหมด โดยจะส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ของเจ้าของรถยนต์และหากเจ้าของรถยังไม่ไปที่รถหรือทำการปิดระบบโดยการโทรเข้าไปแล้วก็วางสาย ระบบจะส่งข้อความมาให้ทุก ๆ 1 นาที

ณัฐวุฒิ มากเลาะเลย์ (2559) สารนิพนธ์ เรื่อง “ระบบเตือนภัยสัญญาณกันขโมยรถยนต์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น” สารนิพนธ์นี้นำเสนอเรื่อง ระบบแจ้งเตือนสัญญาณกันขโมยรถยนต์อัตโนมัติบนเครือข่ายผ่านทางแอพพลิเคชั่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการแจ้งเตือนภัยหากเกิด เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ โดยระบบจะแจ้งเตือนมายังมือถือที่ได้ติดตั้งแอพพลิเคชั่นและหากรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ถูกงัดแงะ ขโมย หรือโดนชนกระแทกทำให้สัญญาณกันขโมยดังและรถยนต์นั้นจอดอยู่ไกลมากจนทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าเกิดเหตุการณ์ใด ๆ กับบัตรรถยนต์ แอพพลิเคชั่นจะช่วยแจ้งเตือนว่ามีเหตุการณ์อะไรบ้างที่เกิดขึ้นกับรถยนต์ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตาม

คุณากร สีหนู, ธัญญวรรษ บุษบา, ธานิล ม่วงพูล และอวยไชย อินทรสมบัติ (2560) วรสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลโดยใช้เครือข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที” การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลโดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2) ทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น ระบบนี้ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก (1) บอร์ดอาร์ดูไอโนสำหรับควบคุมการทำงาน (2) โมดูล GSM SIM900 ใช้สำหรับการโทรศัพท์ไปหาเจ้าของรถ (3) สวิตช์ปรอทเป็นเซ็นเซอร์ตรวจความเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นจากการโจรกรรมและ (4) สัญญาณแตรแจ้งเตือนระยะใกล้การทดลองแบ่งเป็นสองกรณี คือ การยกล้อหน้า 5 ครั้งและจับรถตั้งตรง 5 ครั้งรวมเป็น 10 ครั้ง ผลการทดลองระบบสามารถทำงานสอดคล้องตามวัตถุประสงค์และแจ้งเตือนทั้ง 10 ครั้ง

ไพโรจน์ เหลืองวงศกร, วรพล ลีลาเกียรติสกุล, สุรณพีร์ ภูมิวุฒิสาร,พัชวรัทย์ พิพัฒน์ธนอุดมดี (2560) วารสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน” ระบบรักษาความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ในการสร้างความอุ่นใจให้ผู้พักอาศัย ปัญหาของระบบ รักษาความปลอดภัยปัจจุบันก็คือ ส่วนใหญ่มักให้ความสำคัญกับการมีเฉพาะกล้องวงจรปิดเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงปัญหา ด้านอัคคีภัย ไฟฟ้าลัดวงจรก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากมผีลกระทบที่รุนแรงจนอาจจะไม่เหลือที่พักอาศัยเลยและถึงแม้ว่าบางบริษัทจะมีนวตักรรมที่ครอบคลุม การรักษาความปลอดภัยบ้านที่ครบวงจรแต่ก็มีค่าใช้จ่ายที่สูงไม่สามารถเข้าถึงกลุ่มคนที่มีรายได้น้อยอย่างทั่วถึงได้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวสามารถช่วยให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานร่วมกับ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ เพื่อสร้างให้เป็นระบบเตือนภัยใช้เองได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาประหยัดได้ดังนั้นบทความนี้จึงนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัวมาสร้างเป็นระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่พักอาศัย ที่มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สและเซ็นเซอร์ตรวจจับควันไฟเตือนภัยหรือเฝ้าระวังที่สามารถแจ้งเตือนแก๊สรั่วหรือตรวจจับควันไฟได้ร่วมกับการตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยกล้องวงจรปิด ระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่บ้านพักอาศัยที่ได้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ใน

การประยุกต์ใช้อุปกรณ์สมองกลฝังตัว ESP8266 ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับควันไฟและกลิ่นแก๊สพร้อมทั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวตามแนวคิด IoT (Internet of Things) ในราคาที่สามารถเข้าถึงได้

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมาข้างต้น เราสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อป้องกันการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ที่ประจำอยู่ในสถานศึกษาหรือหน่วยงานอื่น ๆ ได้ ซึ่งในวารสารวิชาการ เรื่อง “อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา” ของ วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2559) ได้อธิบายถึงการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการเพิ่มขึ้นของข้อมูลสารสนเทศจำนวนมาก (Big Data) จากอุปกรณ์หรือสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ขึ้นมา โดยนำแนวทางของ ไพโรจน์ เหลืองวงศกรและคณะ (2560) ในวารสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน” มาเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ โดยศึกษาแนวทางในการพัฒนาที่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัยจากการโจรกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ วารสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้น” ของ สมเกียรติ บุญรอดดิษฐ์ และสมคิด สุขสวัสดิ์ (2558) ที่มีการพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้นขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยของรถยนต์ และสารนิพนธ์ เรื่อง “ระบบเตือนภัยสัญญาณกันขโมยรถยนต์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น”ของ ณัฐวุฒิ มากเลาะเลย์ (2559) โดยนำเสนอเรื่อง ระบบแจ้งเตือนสัญญาณกันขโมยรถยนต์อัตโนมัติบน เครือข่ายผ่านทางแอพพลิเคชั่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการแจ้งเตือนภัยหากเกิด เหตุการณ์ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ โดยระบบจะแจ้งเตือนมายังมือถือที่ได้ติดตั้งแอพพลิเคชั่นและหากรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ถูกงัดแงะ ขโมย หรือโดนชนกระแทก ซึ่งจะมีความคล้ายกันกับการพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้คือ มีระบบแจ้งเตือนภัยจากการโจรกรรมด้วยข้อความสั้นๆ แต่งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะให้มีการแจ้งเตือนด้วยข้อความสั้นๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบ รับทราบเหตุการณ์ รวมถึงวรสารวิชาการและวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลโดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่” ของ คุณากร สีหนูและคณะ (2560) โดยจะมีลักษณะการแจ้งเตือนที่คล้ายกันกับการวิจัยครั้งนี้เช่นเดียวกัน คือ มีการส่งข้อมูลการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบผ่านระบบเครือข่าย โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยจะติดตั้งแอปพลิเคชันไลน์เพื่อรับข้อมูลการแจ้งเตือนการโจรกรรมในแต่ละครั้ง ซึ่งจากสารนิพนธ์ วารสารวิชาการและวิจัย ข้างต้น จะมีแนวทางและข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกับการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก แต่จะมีความแตกต่างกันในการเลือกใช้วิธีการรับส่งข้อมูลด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมกับการวิจัยโดยสามารถทำตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และแก้ไขปัญหาในการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT” ครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ส่วนที่ 2 การประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และส่วนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อให้การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติต่าง ๆ ไว้ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

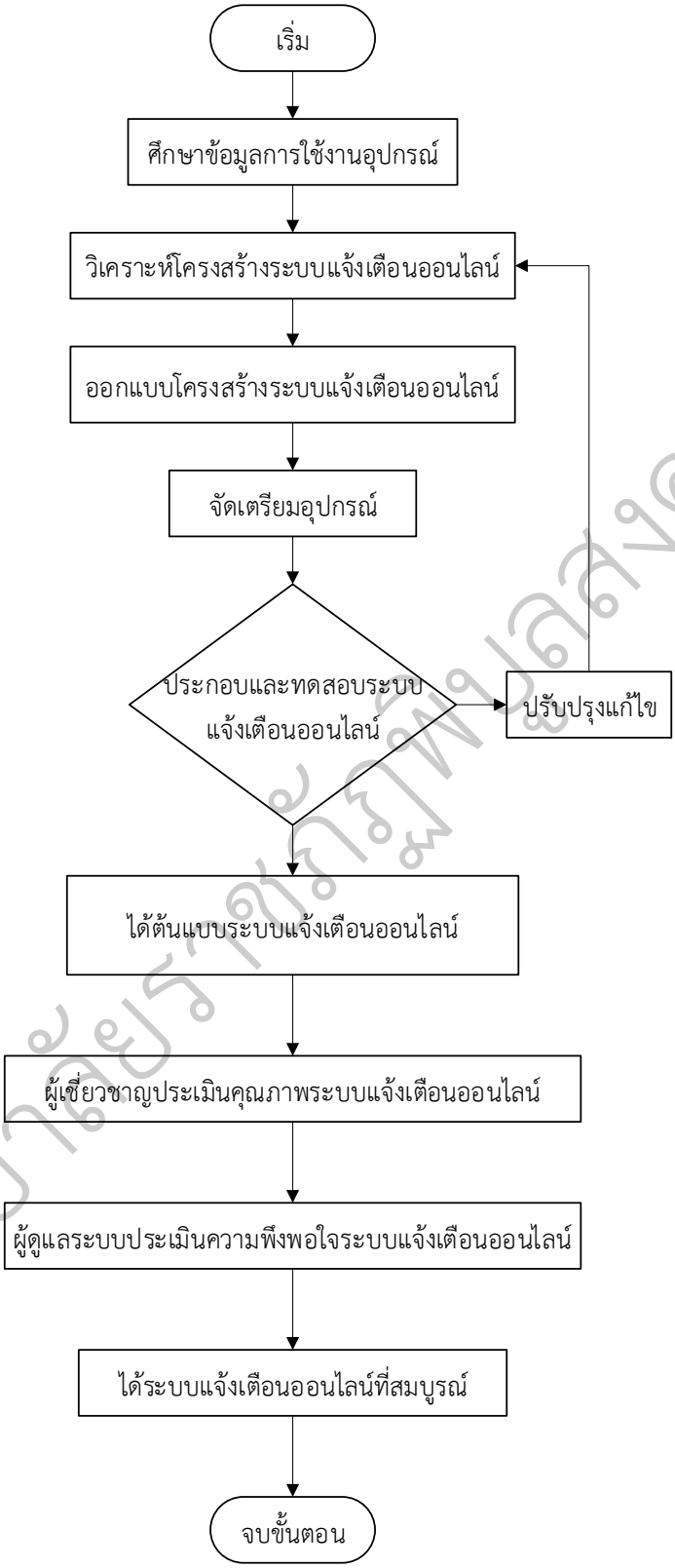
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของโครงการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้วิจัยสำหรับการทดสอบการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จำนวน 1 ท่าน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.1.3 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT มีวิธีการออกแบบและขั้นตอนในการสร้างระบบ ดังแสดงในแผนผัง รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงภาพแผนผังขั้นตอนการสร้างและพัฒนาระบบ

3.1.3.1 ขั้นตอนการออกแบบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การออกแบบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิด ให้เข้าใจและสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้น ๆ

2) วิเคราะห์โครงสร้างของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่จะติดตั้งเพื่อออกแบบโครงสร้างของระบบ ให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงตามเป้าหมาย

3) ออกแบบโครงสร้างของชุดฝึก ให้มีลักษณะที่สามารถติดตั้งได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใด ๆ กับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

4) จัดเตรียมและเลือกซื้ออุปกรณ์ที่ต้องใช้งาน โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานและคงทนถาวรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบมากยิ่งขึ้น

5) ติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในของชุระบบ ให้แน่นหนาและปลอดภัย การติดตั้งอุปกรณ์ทุกครั้งควรทดสอบการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ก่อนเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของระบบ

6) ประกอบโครงสร้างและอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

7) เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของระบบ

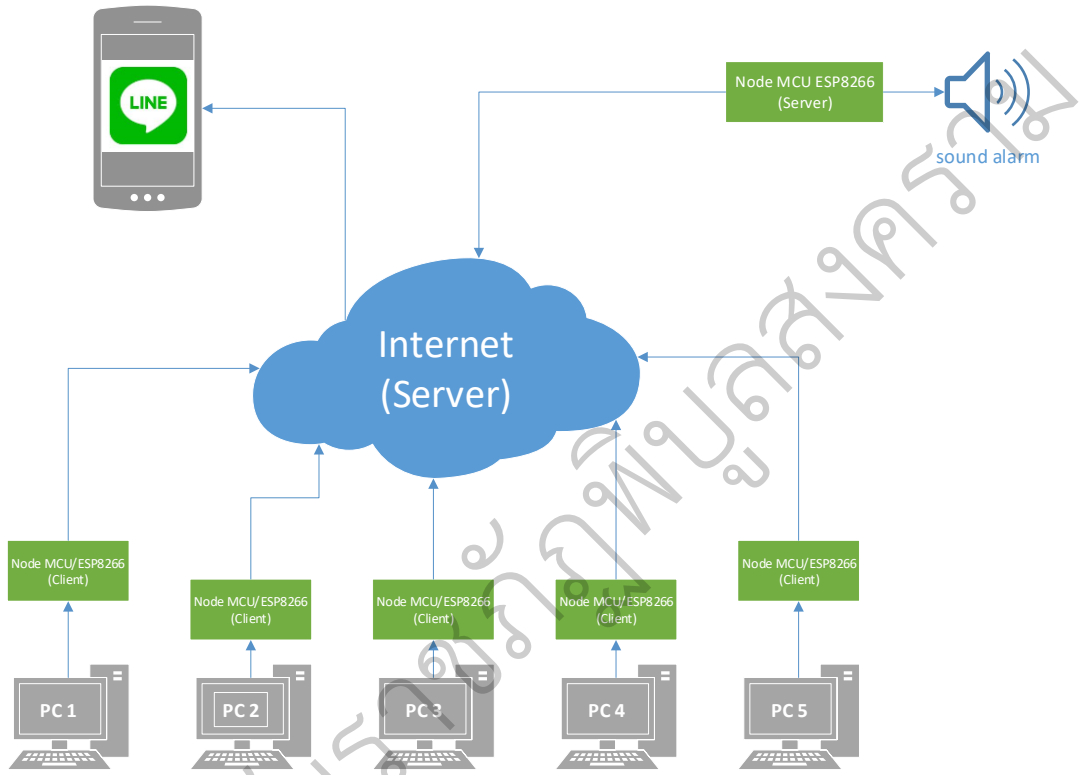
8) ทดสอบระบบที่ประกอบเสร็จแล้ว โดยการทดลองเปิด-ปิด ฝายึดตัวเครื่องและการตอบสนองการแจ้งเตือนของระบบ

9) นำระบบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ดูแลระบบ ตรวจสอบ ประเมินคุณภาพ ประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบและให้ความคิดเห็นระบบก่อนนำไปใช้งานจริง

10) ได้ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่พร้อมจะนำไปใช้งานในการเก็บข้อมูลการวิจัยต่อไป

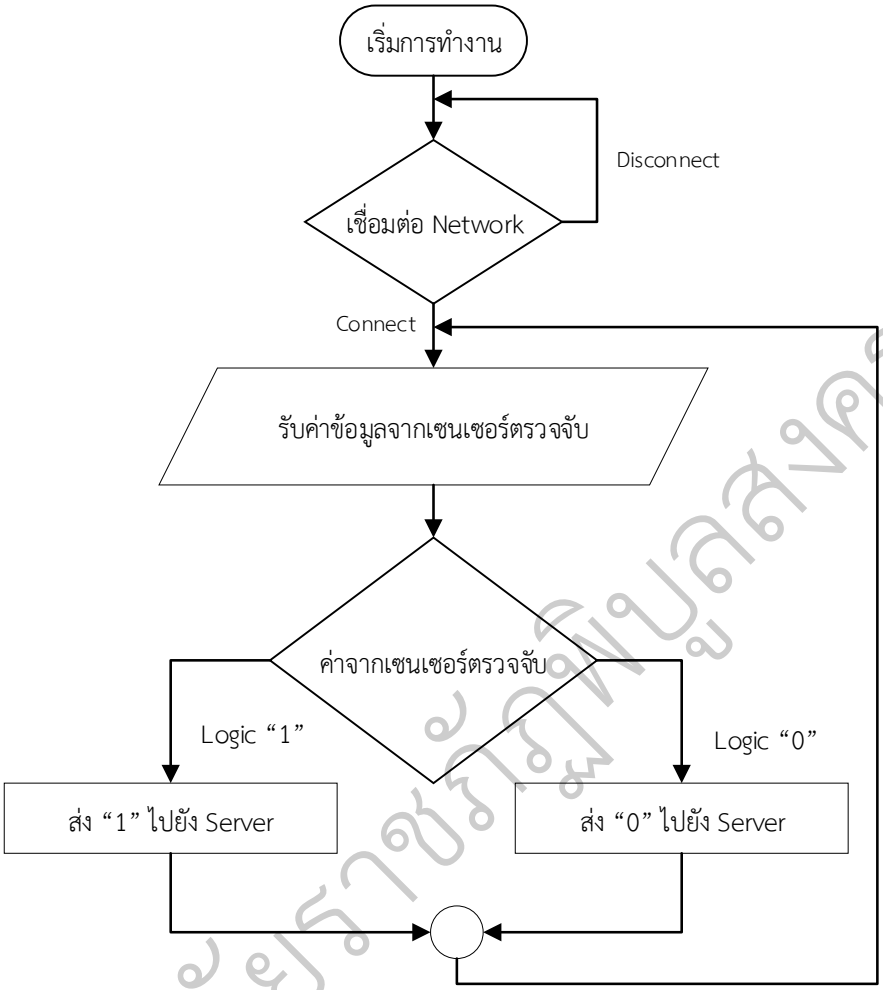
3.1.3.2 การออบแบบโครงสร้างระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การออกแบบโครงสร้างของระบบโดยจะคำนึงถึงความสะดวกในการติดตั้งและความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก โดยผู้วิจัยได้ออกโครงสร้างของงานวิจัยในครั้งนี้ไว้ดังรูปที่ 3.2

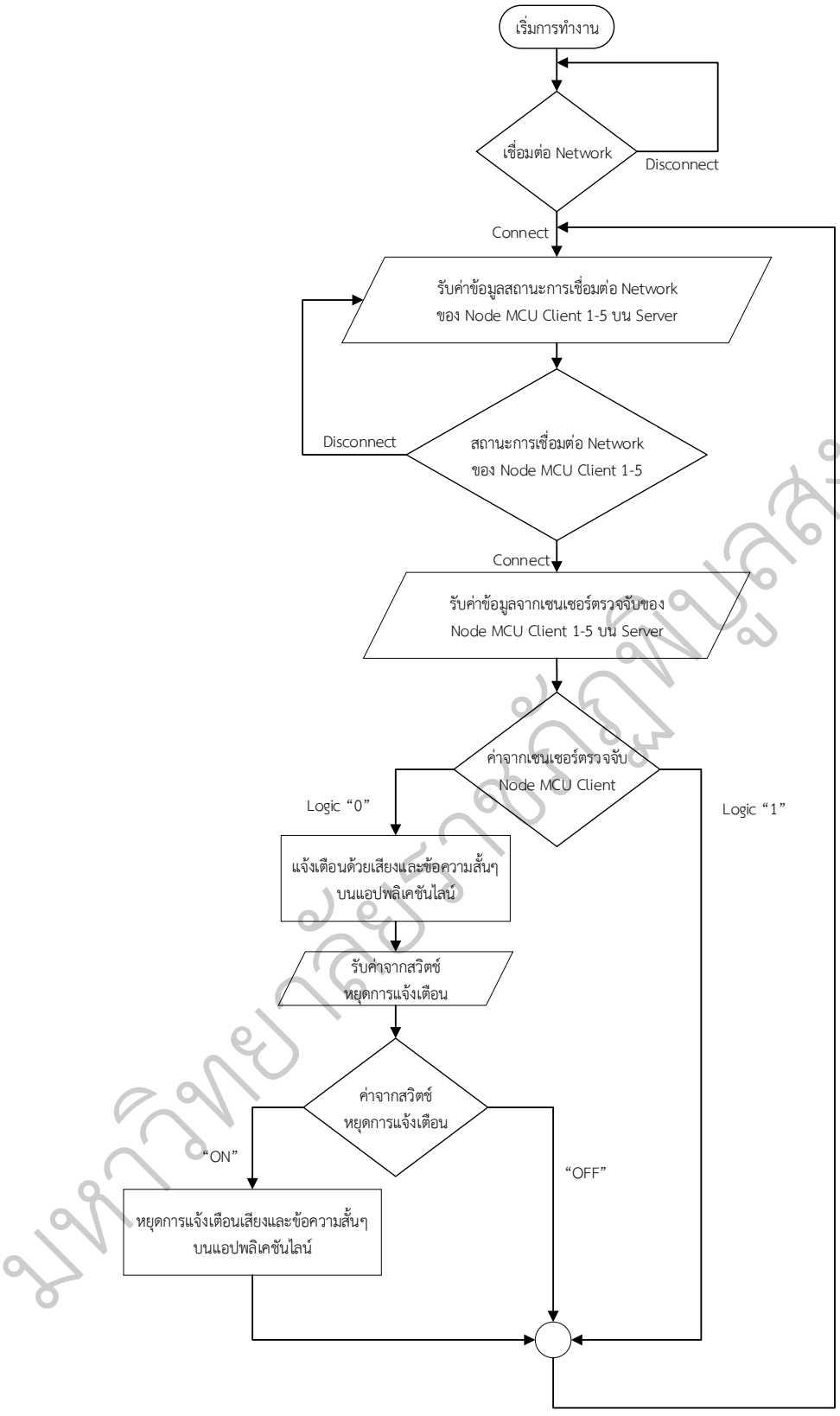


รูปที่ 3.2 แสดงภาพรวมของระบบที่ทำการออกแบบ

ระบบแจ้งเตือนที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นมาจะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของสวิตช์ที่ติดระหว่างฝาเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ที่ทำการติดตั้ง Node MCU (Client) ไว้ด้านในหากมีการเปิดฝาเครื่อง สวิตช์ที่ถูกกดจากฝาเครื่องจะเปลี่ยนสถานะการทำงานทันที โดยจะส่งค่าแรงดันไปยัง Node MCU Client) ที่ทำการโปรแกรมให้ตรวจสอบสถานะของสวิตช์นั้น ๆ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยัง Node MCU (Server) ด้วยสัญญาณไร้สาย ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และ Node MCU (Server) จะทำการตรวจสอบข้อมูลสถานะของจาก Node MCU (Client) ทุกเครื่อง หากพบว่าเครื่องใดมีการเปิดฝาเครื่องออก Node MCU (Server) จะทำการส่งสัญญาณเตือนด้วยเสียง พร้อมทั้งส่งข้อความผ่านทางแอพพลิเคชันไลน์ ให้ผู้ดูแลระบบได้รับทราบเหตุการณ์ได้ทันที โดยผู้วิจัยได้ออกแบบผังการทำงานของ Node MCU Client และ Node MCU Server ไว้ดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงภาพแผนผังการทำงานของ Node MCU Client



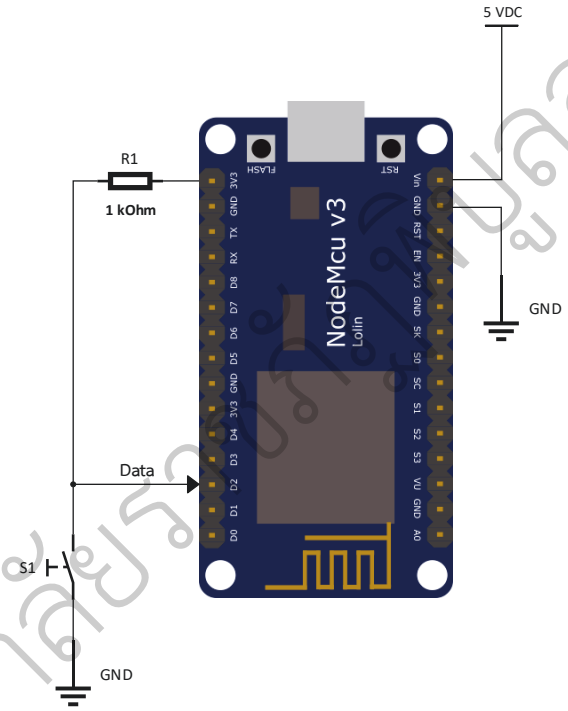
รูปที่ 3.4 แสดงภาพแผนผังการทำงานของ Node MCU Server

3.1.3.3 หลักการทำงานของ Node MCU (Client)

Node MCU (Client) จะถูกติดตั้งอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) โดยมีส่วนประกอบภายในดังต่อไปนี้คือ

1) บอร์ด Node MCU /ESP 8266
2) สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ
3) แบตเตอรี่สำรอง
4) ชุดชาร์ตแบตเตอรี่
5) กล่องยึดอุปกรณ์

โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถรับ/ส่งข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังรูปที่ 3.4



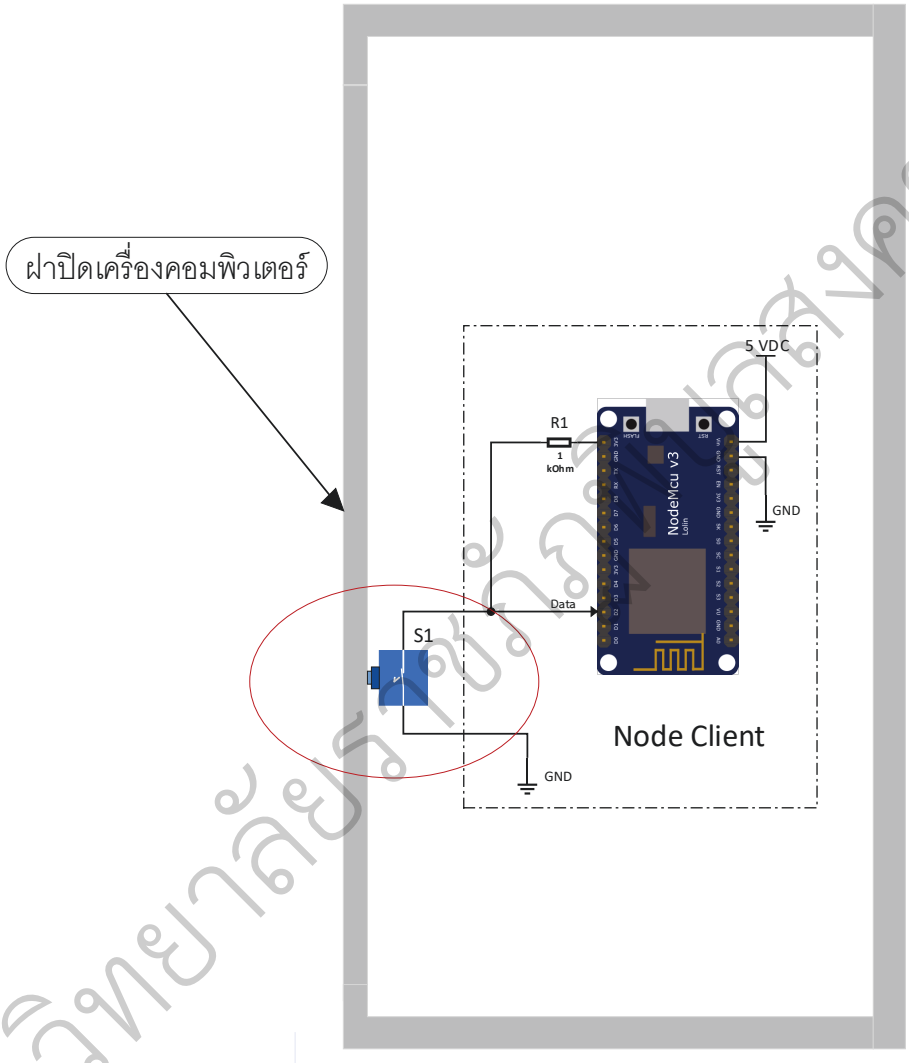
รูปที่ 3.5 แสดงภาพวงจร Node MCU (Client)

จากรูปจะแสดงภาพวงจรในการต่อใช้งานของ Node MCU (Client) ซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อมีการจ่ายไฟให้กับบอร์ด Node MCU/ESP 8266 ดังรูป บอร์ด Node MCU/ESP 8266 จะทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้สายทันที จากนั้นบอร์ด Node MCU/ESP 8266 จะทำการตรวจสอบสถานะของแรงดัน ขาD2 ซึ่งในสถานะปกติ เมื่อไม่มีการกดสวิตช์ S1 จะเป็นที่ขา D2 จะได้ค่าเป็นลอจิก “1” แต่ถ้าหากสวิตช์ S1 มีการกระทำใด ๆ แรงดัน 3.3 V จะถูกส่งผ่าน R1 จะไหลลง GND จนครบวงจร ทำให้สถานะของสวิตช์เปลี่ยนจากลอจิก “1” เป็นลอจิก “0” ทันที ซึ่งถ้าบอร์ด Node MCU/ESP 8266 ตรวจขา D2 เป็นลอจิก “1” บอร์ดจะทำการส่งข้อมูลไปยัง Node MUC (Server) ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทันที เพื่อให้ Node MUC (Server) ตรวจสอบข้อมูลต่อไป

สถานะการทำงานอุปกรณ์ตรวจสอบของ Node MUC (Client)

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว Node MUC (Client) จะตรวจสอบการทำงานของสวิตช์ S1 จากการ เปิด/ปิด เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สถานะของสวิตช์จะมี 2 สถานะ คือ

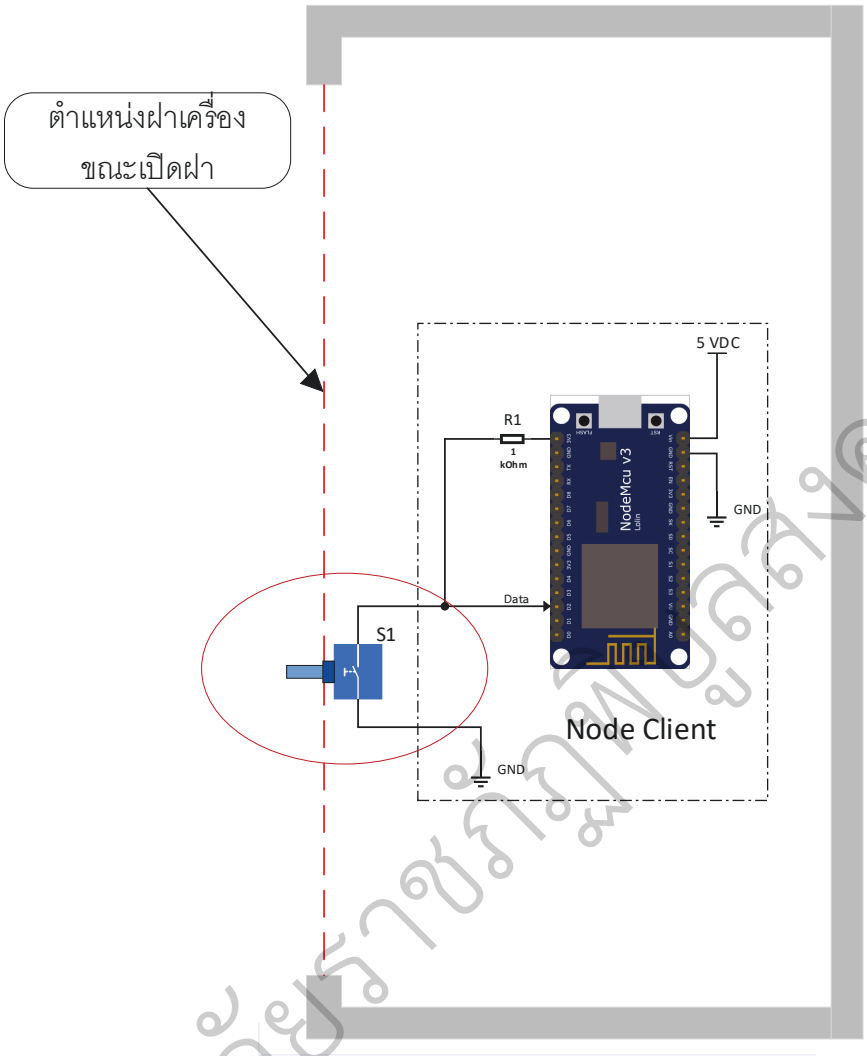
1) สถานะขณะปิดฝาเครื่อง



รูปที่ 3.6 แสดงภาพสถานะของสวิตช์ขณะปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.6 เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในสภาวะปกติฝาเครื่องจะถูกปิดอยู่ทำให้สวิตช์ S1 ที่ติดตั้งระหว่างฝาปิดเครื่องถูกกดอยู่ตลอดเวลา ทำให้วงจรส่งค่าลอจิก “0” ไปยังขา D2 ของบอร์ด Node MCU (Client) ตลอดเวลา จากนั้น บอร์ด Node MCU (Client) จะทำการประมวลผลและส่งข้อมูลไปยัง บอร์ด Node MCU (Server) แบบไร้สายผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2) สถานะขณะเปิดฝาเครื่อง



รูปที่ 3.7 แสดงภาพสถานะของสวิตช์ขณะเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.7 เมื่อทำการเปิดฝาเครื่องออกจากตัวเครื่อง สวิตช์ S1 จะยืดออกด้วยกลไกสปริงดีดกลับโดยอัตโนมัติ ทำให้สถานการณ์ทำงานของสวิตช์เปลี่ยนแปลง ทำให้วงจรส่งค่าลอจิก “1” ไปยังขา D2 ของบอร์ด Node MCU (Client) จากนั้น บอร์ด Node MCU (Client) จะทำการประมวลผลและส่งข้อมูลไปยัง บอร์ด Node MCU (Server) แบบไร้สายผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.1.3.4 หลักการทำงานของ Node MCU (Server)

Node MCU (Server) จะถูกติดตั้งบริเวณภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU (Client) ติดตั้งอยู่ โดยจะมีส่วนประกอบภายในต่าง ๆ ดังนี้

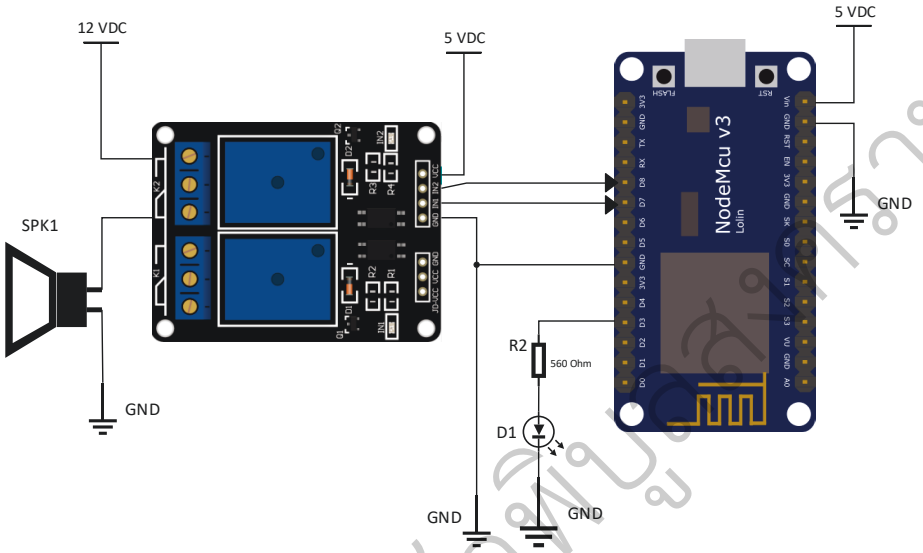
1) บอร์ด Node MCU/ESP 8266
2) Module Relay 2 Chanel
3) Loud Buzzer
4) แหล่งจ่ายไฟ 5 VDC และ 12 VDC

5) แบตเตอรี่สำรองและโมดูลชาร์ตแบตเตอรี่

6) LED แสดงสถานะ

7) กล่องยึดอุปกรณ์

โดยผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังรูปที่ 3.8 เพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับ/ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ได้ตามจุดประสงค์ของงานวิจัย



รูปที่ 3.8 แสดงภาพวงจร Node MCU (Server)

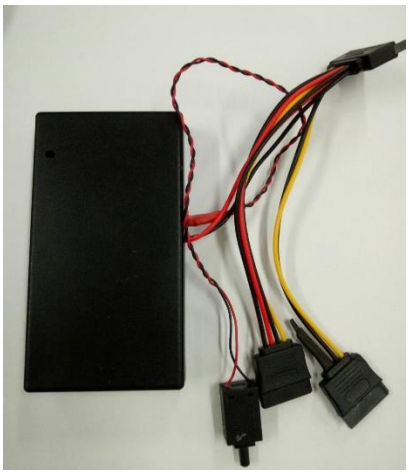
จากรูปแสดงหลักการทำงานของ Node MCU (Server) คือ เมื่อมีการจ่ายไฟจากPower Supply แล้วบอร์ด Node MCU (Server) จะทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทันที จากนั้นบอร์ด Node MCU (Server) จะทำการตรวจสอบข้อมูลสถานะจาก Node MCU (Client) ตามเงื่อนไขของโปรแกรม ถ้า Node MCU (Client) มีการเปลี่ยนแปลงทำให้เงื่อนไขโปรแกรมของ Node MCU (Server) เป็นจริง บอร์ด Node MCU (Server) จะทำการส่งค่าจาก ขาD8 ไปยัง Module Relay ช่องที่ 1 เพื่อสั่งให้ Loud Buzzer ทำงาน ทำให้เกิดเสียงสัญญาณเตือนดังขึ้นและเปลี่ยนสถานะของ LED พร้อมทั้งส่งข้อความทางแอพพลิเคชันไลน์ ด้วยสัญญาณไร้สายผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตให้ผู้ดูแลระบบรับทราบเหตุการณ์ทันที

3.1.3.5 การออกแบบการติดตั้งในพื้นที่จริง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการติดตั้งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ส่วนอุปกรณ์ตรวจสอบการเปิด-ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ (Node MCU Client) จะติดตั้งอยู่ในตัวเครื่องของคอมพิวเตอร์

2) ส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Server (Node MCU Server) และควบคุมสัญญาณเสียงเตือน ซึ่งจะติดตั้งอยู่บริเวณห้องปฏิบัติการที่มี (Node MCU Client) ติดตั้งอยู่ภายในห้องโดยผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งทั้ง 2 ส่วน เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดังรูปที่ 3.9 – 3.12



รูปที่ 3.9 แสดงภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์ส่วน Node MCU Client

รูปที่ 3.10 แสดงภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์ Node MCU Server

รูปที่ 3.11 แสดงภาพการออกแบบจำลองการติดตั้ง Node MCU Client

รูปที่ 3.12 แสดงถาพการออกแบบจำลองการติดตั้ง Node MCU Server

3.1.3.6 ขั้นตอนการทดสอบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT เมื่อดำเนินการสร้างและพัฒนาระบบสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบสำหรับทดสอบการทำงานของระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเปิด/ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์

2) ทดสอบการรับส่งข้อมูลเพื่อส่งสัญญานเสียงเตือนและแจ้งเตือนออนไลน์ผ่านแอพพลิเคชันไลน์เมื่อมีการเปิด/ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 94-95)

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนครั้งนี้ คือ แบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น 5 ระดับ มี 2 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกแบบประเมิน

2) สร้างแบบประเมิน เมื่อได้จำนวนข้อของแบบประเมินจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ แล้วดำเนินการสร้างแบบประเมินโดยให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ทดลองในแต่ละข้อ

3) วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้ตารางวิเคราะห์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจให้คะแนนความสอดคล้อง จากนั้นนำผลคะแนนมาลงในตารางวิเคราะห์ โดยคำถามในแต่ละข้อจะต้องมีความสอดคล้องตั่งแต่ 0.50 ขึ้นไป

4) ได้แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่พร้อมจะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บข้อมูลระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากแบบสอบถามประเมินคุณภาพความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 ดำเนินการส่งหนังสือเรียนเชิญเพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญให้เป็นผู้ประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.2.3.2 ชี้แจงรายละเอียดการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยมีขั้นตอนเบื้องต้นดังนี้

1) หลักการเบื้องต้นของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

2) การติดตั้ง (Node MCU Client)

3) การติดตั้ง (Node MCU Server)

4) ระบบการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์

5) การดูแลรักษาระบบ

3.2.3.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลหลังการใช้งานงานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้แบบประเมินที่มีให้เลือก 5 ระดับ 2 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 102-103)

3.2.3.4 เก็บข้อมูลจากแบบประเมิน โดยเก็บข้อมูลจากระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินผลระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT แล้วนำผลข้อมูลไปวิเคราะห์หาคุณภาพ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.3 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ดูแลระบบสำหรับประเมินความพึงพอใจการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบสอบถามความพึงพอใจ ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้ดูแลระบบจำนวน 3 ท่าน

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจระบบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจไว้จำนวน 15 ข้อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกแบบประเมิน

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เมื่อได้จำนวนข้อของแบบสอบถามความพึงพอใจจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์แล้วจึงดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ

3) วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้ตารางวิเคราะห์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจให้คะแนนความสอดคล้อง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ)

4) ได้แบบสอบถามความพึงพอใจการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่พร้อมจะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บข้อมูลระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ดูแลระบบ จำนวน 3 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ดำเนินการส่งหนังสือเรียนเชิญเพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้ดูแลระบบตอบแบบสอบถามความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.3.3.2 ชี้แจงรายละเอียดการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยมีขั้นตอนเบื้องต้นดังนี้

1) หลักการเบื้องต้นของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

2) การติดตั้ง (Node MCU Client)

3) การติดตั้ง (Node MCU Server)

4) ระบบการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์

5) การดูแลรักษาระบบ

3.3.3.3 ให้ผู้ดูแลระบบตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีให้เลือก 5 ระดับ 15 ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 110)

3.3.3.4 เก็บข้อมูลจากแบบประเมิน โดยเก็บข้อมูลจากระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT แล้วนำผลข้อมูลไปวิเคราะห์หาความพึงพอใจที่มีต่อระบบต่อไป (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) หาค่าเฉลี่ยจากการทดสอบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้วิจัย

2) หาผลการประเมินคุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของเชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3) หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจจากการใช้ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้ดูแลระบบทั้ง 3 ท่าน

โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม แบบทดลองและแบบประเมิน หาค่าร้อยละ รวมทั้งหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรดังนี้

1) สูตรการหาค่าร้อยละ

$$P = \frac{F \times 100}{n}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2) สูตรการหาค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ คูณ คะแนน

n แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.1.5.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) สำหรับวัดการกระจายของข้อมูลแบบประเมิน

สูตรการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนคู่ทั้งหมด

X แทน คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มข้อมูล

$\sum x$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

การวิเคราะห์แบบสอบถามประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ดูแลระบบ ได้ใช้การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยทั่วไปจะกำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ดังนี้ (ธานินทร, 2548 : 77)

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดค่าน้ำหนักการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ระดับความเห็น	ค่าน้ำหนักของตัวเลือก
มากที่สุด หรือ เหมาะสมมากที่สุด	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5
มาก หรือ เหมาะสมมาก	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 4
ปานกลาง หรือ ไม่แน่ใจ	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 3
น้อย หรือ ไม่เหมาะสม	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2
น้อยที่สุด หรือ ไม่เหมาะสมมากที่สุด	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

การวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยออกเป็นช่วงดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด หรือ เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ มาก หรือ เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง หรือ ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ น้อย หรือ ไม่เหมาะสม
ค่าเฉลี่ย 0.50-1.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ น้อยที่สุด หรือ ไม่เหมาะสมมากที่สุด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

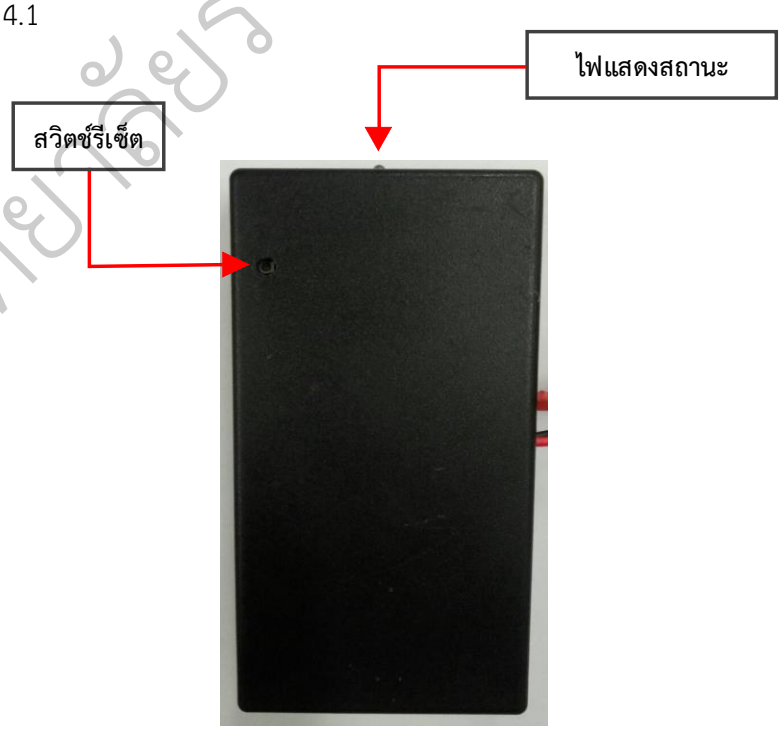
การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ซึ่งได้ผลของการวิจัยซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่สร้างขึ้น โดยขอเสนอผลการวิจัยดังนี้

1) ผลการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT
2) วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ
3) วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ดูแลระบบ

4.1 ผลการพัฒนาระบบแจ้งเตือนแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การพัฒนาระบบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่สร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Node MCU (Client) และ Node MCU (Server)

4.1.1 Node MCU (Client) จะทำหน้าที่ ตรวจสอบสถานะการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเปิด-ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ และส่งข้อมูลที่ได้ไปยัง Server ของระบบแจ้งเตือน ผ่านระบบเครือข่ายอินแทอเน็ต โดยมีสถานะของหลอดไฟแสดงดังรูปที่ 4.1 และสถานะการทำงานของหลอดไฟแสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงภาพไฟสถานะของ Node MCU (Client)

ตารางที่ 4.1 แสดงสถานะการทำงานของหลอดไฟ Node MCU (Client 1-5)

ไฟแสดง	สีหลอด	ลักษณะ	ความหมาย
การทำงานระบบ	เหลือง	ติดค้าง กระพริบ ดับ	- ระบบทำงานปกติ / เชื่อมต่อ Network แล้ว - ระบบกำลังเชื่อมต่อ Network - ระบบไม่ทำงาน

4.1.2 Node MCU (Server) จะทำหน้าที่รับค่าข้อมูลจาก Server มาประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรม โดยจะแสดงผลด้วยหลอดไฟ LED สีต่าง ๆ บนตัวอุปกรณ์ ซึ่งจะแสดงผลสถานะการเชื่อมต่อ Network ของ Node MCU (Client) ทั้งหมด และจะรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจจับการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ของ Node MCU (Client) บน Server มาแสดงผลโดยการแจ้งเตือนด้วยเสียงและส่งข้อความสั้นๆ ไปยังแอพพลิเคชันไลน์ ให้ผู้ดูแลระบบรับทราบเหตุการณ์ทันที โดยมีสถานะของหลอดไฟแสดงดังรูปที่ 4.2 และสถานะการทำงานของหลอดไฟแสดงในตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.2 แสดงภาพไฟสถานะของ Node MCU (Server)

ตารางที่ 4.2 แสดงสถานะการทำงานของหลอดไฟ Node MCU (Server)

ไฟแสดง	สีหลอด	ลักษณะ	ความหมาย
การทำงานระบบ	น้ำเงิน	กระพริบ	- ระบบกำลังเชื่อมต่อ Network / เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
	-	ติดค้าง	- ระบบทำงานปกติ
สถานะการเชื่อมต่อของ Node MCU Client	เขียว1	ติด	- Node MCU Client เครื่องที่ 1 เชื่อมต่อ Network อยู่
	-	ดับ	- Node MCU Client เครื่องที่ 1 เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
	เขียว2	ติด	- Node MCU Client เครื่องที่ 2 เชื่อมต่อ Network อยู่
	-	ดับ	- Node MCU Client เครื่องที่ 2 เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
	เขียว3	ติด	- Node MCU Client เครื่องที่ 3 เชื่อมต่อ Network อยู่
	-	ดับ	- Node MCU Client เครื่องที่ 3 เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
	เขียว4	ติด	- Node MCU Client เครื่องที่ 4 เชื่อมต่อ Network อยู่
	-	ดับ	- Node MCU Client เครื่องที่ 4 เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
	เขียว5	ติด	- Node MCU Client เครื่องที่ 5 เชื่อมต่อ Network อยู่
	-	ดับ	- Node MCU Client เครื่องที่ 5 เชื่อมต่อ Network ไม่ได้
แจ้งเตือนการเกิดเหตุ	แดง	กระพริบ	- ระบบแจ้งเตือนทำงาน
	-	ดับ	- รอการแจ้งเตือน
การกดสวิตช์	แดง	ติด	- มีการกดสวิตช์เพื่อหยุดการแจ้งเตือน
	-	ดับ	- ไม่มีการกดสวิตช์

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากแบบทดสอบการทำงานของระบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการใช้งานระบบแจ้งเตือนจากตารางการทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบด้วยตนเอง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 การทดสอบ คือ

1.) การทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

2.) การทดสอบการแจ้งเตือนของระบบ

4.1.3.1 การทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบจาก Node MCU Client (1-5) ซึ่งจะทดสอบทีละ Node โดยจำลองการเปิดฝาเครื่องออกจากตัวเครื่อง และดูผลการตอบสนองของเซนเซอร์ที่แสดงผลลัพธ์ทางโปรแกรมในแต่ละครั้งว่ามีการตอบสนองหรือไม่ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 93)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

เครื่องที่	การตอบสนอง
Node MCU Client 1	100%
Node MCU Client 2	100%
Node MCU Client 3	100%
Node MCU Client 4	100%
Node MCU Client 5	100%
ค่าเฉลี่ยรวมของการทดสอบ	100%

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ การทดสอบในส่วนนี้ได้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับสถานะของเซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะทำการทดสอบเปิดและปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละ Node จำนวน 10 ครั้ง ตามลำดับ
(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 96)

ผลจากการทดสอบพบว่า Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่อง สามารถตอบสนองการตรวจจับได้ โดยมีการตอบสนองอยู่ที่ 100% และค่าเฉลี่ยรวมของการทดสอบทั้ง 5 เครื่อง เท่ากับ 100% แสดงว่า การตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ของระบบแจ้งเตือนนี้อยู่ในระดับที่ดีมาก

4.1.3.2 การทดสอบการแจ้งเตือนของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการแจ้งเตือนของระบบโดยจะแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ การแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียงและการแจ้งเตือนด้วยข้อความสั้นๆ ผ่านแอพพลิเคชันไลน์ ซึ่งจะทดสอบจากการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายในและทดสอบทีละ Node โดยจะจำลองการเปิดฝาเครื่องออกจากตัวเครื่องจำนวน 10 ครั้ง และจับเวลาในการตอบสนองให้มีการแจ้งด้วยสัญญาณเสียงพร้อมกับจับเวลาในการตอบสนองด้วยแอพพลิเคชันไลน์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1	3.70	3.66	3.97	3.29	3.34	3.61	4.01	3.05	3.62	3.38	**3.56**
2	3.18	3.23	3.60	3.21	3.19	3.65	3.35	3.46	3.13	3.35	**3.34**
3	3.35	3.11	2.94	3.69	3.83	3.52	3.39	3.50	3.65	3.54	**3.45**
4	3.05	3.05	2.59	2.87	2.53	2.62	2.55	2.56	2.12	2.43	**2.64**
5	2.94	2.86	2.68	3.46	3.14	3.36	3.05	2.74	3.36	2.77	**3.04**
เวลาเฉลี่ยรวม											**3.20**

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง การทดสอบในส่วนนี้ได้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับสถานะของเซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะทำการทดสอบเปิดและปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละ Node จำนวน 10 ครั้ง ตามลำดับ จากนั้นจะบันทึกค่าของระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 96)

ผลจากการทดสอบพบว่า Node MCU Client เครื่องที่ 1 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วที่สุดอยู่ที่ 3.05 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงช้าที่สุดอยู่ที่ 4.01 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 2 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วที่สุดอยู่ที่ 3.13 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง

ช้าที่สุดอยู่ที่ 3.65 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.34 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 3 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วที่สุดอยู่ที่ 2.94 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงช้าที่สุดอยู่ที่ 3.83 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.45 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 4 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วที่สุดอยู่ที่ 2.12 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงช้าที่สุดอยู่ที่ 3.05 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 2.64 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 5 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วที่สุดอยู่ที่ 2.68 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงช้าที่สุดอยู่ที่ 3.36 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.04 วินาที โดย Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่องนั้นมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.20 วินาที

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1	3.81	3.74	4.30	3.36	3.39	3.80	4.18	3.78	3.69	3.76	**3.78**
2	3.30	3.65	3.89	3.67	3.31	3.66	3.73	3.50	3.23	3.58	**3.55**
3	3.58	3.55	3.21	3.80	4.01	3.69	3.62	3.76	3.94	4.02	**3.72**
4	3.78	3.25	3.19	3.64	2.95	3.01	3.16	3.04	3.09	3.12	**3.22**
5	2.95	3.15	3.29	3.37	3.87	3.70	3.63	3.03	3.86	3.29	**3.41**
เวลาเฉลี่ยรวม											**3.54**

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ การทดสอบในส่วนนี้ได้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับสถานะของเซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะทำการทดสอบเปิดและปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละ Node จำนวน 10 ครั้ง ตามลำดับ จากนั้นจะบันทึกค่าของระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยด้วยแอพพลิเคชันไลน์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 97)

ผลจากการทดสอบพบว่า Node MCU Client เครื่องที่ 1 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เร็วที่สุดอยู่ที่ 3.36 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ช้าที่สุดอยู่ที่ 4.30 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.78 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 2 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เร็วที่สุดอยู่ที่ 3.23 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ช้าที่สุดอยู่ที่ 3.89 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 3 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เร็วที่สุดอยู่ที่ 3.21 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ช้าที่สุดอยู่ที่ 4.02 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.72 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 4 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เร็วที่สุดอยู่ที่ 2.95 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ช้าที่สุดอยู่ที่ 3.78 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.22 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 5 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เร็วที่สุด

อยู่ที่ 2.95 วินาที มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ช้าที่สุดอยู่ที่ 3.87 วินาที และมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.41 วินาที โดย Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่องนั้นมีความเร็วในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.54 วินาที

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาในการแจ้งเตือนของระบบ

Node ที่	ระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยเสียง (วินาที)	ระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ (วินาที)	ความต่างของเวลา* (วินาที)
1	3.56	3.78	0.22
2	3.34	3.55	0.21
3	3.45	3.72	0.27
4	2.64	3.22	0.58
5	3.04	3.41	0.37
เฉลี่ย	**3.20**	**3.54**	**0.34**

*** ความแตกต่างของเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเทียบกับการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดเชิงประสิทธิภาพของความเร็วในการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานไม่ได้อยู่ในบริเวณที่มีระบบแจ้งเตือนติดตั้งอยู่**

จากตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาในการแจ้งเตือนของระบบ ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนระหว่างการแจ้งเตือนด้วยเสียง กับการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยจะทำการเปรียบเทียบความต่างของระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนของ Node MCU Client จำนวน 5 เครื่อง ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนของ Node MCU Client จำนวน 5 เครื่อง พบว่า Node MCU Client เครื่องที่ 1 มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.22 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 2 มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.21 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 3 มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.27 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 4 มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.58 วินาที ใน Node MCU Client เครื่องที่ 5 มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.37 วินาที และในการเปรียบเทียบระยะเวลาในการแจ้งเตือนเฉลี่ยของ Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่อง มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยเสียงอยู่ที่ 3.20 วินาที และมีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์อยู่ที่ 3.54 วินาที โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.34 วินาที แสดงให้เห็นว่าระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาขึ้นนี้มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ขอมูลจากแบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการหาคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ในแต่ละด้านจะมีข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ คือ

1) ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน

2) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญ (ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน)

ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน	ความคิดเห็น		ระดับความคิดเห็น
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความเหมาะสมของขนาดของชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบเหมาะแก่การใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การออกแบบชุดอุปกรณ์เหมาะสมในการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์	5.00	0.00	มากที่สุด
3. การออกแบบเรื่องระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวแบบต้นทุนต่ำ มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	4.67	0.47	มากที่สุด
5. การออกแบบส่วนแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ระบบ	4.67	0.47	มากที่สุด
6. การเลือกใช้อุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสม	4.67	0.47	มากที่สุด
7. การออกแบบส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสมกับการการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์	4.67	0.47	มากที่สุด
8. การออกแบบระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายใน	4.67	0.47	มากที่สุด
9. การออกแบบหน้าจอการแสดงผลสถานะการทำงานของระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอพพลิเคชั่นสะดวกและใช้งานได้ง่าย	4.67	0.47	มากที่สุด
10. การออกแบบระบบสัญญาณเสียงแจ้งเตือนและการหยุดสัญญาณ	4.67	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมของการออกแบบระบบแจ้งเตือนออนไลน์	**4.77**	**0.33**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบระบบแจ้งเตือน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) จำนวน 3 ข้อ คือ ข้อ1) ความเหมาะสมของขนาดของชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบเหมาะแก่การใช้งาน ข้อ2) การออกแบบชุดอุปกรณ์เหมาะสมในการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และข้อ3) การออกแบบเรื่องระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบ และพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67) จำนวน 7 ข้อ คือ ข้อ4) การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบสมองกล

ฝังตัวแบบตันทุนต่ำ มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ข้อ5) การออกแบบส่วนแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ระบบ ข้อ6) การเลือกใช้อุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสม ข้อ7) การออกแบบส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสมกับการการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ข้อ8) การออกแบบระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายใน ข้อ9) การออกแบบหน้าจอการแสดงผลสถานะการทำงานของระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอพพลิเคชั่นสะดวกและใช้งานได้ง่าย ข้อ10) การออกแบบระบบสัญญาณเสียงแจ้งเตือนและการหยุดสัญญาณ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญ (ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน)

ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน	ความคิดเห็น		ระดับความคิดเห็น
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ขนาดชุดอุปกรณ์ของระบบสามารถใช้งานและติดตั้งได้จริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทุกรุ่นและทุกยี่ห้อที่มีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ต้นทุนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างต่ำทำให้สามารถพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบแจ้งเตือน ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	4.67	0.47	มากที่สุด
4. ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	4.67	0.47	มากที่สุด
5. ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมฯ	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบการแสดงสถานะการทำงานและการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมฯ	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น	4.33	0.47	มาก
9. ระบบการเชื่อมต่อระหว่าง Node Client ของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและ Node Server ที่ทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายใน	4.33	0.47	มาก
10. ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบการลงทุนและความเสียหายที่ได้รับ	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์	**4.80**	**0.19**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการคุณภาพของระบบแจ้งเตือน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) จำนวน 6 ข้อ คือ ข้อ1) ขนาดชุดอุปกรณ์ของระบบสามารถใช้งานและติดตั้งได้จริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทุกรุ่นและทุกยี่ห้อที่มีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว ข้อ2) ต้นทุนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างต่ำทำให้สามารถพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ข้อ5) ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ข้อ6) ระบบการแสดงสถานะการทำงานและการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ข้อ7) ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบการลงทุนและความเสียหายที่ได้รับ และพบว่ามีค่าเฉลี่ยรองลงมาอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67) จำนวน 2 ข้อ คือ ข้อ3) ระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบแจ้งเตือน ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และข้อ4) ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และยังพบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.33) จำนวน 2 ข้อ คือ ข้อ8) ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น และข้อ9) ระบบการเชื่อมต่อระหว่าง Node Client ของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและ Node Server ที่ทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายใน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือนและด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

หัวข้อด้านการประเมิน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	แสดงระดับความคิดเห็น
1. ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน	4.77	0.33	มากที่สุด
2. ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน	4.80	0.19	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือน	**4.79**	**0.26**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.9 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นต่อระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ในด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือนและด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน โดยภาพรวมของการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนอยู่ใน

ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79) โดยพิจารณจากข้อคำถามในแบบประเมินของแต่ละด้าน จำนวนด้านละ 10 ข้อ ซึ่งพบว่าในด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือนพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.77) และในด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือนพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.80)

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

จากแบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่มีต่อระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ไว้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มรายละเอียดระยะเวลาในการใช้งานแบตเตอรี่สำรอง
2. พัฒนางานวิจัยนี้สำหรับทดสอบระบบเมื่อมีจำนวนคอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้น เพื่อดูความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการของการแจ้งเตือน
3. ทดลองออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Node ด้วยวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม
4. ควรมีระบบแจ้งเตือนที่เป็นแอพพลิเคชันของหน่วยงานโดยเฉพาะ
5. ระบบแจ้งเตือนการโจรกรรมเป็นระบบที่มีประโยชน์ในการดูแลรักษาครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ได้จริง ควรได้รับการสนับสนุนและพัฒนาต่อเพื่อการใช้งานจริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ดูแลระบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือน จากแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการใช้งาน ซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลครุภัณฑ์ต่าง ๆ จำนวน 3 ท่าน โดยแบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้ดูแลระบบ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	แสดงระดับความคิดเห็น
1. ความยากง่ายต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการติดตั้งระบบแจ้งเตือน	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับ	4.67	0.47	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของระบบสำรองไฟในตัว	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะของระบบชาร์ตแบตเตอรี่ในตัวโดยไม่ต้องถอดชาร์ต	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ระยะเวลาในการสำรองไฟเลี้ยงอุปกรณ์	4.67	0.47	มากที่สุด
8. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง	4.67	0.47	มากที่สุด
9. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์	4.67	0.47	มากที่สุด
10. ความเหมาะสมของช่องทางในการแจ้งเตือน	4.67	0.47	มากที่สุด
11. ความเหมาะสมของระดับสัญญาณเสียงในการแจ้งเตือน	4.67	0.47	มากที่สุด
12. การแสดงผลสถานะการทำงานบนอุปกรณ์	4.67	0.47	มากที่สุด
13. ความน่าเชื่อถือของระบบแจ้งเตือน	4.67	0.47	มากที่สุด
14. ความปลอดภัยขณะใช้งานระบบ	4.67	0.47	มากที่สุด
15. ความสะดวกในการบำรุงรักษา	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือน	**4.80**	**0.28**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าผู้ดูและระบบมีความพึงพอใจหลังการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80) โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) มีจำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1) ความยากง่ายต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือน ข้อ2) ความสะดวกในการติดตั้งระบบแจ้งเตือน ข้อ3) ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) ข้อ5) ความเหมาะสมของระบบสำรองไฟในตัว ข้อ6) และข้อ15) ความเหมาะของระบบชาร์ตแบตเตอรี่ในตัวโดยไม่ต้องถอดชาร์ต ความสะดวกในการบำรุงรักษา และมีข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67) มีจำนวน 9 ข้อ ไดแก่ ข้อ4) ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับ ข้อ7) ระยะเวลาในการสำรองไฟเลี้ยงอุปกรณ์ ข้อ8) ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง ข้อ9) ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ ข้อ10) ความเหมาะสมของช่องทางในการแจ้งเตือน ข้อ11) ความ

เหมาะสมของระดับสัญญาณเสียงในการแจ้งเตือน ข้อ12) การแสดงผลสถานการณ์ทำงานบนอุปกรณ์ ข้อ13) ความน่าเชื่อถือของระบบแจ้งเตือน และข้อ14) ความปลอดภัยขณะใช้งานระบบ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน จากแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการใช้งาน ซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลครุภัณฑ์ต่าง ๆ จำนวน 3 ท่าน ได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่มีต่อระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ไว้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มจำนวน Node MCU Client ให้มากขึ้น
2. พัฒนาต่อให้ระบบแจ้งเตือนนี้ใช้งานได้จริงกับหน่วยงาน
3. เพิ่มระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่สำรองให้นานมากขึ้น
4. เพิ่มการบันทึกภาพหรือระบบปิดประตูอัตโนมัติ เมื่อเกิดเหตุขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT แบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน และ แบบสอบถามความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้ดูแลระบบจำนวน 3 ท่าน

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1. สรุปผลการทำงานของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ส่วนที่ 2. สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT และส่วนที่ 3. สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

5.1.1 สรุปผลการทำงานของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ผลการทำงานของระบบแจ้งเตือนจะได้จากการทดสอบการใช้งานระบบแจ้งเตือน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 การทดสอบ คือ

1) การทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง การทดสอบในส่วนนี้ได้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับสถานะของเซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะทำการทดสอบเปิดและปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละ Node จำนวน 10 ครั้ง พบว่า Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่อง สามารถตอบสนองการตรวจจับได้ โดยมีการตอบสนองอยู่ที่ 100% และค่าเฉลี่ยรวมของการทดสอบทั้ง 5 เครื่อง เท่ากับ 100% แสดงให้เห็นว่า การตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ของระบบแจ้งเตือนนี้อยู่ในระดับที่ดีมาก

2) การทดสอบการแจ้งเตือนของระบบ การทดสอบการแจ้งเตือนของระบบโดยจะแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ การแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียงและการแจ้งเตือนด้วยข้อความสั้นๆ ผ่านแอพพลิเคชันไลน์ ซึ่งจะทดสอบจากการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ภายในและทดสอบทีละ Node โดยจะจำลองการเปิดฝาเครื่องออกจากตัวเครื่องจำนวน 10 ครั้ง และ

จับเวลาในการตอบสนองให้มีการแจ้งด้วยสัญญาณเสียงพร้อมกับจับเวลาในการตอบสนองด้วยแอพพลิเคชันไลน์ พบว่า Node MCU Client เครื่องที่ 1 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 วินาที มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.78 วินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือน Node MCU Client เครื่องที่ 1 จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.22 วินาที ส่วน Node MCU Client เครื่องที่ 2 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.34 วินาที มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 วินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือน Node MCU Client เครื่องที่ 2 จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.21 วินาที ส่วน Node MCU Client เครื่องที่ 3 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.45 วินาที มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.72 วินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือน Node MCU Client เครื่องที่ 3 จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.27 วินาที ส่วน Node MCU Client เครื่องที่ 4 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 2.64 วินาที มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.22 วินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือน Node MCU Client เครื่องที่ 4 จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.58 วินาที และ Node MCU Client เครื่องที่ 5 มีระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.04 วินาที มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.41 วินาที ซึ่งถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือน Node MCU Client เครื่องที่ 1 จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่ากับ 0.37 วินาที

ในการเปรียบเทียบระยะเวลาในการแจ้งเตือนเฉลี่ยของ Node MCU Client ทั้ง 5 เครื่อง มีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยเสียงอยู่ที่ 3.20 วินาที และมีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์อยู่ที่ 3.54 วินาที โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.34 วินาที จึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาขึ้นนี้มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

5.1.2 สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การหาคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ในแต่ละด้านจะมีข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ สรุปได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่า การประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน คือ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบระบบแจ้งเตือน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) และพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67)

2) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่า การประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนจากผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน คือ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบระบบแจ้ง

เตือน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) มีค่าเฉลี่ยรองลงมาอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67) และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.33)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกี่ยวกับด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน และด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือนโดยรวม มีความคิดเห็นต่อการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79)

5.1.3 สรุปผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ความพึงพอใจหลังการใช้งานของผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลครุภัณฑ์ต่าง ๆ จำนวน 3 ท่าน จากแบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยแบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ พบว่า ผู้ดูแลระบบมีความพึงพอใจหลังการใช้งาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 5.00) และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.67)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย “การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT” ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนขึ้นมา พบว่า ระบบแจ้งเตือนสามารถตอบสนองการตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับที่ดีมาก คิดเป็นร้อยละอยู่ที่ 100% และค่าเฉลี่ยรวมของการทดสอบทั้ง 5 เครื่อง เท่ากับ 100% แสดงให้เห็นว่า เซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ของระบบแจ้งเตือนนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยของครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ ไพโรจน์ เหลือวงศกร และคณะ (2560) ที่ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน พบว่า ระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่บ้านพักอาศัยที่ได้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์สมองกลฝังตัว ESP8266 ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับควันไฟและกลิ่นแก๊สได้ และสอดคล้องกับ วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2559) ในวารสารวิชาการเรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา ที่มีแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และในส่วนของการตอบสนองการแจ้งเตือนด้วยเสียงและแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ พบว่า ระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาขึ้นนี้มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วกว่าการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงระยะเวลาในการแจ้งเตือนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.20 วินาที และมีระยะเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์อยู่ที่ 3.54 โดยมีความแตกต่างของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเท่ากับ 0.34 วินาที ซึ่งระยะเวลาในการตอบสนองการแจ้งเตือนนี้จะเร็วหรือช้าอาจขึ้นอยู่กับความเร็วของระบบเครือข่ายอินเตอร์ที่ใช้ต่อใช้งาน รวมถึงระบบแจ้งเตือนใช้ Wi-Fi ในการเชื่อมต่อข้อมูลอาจมีสัญญาณรบกวนทำให้การตอบสนองช้าลง และอาจเกิดจากการแจ้งเตือนด้วยเสียงจะทำงานทันทีเมื่อ Node MCU Server ตรวจพบว่ามี Node MCU Client ถูกเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่การแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ เมื่อ Node MCU Server ตรวจพบว่ามี Node MCU Client ถูกเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจะส่งข้อมูลไปยัง Server ของตัวแอพพลิเคชันไลน์ก่อนจึงจะส่งข้อความกลับมายังผู้ใช้งานระบบรับทราบเหตุการณ์

ระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับ สมเกียรติ บุญรอดดิษฐ์ และคณะ (2558) ที่ได้วิจัยเรื่องระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้น พบว่า เมื่อ

รถยนต์ถูกโจรกรรมหรือถูกบุกรุกอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ทุกครั้ง และส่งสัญญาณด้วยข้อความสั้นโดยเฉลี่ย 20 วินาที และสอดคล้องกับณัฐวุฒิ มากเลาะเลย์ (2559) ที่ได้วิจัยเรื่องระบบเตือนภัยสัญญาณกันขโมยรถยนต์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น พบว่า หากรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ถูกงัดแงะ ขโมย หรือโดนชนกระแทกทำให้สัญญาณกันขโมยดัง แอพพลิเคชั่นจะช่วยแจ้งเตือนว่ามีเหตุการณ์อะไรบ้างที่เกิดขึ้นกับรถยนต์ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตาม และสอดคล้องกับคุณากร สีหนู และคณะ (2560) ที่ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลโดยใช้เครือข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที ซึ่งผลการทดลองระบบสามารถทำงานสอดคล้องตามวัตถุประสงค์และแจ้งเตือนทั้ง 10 ครั้ง โดยงานวิจัยทั้งหมดนี้จะเป็นระบบที่ใช้สำหรับรักษาความปลอดภัยของทรัพย์สิน ซึ่งจะคล้ายกับงานวิจัยที่พัฒนาขึ้นแต่จะมีรูปแบบในการใช้งานและการเลือกใช้ด้วยเทคโนโลยีในการแจ้งเตือนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ระบบรักษาความปลอดภัยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลจากการประเมินผลคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ได้พัฒนาขึ้นจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.79) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.26 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน และมีความคิดเห็นว่าระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพมากที่สุด เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าระบบแจ้งเตือน มีความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้งาน มีการออกแบบชุดอุปกรณ์เหมาะสมในการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ มีการออกแบบเรื่องระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายไฟเลี้ยงการทำงานของระบบ ขนาดชุดอุปกรณ์ของระบบสามารถใช้งานและติดตั้งได้จริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทุกรุ่นและทุกยี่ห้อที่มีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว ต้นทุนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างต่ำทำให้สามารถพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มีระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มีระบบการแสดงสถานะการทำงานและการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มีความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server และความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบการลงทุนและความเสียหายที่ได้รับ

ผลจากการประเมินความพึงพอใจหลังการใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จากผู้ดูแลระบบทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีความพึงพอใจในระบบแจ้งเตือนนี้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.28 โดยผู้ดูแลระบบทั้ง 3 ท่าน มีความพึงพอใจในเกี่ยวกับความยากง่ายต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือน มีความสะดวกในการติดตั้ง ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) มีความเหมาะสมของระบบสำรองไฟในตัว มีความเหมาะของระบบชาร์ตแบตเตอรี่ในตัวโดยไม่ต้องถอดชาร์ต และมีความสะดวกในการบำรุงรักษา

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

- การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT เป็นระบบที่สามารถใช้งานได้จริง จึงควรนำไปพัฒนาต่อยอดให้มีจำนวนของเครื่อง Node MCU Client เพิ่มมากขึ้น และพัฒนาระบบการเชื่อมต่อในรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

- ควรเพิ่มช่องทางในการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับทราบเหตุการณ์ได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

- ควรพัฒนาระบบแจ้งเตือนให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบบันทึกภาพและระบบรักษาความปลอดภัยของครุภัณฑ์ประเภทอื่น ๆ

- ควรสร้างคู่มือการใช้งานระบบแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานท่านอื่น ๆ สามารถนำระบบแจ้งเตือนไปใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในทำวิจัยครั้งต่อไป

- ควรพัฒนาระบบสำรองไฟเลี้ยงอุปกรณ์ให้มีระยะเวลาในการใช้งานให้ยาวนานยิ่งขึ้นและมีรายละเอียดของระยะเวลาในการใช้งานเพิ่มเติม

- ควรศึกษาระบบการรับ-ส่งข้อมูลและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อให้การพัฒนาระบบแจ้งเตือนมีการตอบสนองที่รวดเร็วทันทีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- ควรศึกษาข้อมูลและข้อจำกัดของอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยี IoT ที่นำจะมาใช้ให้เหมาะสมกับงานวิจัย

บรรณานุกรม

มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ. (2559). **Internet of Things (IoT).** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.dstd.mi.th/board/index.php?topic=2070.0 (สืบคนข้อมูล : มกราคม 2561).

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2559). อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา. **วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม** ปีที่ 4 (ฉบับที่ 2): หน้า 84.

อัณณพ ชูบำรุง. (2543). **การควบคุมอาชญากรรมในสังคม.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ธิดารัตน์ อาตวงษ์. (2556). **ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://tidarat19.wordpress.com. (สืบคนข้อมูล : มกราคม 2561).

ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์. (2555). **ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับตรวจจับการล้มขณะอาบน้ำด้วยกล้องที่รักษาความเป็นส่วนตัว.** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศักรินทร์ ตันสุรพงษ์. (2558). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับแอพพลิเคชั่นไลน์.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์. (2556). **ไลน์รูปแบบการสื่อสารบนความสร้างสรรค์ของสมาร์ทโฟน: ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน.** นักบริหาร, 33(4), 42-54.

พรพิมล บูรณเบญญา และเพ็ญจิรา คันธวงศ์. (2557). **ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อสังคมออนไลน์ของคนวัยทางาน: กรณีศึกษาแอพพลิเคชั่น “ไลน์” ที่เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์.** ในการประชุมวิชาการระดับชาติประจำปี 2557 (หน้า 442-453). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.

โซเชี่ยลเน็ตเวิร์คไลน์. (2558). **ความหมายของ LINE.** สืบค้นจากhttps://sites.google.com/site/socialnetworkline/khwam-hmay.

ไลน์เผยผู้ใช้งานทั่วโลกทะลุ 560 ล้านคน พร้อมเปิดบริการใหม่. (2557). **เดลินิวส์.** สืบค้นจาก http://www.dailynews.co.th/content/IT/273115.

องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย. (2558). **คนไทยสวัสดีปีใหม่ผ่านแอพฯ-สื่อสังคมออนไลน์ พุ่งกระฉูด-"ไลน์" ครองแชมป์.** สืบค้นจาก http://m.news.thaipbs.or.th.

บริษัท ThaiEasyElec. (2560). **Arduino ESP8266 (NodeMCU).** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html. (สืบค้นข้อมูล : มกราคม 2561).

Ayarafun Factory. (2554). **Arduino Tutorial 3: Digital input, Debounce.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/. (สืบค้นข้อมูล : มกราคม 2561).

ณัฐวุฒิ มากเลาะเลย์. (2559). **ระบบเตือนภัยสัญญาณกันขโมยรถยนต์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ไพโรจน์ เหลืองวงศกร และคณะ. (2560). การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน. **Journal of information science and technology** เล่มที่ 2 (ฉบับที่ 7):

คุณากร สีหนู และคณะ. (2560). การพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักยานยนต์ระยะไกลโดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่. ใน**การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.**

เกศศักดิ์ดา ศรีโครต และวรางคณา เหนือคูเมือง. (2560). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ตัวตรวจจับทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบแจ้งเตือนเด็กติดค้างในรถยนต์. **วารสารวิจัย UTK ราชมงคลกรุงเทพ.** ปีที่ 11 (ฉบับที่ 1):

สมเกียรติ บุญรอดดิษฐ์ และสมคิด สุขสวัสดิ์. (2555). **ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยข้อความสั้น.** วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5.

สรวิชญ์ หมื่นจำนงค์ และคณะ. (2560). ระบบแจ้งเตือนภัยไร้สายภายในอาคารสำหรับผู้พิการหูหนวก. ใน**การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 2 .**

Buyy, Rajkumar., Vahid Dastjerdi, Amir. (2561). **Internet of things: principles and paradigms.** Amsterdam: Morgan Kaufmann.

Lutz, Robert. (2016). **The Implications of the Internet of Things for Education.** http:// www.systech.com/the-implications-of-theinternet-of-things-for-education

Scully, Padraig., Lueth, Knud Lasse. (2016). **Guide to IoT Solution Development.** from http:// iot-analytics.com

กลุ่มแอดวานซ์รีเสิร์ช. (2559). **Internet of Things (IoT) คืออะไร "คน กับ อินเทอร์เน็ต" ไปสู่ "สิ่งของ กับ อินเทอร์เน็ต".** สืบค้นจาก http://www.ar.co.th/kp/th/15

Waldner, Jean-Baptiste (2008). **Nanocomputers and Swarm Intelligence.** London: ISTE John Wiley & Sons. p. 205.

Selinger, Michelle., Sepulveda, Ana., Buchan, Jim. (2013). **Education and the Internet of Everything.** from http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/ industries/docs/ education/education_internet.pdf

Manches, Andrew., Duncan, Pauline., Plowman, Lydia., and Sabeti, Shari. (2015). **Three questions about the Internet of things and children. TechTrends.** January/February 2015 Volume 59, Number 1

Bradicich, Tom. (2015). **The 7 Principles of the Internet of Things (IoT).** from http://blog.iicon sortium.org/2015/07/the-7-principles-of-theinternet-of-things-iot.html

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT และผู้ดูแลระบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อประกอบการทำวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1. อาจารย์ ดร.จิรารัตน์ เอี่ยมสอาด
   ตำแหน่ง ประธานหลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
   มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
   โทร. 090-896-9020

2. อาจารย์วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์
   ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
   มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
   โทร. 080-789-7776

3. อาจารย์ยอดเพชร ทองขาว
   ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
   มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
   โทร. 089-959-9480

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผล

เรียน อาจารย์จิรารัตน์ เอี่ยมสอาด

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมีอาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดประเมินผล เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาของแบบสอบถาม และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผล

เรียน อาจารย์วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมีอาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดประเมินผล เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาของแบบสอบถาม และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผล

เรียน อาจารย์ยอดเพชร ทองขาว

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมีอาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดประเมินผล เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาของแบบสอบถาม และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

รายนามผู้ดูแลระบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1. นายวิชิตร เหล็กคำ
   ตำแหน่ง นักวิชาการคอมพิวเตอร์
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
   โทร. 084-238-2404

2. นายสุวัตร ชยานันท์
   ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ (สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง)
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง
   โทร. 095-642-2572

3. นายกฤษณะ กลิ่นดี
   ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ (สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา)
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิต
   โทร. 089-706-1408

หนังสือขอเชิญผู้ดูแลระบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความพึงพอใจ

เรียน นายวิชิต เหล็กคำ

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมี อาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดความพึงพอใจ เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของการใช้งาน และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความพึงพอใจ

เรียน นายสุวัตร ชยานันท์

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมี อาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดความพึงพอใจ เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของการใช้งาน และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โทร.6000

ที่ คทอ.พิเศษ/2561 **วันที่** 20 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความพึงพอใจ

เรียน นายกฤษนะ กลิ่นดี

ด้วยนายสมเจตน์ ทองดี ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กำลังดำเนินการทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT" โดยมี อาจารย์ วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านในการประเมินชุดความพึงพอใจ เพื่อความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของการใช้งาน และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ปิ่นสกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ภาพประกอบการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 Node MCU Server จำนวน 1 เครื่อง และส่วนที่ 2 Node MCU Client จำนวน 5 เครื่อง โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างจำลองของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT
2. การออกแบบวงจรภายในระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT
3. การประกอบโครงสร้างจากชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. โค้ดโปรแกรม Arduino IDE สำหรับระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT
5. การแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์

1. การออกแบบโครงสร้างจำลองของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

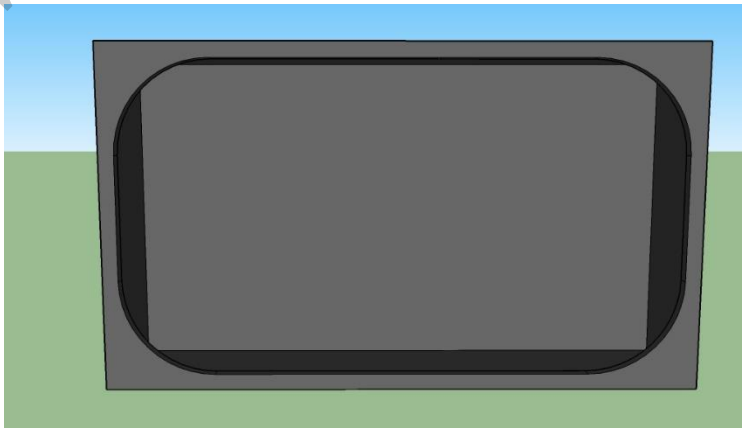
ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือในการออกแบบโครงสร้าง โดยใช้โปรแกรม SketchUp pro ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการออกแบบ Model 3 มิติ สามารถสร้างงานเขียนแบบหรือภาพจำลองได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แม้ว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานโปรแกรม 3 มิติมาก่อน ก็สามารถที่จะเรียนรู้ และทดลองสร้าง Model 3 มิติด้วยเครื่องมือที่มีให้ในโปรแกรมได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว และเพื่อลดข้อผิดพลาดในการประกอบโครงสร้างได้เป็นอย่างดี

การออกแบบโครงสร้างจำลองของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

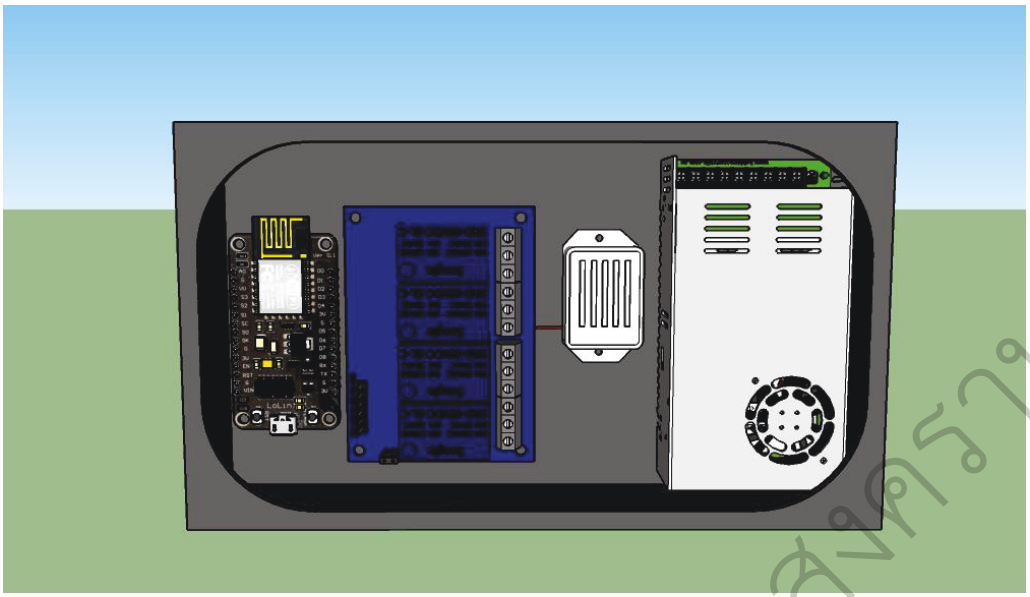
ส่วนที่ 1 การออกแบบโครงสร้างจำลองของ Node MCU Server

ส่วนที่ 2 การออกแบบโครงสร้างจำลองของ Node MCU Client

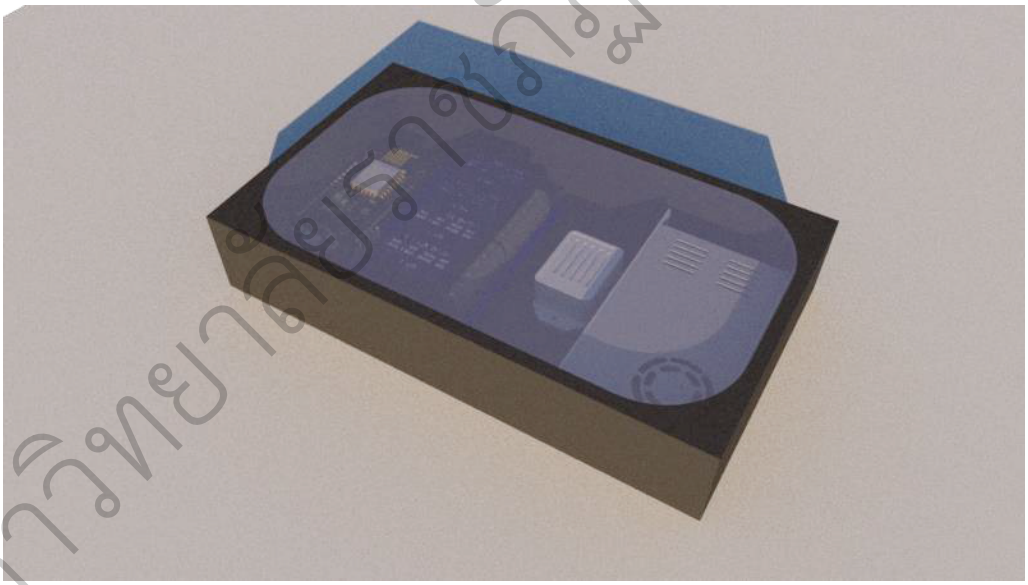
1.1 การออกแบบโครงสร้างจำลองของ Node MCU Server



รูปที่ ข-1 แสดงภาพโครงสร้างภายนอกของ Node MCU Server

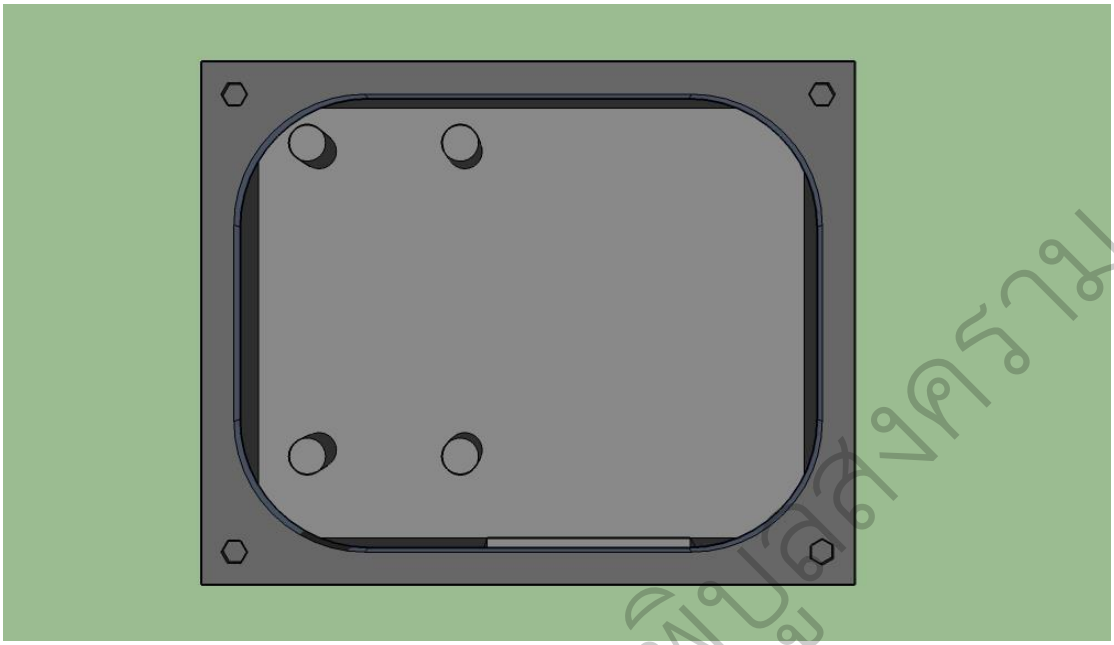


รูปที่ ข-2 แสดงภาพการจัดเรียงตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

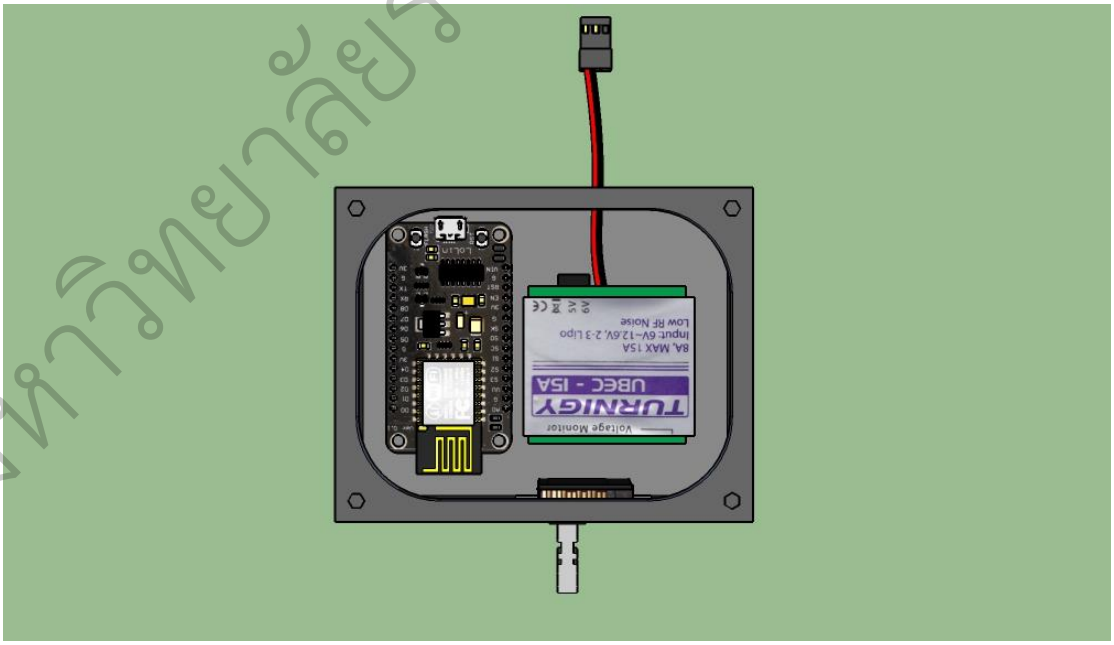


รูปที่ ข-3 แสดงภาพ Node MCU Server เมื่อเสร็จสมบูรณ์

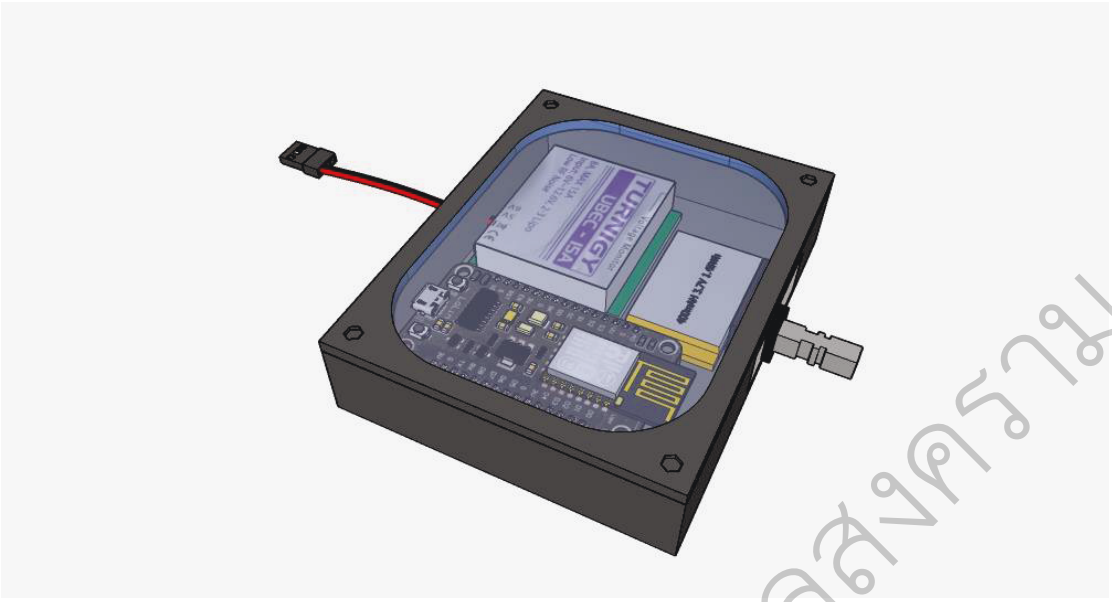
1.2 การออกแบบโครงสร้างจำลองของ Node MCU Client (1-5)



รูปที่ ข-4 แสดงภาพโครงสร้างภายนอกของ Node MCU Client

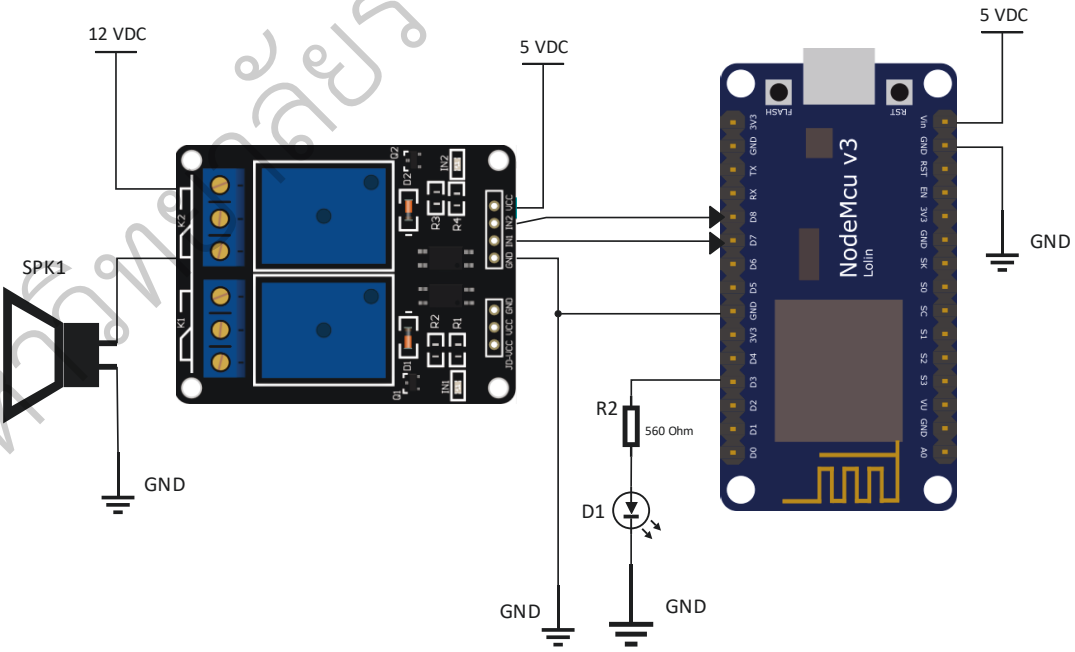


รูปที่ ข-5 แสดงภาพการจัดเรียงตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

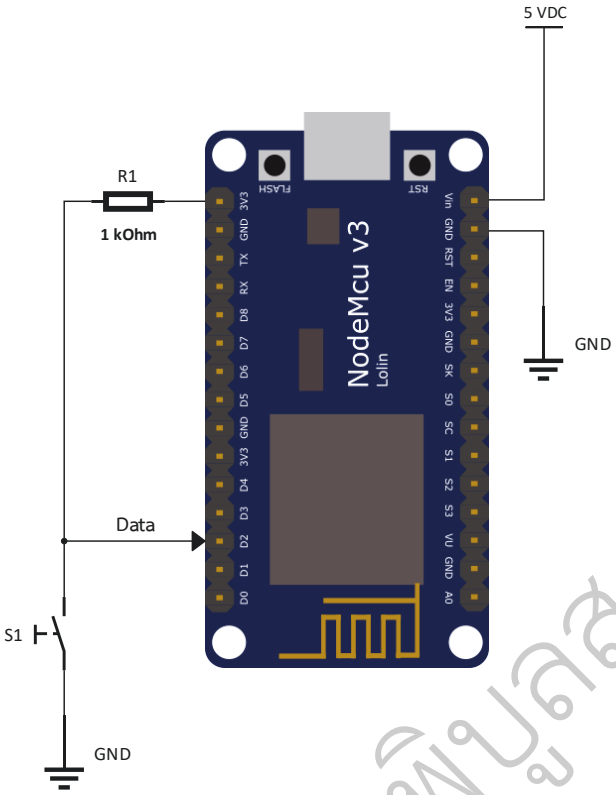


รูปที่ ข-6 แสดงภาพ Node MCU Client เมื่อเสร็จสมบูรณ์

2. การออกแบบวงจรภายในระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT



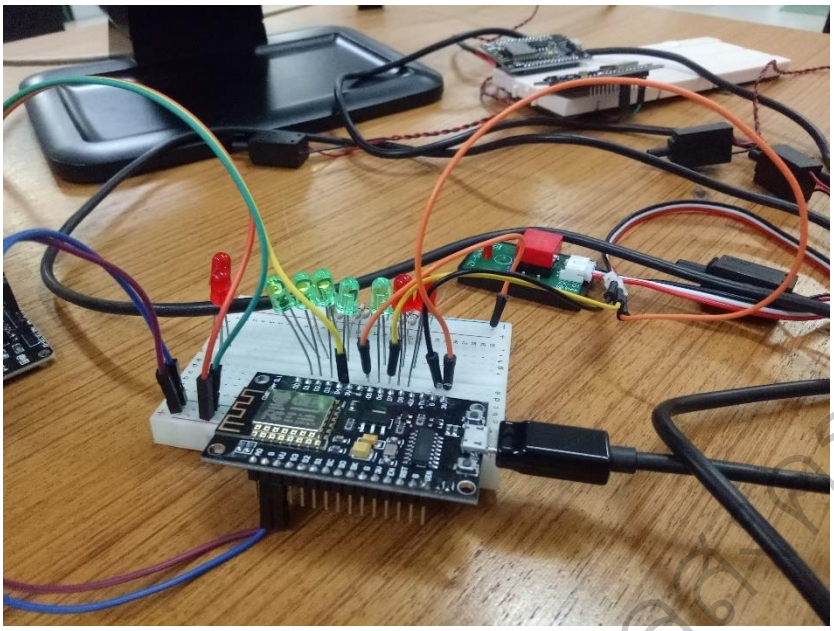
รูปที่ ข-7 แสดงภาพวงจรของ Node MCU Server



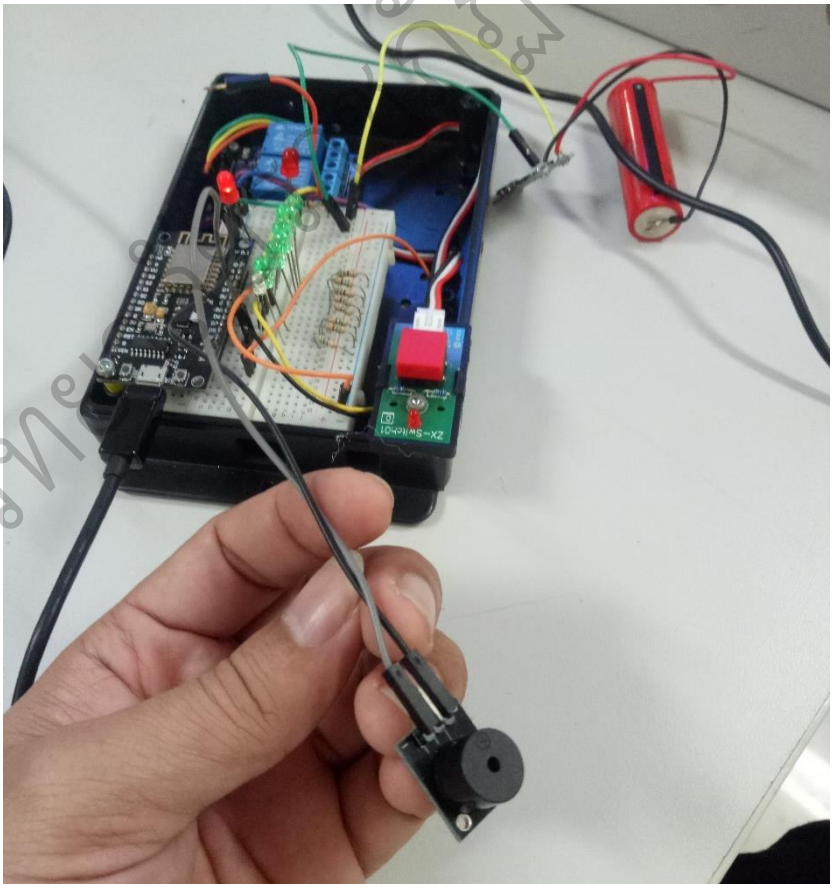
รูปที่ ข-8 แสดงภาพวงจรของ Node MCU Client

3. การประกอบโครงสร้างจากชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

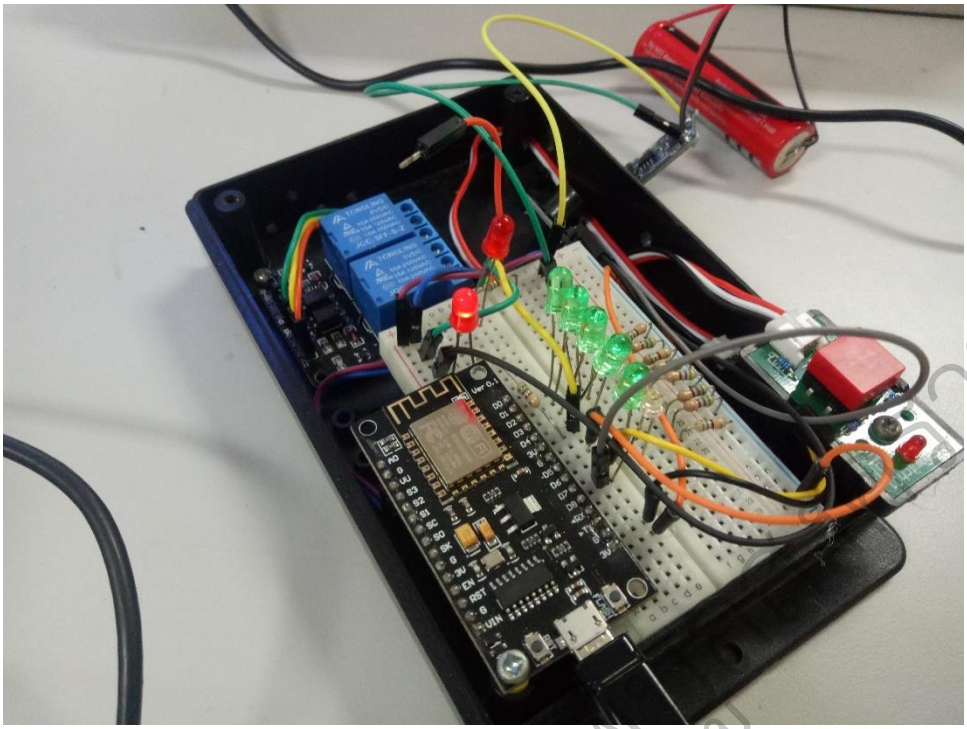
รูปที่ ข-9 แสดงภาพอุปกรณ์ชุดชาร์ตแบตเตอรี่สำรองของ Node MCU Server



รูปที่ ข-10 แสดงภาพการต่อวงจรทดสอบการทำงานของหลอดไฟแสดงสถานะ



รูปที่ ข-11 แสดงภาพการต่ออุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงเตือนของ Node MCU Server

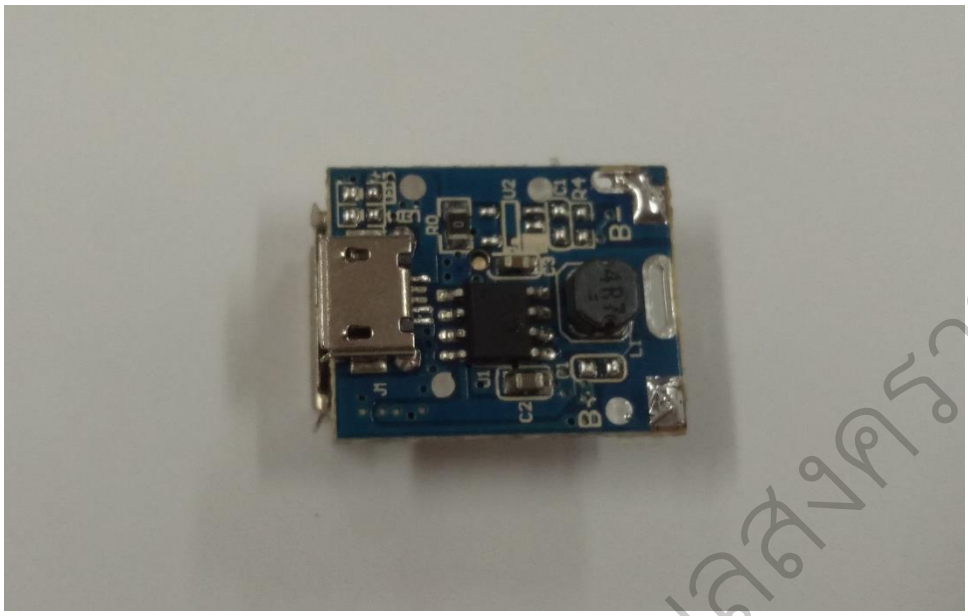


รูปที่ ข-12 แสดงภาพการทดสอบการทำงานของ Node MCU Server

รูปที่ ข-13 แสดงภาพ Node MCU Server เมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์

รูปที่ ข-14 แสดงภาพการติดตั้ง Node MCU Server

รูปที่ ข-15 ภาพการติดตั้ง Node MCU Server ในพื้นที่จริง



รูปที่ ข-16 แสดงภาพอุปกรณ์ชุดชาร์ตแบตเตอรี่สำรองของ Node MCU Client

รูปที่ ข-17 แสดงการต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์ของ Node MCU Client

รูปที่ ข-18 แสดงภาพการต่อวงจรและประกอบอุปกรณ์ของ Node MCU Client

รูปที่ ข-19 แสดงภาพ Node MCU Client เมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์

รูปที่ ข-20 แสดงภาพการติดตั้ง Node MCU Client ในพื้นที่จริง

4. โค้ดโปรแกรม Arduino IDE สำหรับระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เลือกใช้อุปกรณ์บอร์ด Node MCU ESP 8266 เป็นบอร์ดควบคุมการทำงานที่สามารถเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานได้ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนคำสั่งเพื่อโปรแกรม ซึ่งโค้ดโปรแกรมของงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

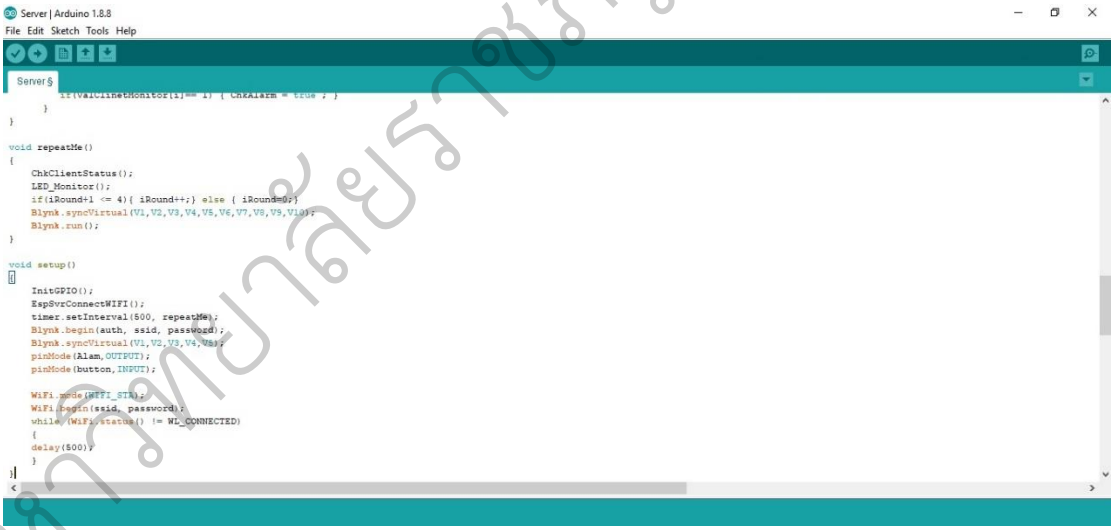
4.1 โค้ดโปรแกรมของ Node MCU Server

รูปที่ ข-21 แสดงภาพโปรแกรม Arduino IDE

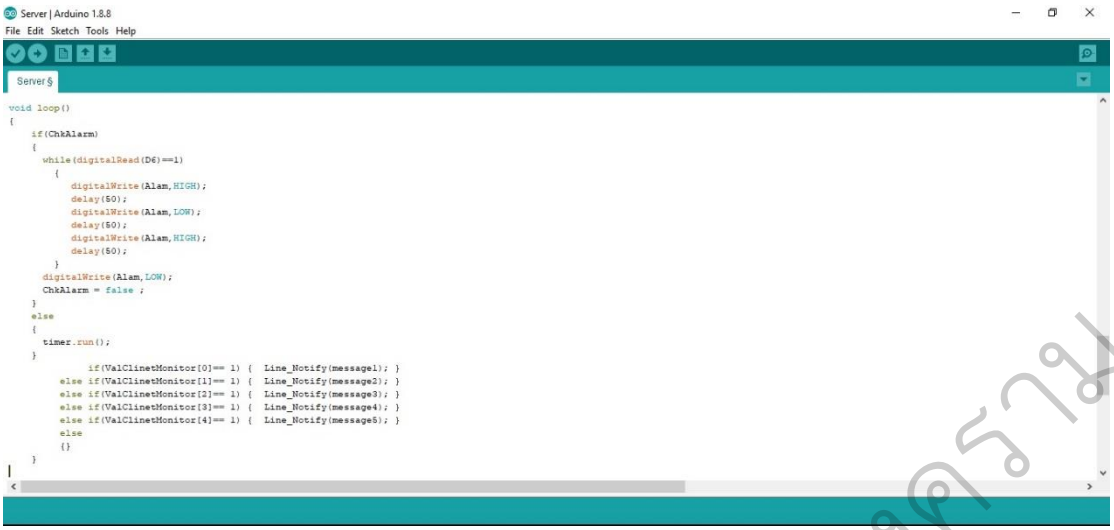
รูปที่ ข-22 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 1

รูปที่ ข-23 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 2

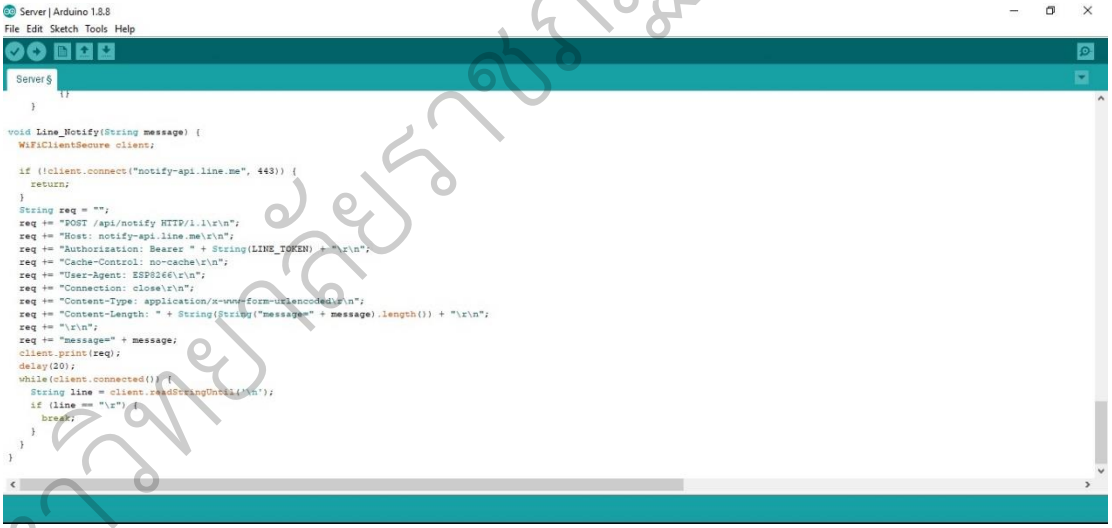
รูปที่ ข-24 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 3



รูปที่ ข-25 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 4



รูปที่ ข-26 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 5



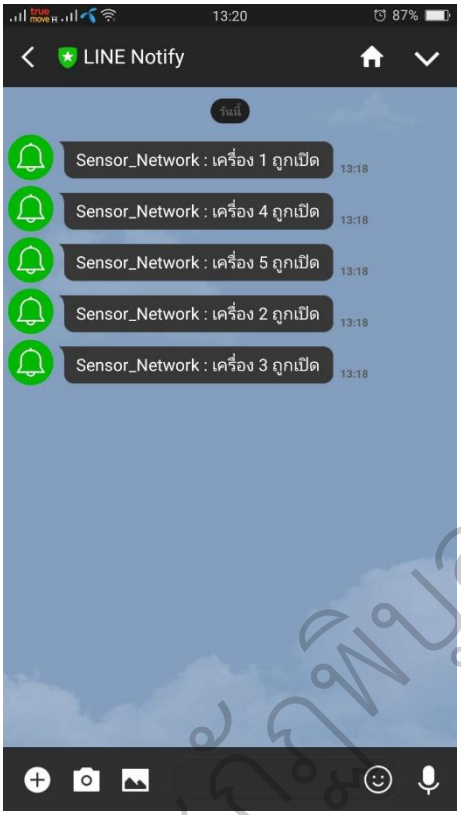
รูปที่ ข-27 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Server หน้าที่ 6

4.2 โค้ดโปรแกรมของ Node MCU Client

รูปที่ ข-28 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Client หน้าที่ 1

รูปที่ ข-29 แสดงภาพโค้ดโปรแกรม Node MCU Client หน้าที่ 2

5. การแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์



รูปที่ ข-30 แสดงภาพการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์

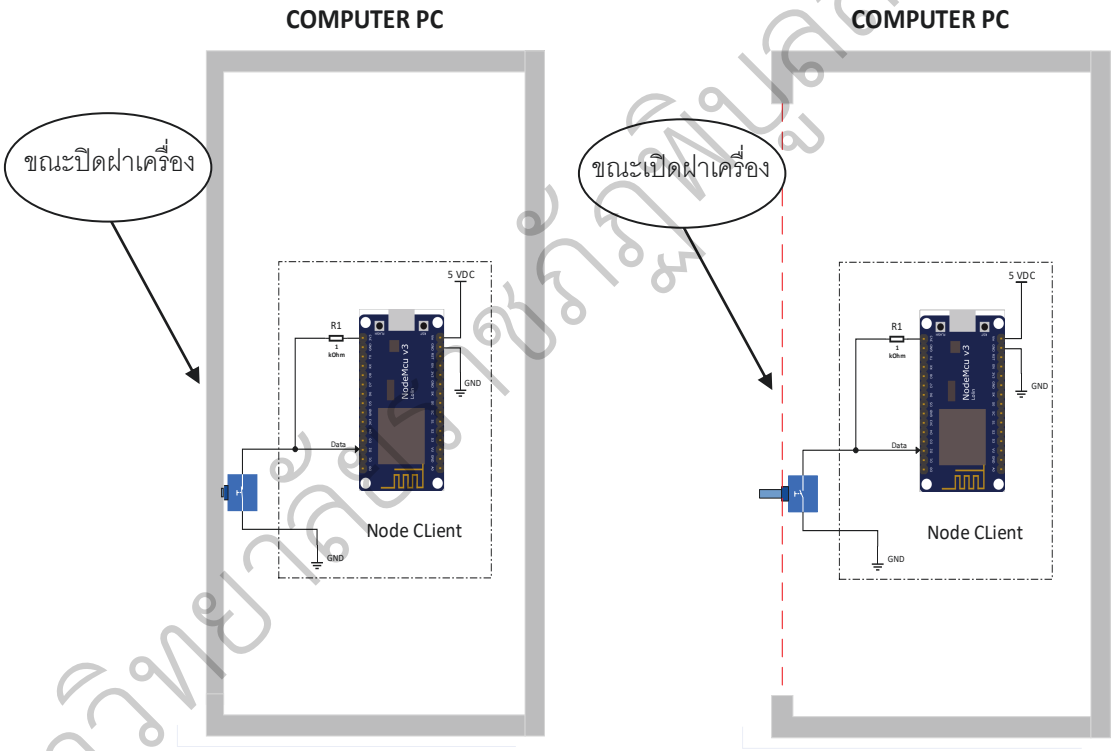
ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ผลทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางแสดงแบบทดสอบการทำงานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

การเก็บข้อมูลการทดลองระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทดลองใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ด้วยตนเอง โดยจะแบ่งตารางการทดลองออกเป็น 3 ตาราง โดยตารางการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง ส่วนในตารางการทดลองที่ 2 เป็นการทดลองการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง และตารางการทดลองที่ 3 เป็นการทดลองการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ ในแต่ละการทดลองจะมีการจำลองเหตุการณ์การการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์โดยการ เปิด/ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่เป็นสวิตช์ติดอยู่ระหว่างฝาของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ (ค-1) โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ ค-1 แสดงภาพจำลอง การเปิด-ปิด ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u> การทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

ตารางนี้จะทดลองเพื่อทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ที่ติดอยู่กับฝาของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจำลองเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากตัวเครื่อง และในสถานะปกติฝาเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกปิดอยู่ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับ Node MCU Client ทั้งหมด 5 เครื่อง ซึ่งผลการตอบสนองของเซ็นเซอร์จะแสดงค่าผลลัพธ์ทางโปรแกรม โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. เมื่อติดตั้ง Node MCU Client เข้ากับคอมพิวเตอร์แล้วระบบจะทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Wi-Fi) ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้อัตโนมัติ
2. เมื่อสัญญาณไฟสีเขียวที่หน้า Node MCU Client กระพริบแสดงว่า การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตพร้อมใช้งาน
3. เปิดแอพพลิเคชัน Blynk ขึ้นมา จากนั้นให้ทำการ Login เพื่อเข้าใช้งาน
4. ในแอพพลิเคชัน Blynk จะมีสถานะเซ็นเซอร์ของ Node MCU Client แต่ละเครื่องอยู่ โดยแต่ละ Node MCU Client จะมีหมายเลข1 ถึง 5 ตามลำดับ และมีสถานะในการแสดงผลเพียง 2 สถานะเท่านั้น คือ “1” และ “0”
5. ในสถานะปกติเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกปิดฝาอยู่ สถานะของเซ็นเซอร์จะมีค่าเป็น “1”
6. ให้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากตัวเครื่อง สถานะของเซ็นเซอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าจาก “1” เป็น “0” ทันที
7. บันทึกผลการตอบสนองของเซ็นเซอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่ถูกเปิดฝาเครื่องออกสถานะเซ็นเซอร์ของ Node MCU Client จะมีค่าเป็น “0” ให้ทำการบันทึกผลการทดสอบเป็นเครื่องหมายถูก (✓) ถ้าฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกเปิดออกแต่สถานะเซ็นเซอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจาก “1” เป็น “0” ให้บันทึกผลการทดสอบเป็นเครื่องหมายผิด (X)
8. ทำการปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ สถานะของเซ็นเซอร์จะเป็น “1” ตามปกติ
9. ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ 5-8 จำนวน 10 ครั้งต่อ Node MCU Client 1 เครื่อง
10. ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ 1-9 จนครบ 5 เครื่อง ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หรือ X ลงในช่องว่างการทดลองดังนี้

: ผลการทดลองที่ถูกต้องให้ใส่เครื่องหมาย ✓

: ผลการทดลองที่ผิดพลาดให้ใส่เครื่องหมาย X

เครื่องที่	ครั้งที่ทดสอบ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Node MCU Client1										
Node MCU Client2										
Node MCU Client3										
Node MCU Client4										
Node MCU Client5										

<u>ตารางที่ ค-1</u> แสดงแบบทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

<u>การทดลองที่ 2</u> การทดลองการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง

ตารางนี้จะทดลองการตอบสนองของระบบแจ้งเตือน ซึ่งจะแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง เมื่อเกิดเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ขึ้น โดยผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากตัวเครื่อง และในสถานะปกติฝาเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกปิดอยู่ ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้ง Node MCU Server ไว้ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง ซึ่ง Node MCU Server จะมีอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณเสียงสำหรับแจ้งเตือนติดตั้งอยู่ภายใน และทำการติดตั้ง Node MCU Client เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) จำนวน 5 เครื่อง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เมื่อติดตั้ง Node MCU Server และ Node MCU Client แล้ว ให้ทำการกดสวิตช์เปิดใช้งาน Node MCU Server จากนั้นไฟแสดงการทำงานของระบบจะสว่างขึ้น และไฟสีน้ำเงินจะกระพริบเพื่อแสดงสถานะการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ถ้าไฟสีฟ้าติดค้างแสดงว่า ระบบพร้อมใช้งาน
2. ทำการถอดปลั๊กของเครื่องคอมพิวเตอร์ออก Node MCU Client จะมีไฟสีเขียวกระพริบที่ตัวเครื่องแสดงสถานะการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ถ้าไฟสีเขียวติดค้างแสดงว่า พร้อมใช้งาน
3. ให้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ออกจากตัวเครื่อง
4. ให้ใช้นาฬิกาบันทึกเวลาในการตอบสนองการแจ้งเตือน โดยทำการเริ่มบันทึกเวลาตั้งแต่ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์เปิดออก และหยุดเวลาเมื่อได้ยินสัญญาณเสียงเตือนจาก Node MCU Server
5. บันทึกผลการทดลองเป็นค่าตัวเลขของระยะเวลา โดยให้บันทึกผลเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-5 จำนวน 10 ครั้งต่อ Node MCU Client 1 เครื่อง
7. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-6 จนครบทั้ง 5 เครื่อง ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาใส่ค่าตัวเลขลงในช่องว่างของการทดลองดังนี้

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1											
2											
3											
4											
5											
เวลาเฉลี่ย											

<u>ตารางที่ ค-2</u> แสดงตารางการทดลองการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง

<u>การทดลองที่ 3</u> การทดลองการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

ตารางนี้จะทดลองการตอบสนองของระบบแจ้งเตือน ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจะทำการทดลองพร้อมกันกับการทดลองที่ 2 คือการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง แต่จะบันทึกผลเฉพาะการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์เท่านั้น ซึ่งจะแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์ เมื่อเกิดเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ขึ้น โดยผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากตัวเครื่อง และในสถานะปกติฝาเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกปิดอยู่ ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้ง Node MCU Server ไว้ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง และทำการติดตั้ง Node MCU Client เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) จำนวน 5 เครื่อง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เมื่อติดตั้ง Node MCU Server และ Node MCU Client แล้ว ให้ทำการกดสวิตช์เปิดใช้งาน Node MCU Server จากนั้นไฟแสดงการทำงานของระบบจะสว่างขึ้น และไฟสีน้ำเงินจะกระพริบเพื่อแสดงสถานะการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ถ้าไฟสีฟ้าติดค้างแสดงว่า ระบบพร้อมใช้งาน
2. ทำการถอดปลั๊กของเครื่องคอมพิวเตอร์ออก Node MCU Client จะมีไฟสีเขียวกระพริบที่ตัวเครื่องแสดงสถานะการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ถ้าไฟสีเขียวติดค้างแสดงว่า พร้อมใช้งาน
3. ให้ทำการเปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Node MCU Client ติดตั้งอยู่ออกจากตัวเครื่อง
4. ให้ใช้นาฬิกาบันทึกเวลาในการตอบสนองการแจ้งเตือน โดยทำการเริ่มบันทึกเวลาตั้งแต่ฝาเครื่องคอมพิวเตอร์เปิดออก และหยุดเวลาเมื่อมีข้อความแจ้งเตือนเข้ามาที่แอพพลิเคชันไลน์
5. บันทึกผลการทดลองเป็นค่าตัวเลขของระยะเวลา โดยให้บันทึกผลเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-5 จำนวน 10 ครั้งต่อ Node MCU Client 1 เครื่อง
7. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-6 จนครบทั้ง 5 เครื่อง ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาใส่ค่าตัวเลขลงในช่องว่างของการทดลองดังนี้

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์ (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1											
2											
3											
4											
5											
เวลาเฉลี่ย											

<u>ตารางที่ ค-3</u> แสดงตารางการทดลองการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

ตารางแสดงผลทดลองการทดสอบการทำงานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

<u>ผลการทดลองที่ 1</u> การทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

ตารางที่ ค-4 แสดงผลทดลองการทดสอบการตอบสนองของเซ็นเซอร์ตรวจจับขณะเปิด/ปิดฝาเครื่อง

เครื่องที่	ครั้งที่ทดสอบ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Node MCU Client1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Node MCU Client2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Node MCU Client3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Node MCU Client4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Node MCU Client5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

<u>ผลการทดลองที่ 2</u> การทดลองการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง

ตารางที่ ค-5 แสดงผลทดลองการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยเสียง (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1	3.70	3.66	3.97	3.29	3.34	3.61	4.01	3.05	3.62	3.38	**3.56**
2	3.18	3.23	3.60	3.21	3.19	3.65	3.35	3.46	3.13	3.35	**3.34**
3	3.35	3.11	2.94	3.69	3.83	3.52	3.39	3.50	3.65	3.54	**3.45**
4	3.05	3.05	2.59	2.87	2.53	2.62	2.55	2.56	2.12	2.43	**2.64**
5	2.94	2.86	2.68	3.46	3.14	3.36	3.05	2.74	3.36	2.77	**3.04**
เวลาเฉลี่ยรวม											**3.20**

ตารางแสดงผลทดลองการทดสอบการทำงานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT (ต่อ)

<u>ผลการทดลองที่ 3</u> การทดลองการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

ตารางที่ ค-6 แสดงผลทดลองการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์

Node ที่	ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์ (วินาที)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
1	3.81	3.74	4.30	3.36	3.39	3.80	4.18	3.78	3.69	3.76	**3.78**
2	3.30	3.65	3.89	3.67	3.31	3.66	3.73	3.50	3.23	3.58	**3.55**
3	3.58	3.55	3.21	3.80	4.01	3.69	3.62	3.76	3.94	4.02	**3.72**
4	3.78	3.25	3.19	3.64	2.95	3.01	3.16	3.04	3.09	3.12	**3.22**
5	2.95	3.15	3.29	3.37	3.87	3.70	3.63	3.03	3.86	3.29	**3.41**
เวลาเฉลี่ยรวม											**3.54**

ข้อเสนอแนะของผู้ทดลอง

- จากการทดลองที่ 2-3 แสดงให้เห็นว่า การทดลองจะต้องบันทึกค่าตัวเลขของระยะเวลาในการแจ้งเตือนเป็นเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง และต้องบันทึกพร้อมกัน เพราะฉะนั้นอาจมีค่าความผิดพลาดของการบันทึกเวลาเกิดขึ้นได้ ผู้ทดลองจึงมีข้อเสนอแนะเพื่อลดข้อผิดพลาดในการบันทึกเวลาไว้ดังนี้

1. ควรใช้นาฬิกาจับเวลาแบบละเอียด และมีลักษณะที่คล้ายกัน
2. การเริ่มจับเวลา ควรมีอุปกรณ์ช่วยในการกดเริ่มต้นให้พร้อมกัน
3. ผู้เปิดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้บันทึกเวลาควรแยกปฏิบัติคนละส่วนกัน

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ผลการประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถาม

เรื่อง การประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

แบบประเมินคุณภาพระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT นี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างและพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

<u>คำชี้แจง</u> : แบบประเมินคุณภาพนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ถามประวัติผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบแจ้งเตือนที่สร้างและพัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

1) ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน
2) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน

ตอนที่ 3 สอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

<u>ตอนที่ 1</u> แบบสอบถามประวัติผู้เชี่ยวชาญ

<u>คำชี้แจง</u> : ขอความกรุณากรอกประวัติส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบในงานวิจัย

1.1 ชื่อ-นามสกุล.....อายุ.....ปี

1.2 คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด.....

.....

1.3 สาขาวิชา.....

.....

1.4 ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี หรือ ประสบการณ์ในการสอน.....ปี

1.5 ประสบการณ์ในการทำงานเชี่ยวชาญทางด้าน.....

.....

.....

1.6 ตำแหน่งปัจจุบัน.....

.....

1.7 สถานที่ทำงาน.....

.....

1.8 เบอร์โทรติดต่อ.....

Email.....

<u>ตอนที่ 2</u> ถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับคะแนนดังนี้

5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก
3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

หมายเหตุ : คำอธิบายรายละเอียดของหัวข้อคำถามที่ใช้ประเมินคุณภาพ มีดังนี้

ระบบ	หมายถึง ชุดอุปกรณ์ที่ได้จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์
ด้านการออกแบบระบบ	หมายถึง ความเหมาะสมของระบบที่ได้จัดสร้างขึ้นเพื่องานวิจัยนี้
ด้านคุณภาพของระบบ	หมายถึง ประโยชน์ของระบบที่จัดสร้างขึ้นได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานจริง

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเห็น				
		5	4	3	2	1
	ก) ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน					
1.	ความเหมาะสมของขนาดของชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบเหมาะแก่การใช้งาน					
2.	การออกแบบชุดอุปกรณ์เหมาะสมในการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์					
3.	การออกแบบเรื่องระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบ					
4.	การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวแบบต้นทุนต่ำ มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					
5.	การออกแบบส่วนแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ระบบ					
6.	การเลือกใช้อุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสม					
7.	การออกแบบส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสมกับการการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์					
8.	การออกแบบระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายใน					
9.	การออกแบบหน้าจอการแสดงผลสถานะการทำงานของระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอพพลิเคชั่นสะดวกและใช้งานได้ง่าย					
10.	การออกแบบระบบสัญญาณเสียงแจ้งเตือนและการหยุดสัญญาณ					
	ข) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน					
1.	ขนาดชุดอุปกรณ์ของระบบสามารถใช้งานและติดตั้งได้จริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทุกรุ่นและทุกยี่ห้อที่มีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว					
2.	ต้นทุนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างต่ำทำให้สามารถพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					
3.	ระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบแจ้งเตือน ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					
4.	ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					
5.	ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					
6.	ระบบการแสดงสถานะการทำงานและการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์					

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเห็น				
		5	4	3	2	1
7.	ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server					
8.	ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น					
9.	ระบบการเชื่อมต่อระหว่าง Node Client ของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและ Node Server ที่ทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายใน					
10.	ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบการลงทุนและความเสียหายที่ได้รับ					

<u>ตอนที่ 3</u> ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3.1 ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

3.2 ความคิดเห็นทางด้านคุณภาพภาพของระบบแจ้งเตือน.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ตารางที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน (ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเห็น					ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบน S.D.	แสดงระดับความเห็น
		5	4	3	2	1			
	ก) ด้านการออกแบบระบบแจ้งเตือน								
1.	ความเหมาะสมของขนาดของชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบเหมาะแก่การใช้งาน	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
2.	การออกแบบชุดอุปกรณ์เหมาะสมในการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
3.	การออกแบบเรื่องระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบ	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
4.	การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวแบบต้นทุนต่ำ มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
5.	การออกแบบส่วนแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ระบบ	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
6.	การเลือกใช้อุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสม	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
7.	การออกแบบส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตสำหรับตรวจจับการโจรกรรมมีความเหมาะสมกับการการติดตั้งภายในครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
8.	การออกแบบระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายใน	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
9.	การออกแบบหน้าจอการแสดงผลสถานะการทำงานของระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอพพลิเคชั่นสะดวกและใช้งานได้ง่าย	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
10.	การออกแบบระบบสัญญาณเสียงแจ้งเตือนและการหยุดสัญญาณ	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวมของการออกแบบระบบแจ้งเตือนออนไลน์						**4.77**	**0.33**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน (ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเห็น					ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	ค่าเบี่ยงเบน S.D.	แสดงระดับความเห็น
		5	4	3	2	1			
	ข) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน								
1.	ขนาดชุดอุปกรณ์ของระบบสามารถใช้งานและติดตั้งได้จริงกับครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทุกรุ่นและทุกยี่ห้อที่มีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
2.	ต้นทุนในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างต่ำทำให้สามารถพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงกับครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
3.	ระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายเลี้ยงการทำงานของระบบแจ้งเตือน ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
4.	ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
5.	ระบบการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
6.	ระบบการแสดงสถานะการทำงานและการแจ้งเตือนการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายจำนวนครุภัณฑ์การคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถใช้งานได้จริงกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเห็น					ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	ค่าเบี่ยงเบน S.D.	แสดงระดับความเห็น
		5	4	3	2	1			
	ข) ด้านคุณภาพของระบบแจ้งเตือน								
7.	ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายในไปที่ Node Server	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
8.	ความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนองการทำงานการแจ้งเตือนของระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านโมบายแอพพลิเคชั่น	1	2	-	-	-	4.33	0.47	มาก
9.	ระบบการเชื่อมต่อระหว่าง Node Client ของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง และ Node Server ที่ทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายภายใน	1	2	-	-	-	4.33	0.47	มาก
10.	ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบการลงทุนและความเสียหายที่ได้รับ	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพของชระบบแจ้งเตือนออนไลน์						**4.80**	**0.19**	**มากที่สุด**

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ผลการประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้ดูแลระบบ

แบบสอบถาม

เรื่อง การประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

แบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT นี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานระบบของผู้ดูแลระบบที่มีต่อการสร้างและพัฒนาระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

<u>คำชี้แจง</u> : แบบประเมินความพึงพอใจนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ถามประวัติผู้ใช้งานระบบ

ตอนที่ 2 ถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ที่สร้างและพัฒนาขึ้น

ตอนที่ 3 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

<u>ตอนที่ 1</u> แบบสอบถามประวัติผู้ใช้งานระบบ

<u>คำชี้แจง</u> : ขอความกรุณากรอกประวัติส่วนตัวของผู้ใช้งานระบบเพื่อประกอบในงานวิจัย

1.1 ชื่อ-นามสกุล.....อายุ..... .....ปี

1.2 คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด..... .....

.....

1.3 สาขาวิชา.....

.....

1.4 ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

1.5 ประสบการณ์ในการทำงานเชี่ยวชาญทางด้าน.....

.....

.....

1.6 ตำแหน่งปัจจุบัน.....

.....

1.7 สถานที่ทำงาน..... .....

.....

1.8 เบอร์โทรติดต่อ..... .....

Email..... ....

<u>ตอนที่ 2</u> ถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับคะแนนดังนี้

5 เหมาะสมมากที่สุด
4 เหมาะสมมาก
3 เหมาะสมปานกลาง
2 เหมาะสมน้อย
1 เหมาะสมน้อยที่สุด

หมายเหตุ : คำอธิบายรายละเอียดของหัวข้อคำถามที่ใช้ประเมินความพึงพอใจ มีดังนี้

ระบบ หมายถึง ชุดอุปกรณ์ที่ได้จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบการโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความยากง่ายต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือน					
2. ความสะดวกในการติดตั้งระบบแจ้งเตือน					
3. ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)					
4. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับ					
5. ความเหมาะสมของระบบสำรองไฟในตัว					
6. ความเหมาะของระบบชาร์ตแบตเตอรี่ในตัวโดยไม่ต้องถอดชาร์ต					
7. ระยะเวลาในการสำรองไฟเลี้ยงอุปกรณ์					
8. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง					
9. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอพพลิเคชันไลน์					
10. ความเหมาะสมของช่องทางในการแจ้งเตือน					
11. ความเหมาะสมของระดับสัญญาณเสียงในการแจ้งเตือน					
12. การแสดงผลสถานะการทำงานบนอุปกรณ์					
13. ความน่าเชื่อถือของระบบแจ้งเตือน					
14. ความปลอดภัยขณะใช้งานระบบ					
15. ความสะดวกในการบำรุงรักษา					

<u>ตอนที่ 3</u> ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ความคิดเห็นในการสร้างและพัฒนาระบบ.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่น .....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์การโจรกรรมครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยี IoT ของผู้ดูแลระบบ จำนวน 3 ท่าน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบน S.D.	แสดงระดับความเห็น
	5	4	3	2	1			
1. ความยากง่ายต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือน	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการติดตั้งระบบแจ้งเตือน	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับ	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของระบบสำรองไฟในตัว	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะของระบบชาร์ตแบตเตอรี่ในตัวโดยไม่ต้องถอดชาร์ต	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ระยะเวลาในการสำรองไฟเลี้ยงอุปกรณ์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
8. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
9. ระยะเวลาในการแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
10. ความเหมาะสมของช่องทางในการแจ้งเตือน	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
11. ความเหมาะสมของระดับสัญญาณเสียงในการแจ้งเตือน	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
12. การแสดงผลสถานะการทำงานบนอุปกรณ์	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
13. ความน่าเชื่อถือของระบบแจ้งเตือน	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
14. ความปลอดภัยขณะใช้งานระบบ	2	1	-	-	-	4.67	0.47	มากที่สุด
15. ความสะดวกในการบำรุงรักษา	3	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนออนไลน์						**4.80**	**0.28**	**มากที่สุด**

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-นามสกุล : นายสมเจตน์ ทองดี

ตำแหน่ง : นักวิชาการคอมพิวเตอร์

สังกัด คณะ/สำนัก/กอง/ศูนย์ : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ระดับการศึกษา :

ระดับการศึกษา	สาขาวิชา	สถานศึกษา
ปริญญาตรี	คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	อิเล็กทรอนิกส์ (เทคนิคคอมพิวเตอร์)	วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	อิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

ประสบการณ์ในการทำงาน/การวิจัย

- ผู้วิจัย เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบอัตโนมัติสำหรับการฝึกปฏิบัติ เรื่อง การคัดแยกวัสดุ รายวิชาระบบควบคุมอัตโนมัติ หลักสูตรสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม” ปี 2558
- ผู้ช่วยงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบการบริหารจัดการข้อมูลครุภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด สองมิติ (QR Code)” ปี 2557
- ผู้ช่วยงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาตู้เพาะเห็ดอัตโนมัติเพื่อส่งเสริมศักยภาพของชุมชนสู่การเกษตรแบบยั่งยืน” ปี 2558
- ผู้ช่วยงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสำหรับการวัดพื้นผิว 3 มิติโดยภาพสเตอริโอเพื่อการ อนุรักษ์ศิลปะโบราณวัตถุประเภทเครื่องปั้นดินเผา” ปี 2559

สถานที่ติดต่อ : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ต. พลายชุมพล อ. เมือง จ. พิษณุโลก ๖๕๐๐๐
หมายเลขโทรศัพท์ : ๐๕๕-๒๖๗-๑๒๔
หมายเลขโทรสาร : ๐๕๕-๒๖๗-๑๒๔
E – mail: Somjedtongdee@gmail.com