รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอย

โดย

อ. ดร. ธงชัย แก้วกิริยา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ.....4
วัตถุประสงค์งานวิจัย.....5
ขอบเขตงานวิจัย.....6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8
แผนการดำเนินงานวิจัย.....8

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควัน
และผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....9
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์
ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....11
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับ
การรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย.....13

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและ
ผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....16
ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
ภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....20
ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้
แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย.....23

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่
แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....25
ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน
ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย.....26
ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้
แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย.....27

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 5 ข้อสรุปผลงานวิจัย

สรุปผลงานวิจัย.....28

เอกสารอ้างอิง.....30

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันโทรศัพท์มือถือมีการใช้งานอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมีการพัฒนาให้ตอบสนองต่อการใช้ชีวิตประจำวันของคนทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร, การบันทึกภาพนิ่ง, การบันทึกภาพเคลื่อนไหว, ฟังเพลง, เกม และอื่นๆ โดยใช้งานผ่านแอปพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นในระบบปฏิบัติการที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอย และระบบปฏิบัติการไอโอเอส สำหรับผู้พัฒนาแอปพลิเคชันนิยมเลือกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย เนื่องจากเป็นโอเพนซอร์ส สามารถทดลองและพัฒนาได้ฟรี และเมื่อพัฒนาจนถึงในระดับที่สามารถขายได้ สามารถขายแอปพลิเคชันนั้นได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งแอปพลิเคชันต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นล้วนเป็นแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการใช้ชีวิตประจำวันให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการซื้อ-ขายของออนไลน์ หรือการทำธุรกรรมออนไลน์ก็ตาม และมีการพัฒนาต่ออีกเรื่อยๆ จนกระทั่งไปถึงการใช้แอปพลิเคชันกับอุปกรณ์ต่างๆ

การใช้งานแอปพลิเคชันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเชื่อมโยงกับสิ่งของต่างๆ หรือที่เรียกกันว่า Internet of Things ซึ่งเป็นศาสตร์หนึ่งที่กำลังนิยมกันอย่างแพร่หลาย และมีการนำไปพัฒนาใช้ในด้านต่างๆ เช่น ด้านการเกษตร ด้านสุขภาพ หรือด้านทั่วไปที่ใช้ชีวิตประจำวัน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้แก่ผู้ใช้งาน เพื่อให้งานที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับช่วยในการรดน้ำต้นไม้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อทางด้านการเกษตร สำหรับเกษตรกรโดยไม่จำเป็นต้องเดินรดน้ำต้นไม้เองทุกแปลง หรือต้องตั้งเวลาสำหรับการรดน้ำต้นไม้จากตัวเครื่อง แต่สามารถกำหนดเวลา หรือการรดน้ำต้นไม้ได้อย่างอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ยังเป็นประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไป เช่นคนที่มีความชื่นชอบในการปลูกต้นไม้ แต่ต้องทำงานในตัวเมือง ทำให้ไม่มีเวลาดูแลต้นไม้ หรืออาจลืมรดน้ำต้นไม้ หรือไม่ได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการรดน้ำต้นไม้ ทำให้ต้นไม้ที่ตั้งใจปลูกอาจตาย หรืออาจไม่สามารถปลูกต้นไม้ตามที่ต้องการได้ แต่หากนำแอปพลิเคชันช่วยในการรดน้ำต้นไม้ จะสามารถตั้งเวลาหรือสั่งให้รดน้ำต้นไม้ก็ได้ ซึ่งมีการส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมวาล์วน้ำ อย่างบอร์ด Arduio สำหรับเปิดหรือปิดน้ำ ซึ่งมีตัววัดความชื้นในดินเพื่อให้ทราบว่ามีการรดน้ำต้นไม้เรียบร้อย ซึ่งระบบจะมีการปิดวาล์วน้ำอัตโนมัติเมื่อดินมีความชื้นที่เหมาะสม ซึ่งถือเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการปลูกต้นไม้แต่ไม่มีเวลาในการดูแล และยังเป็นการสนับสนุนให้คนหันมาสนใจปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

โดยนอกจากการเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในด้านการเกษตรแล้ว ยังช่วยในด้านการตรวจจับผู้ที่ทำผิดกฎอย่างการตรวจจับควันบุหรี่จากผู้สูบบุหรี่ เนื่องจากควันบุหรี่ประกอบไปด้วยสารพิษต่างๆ ที่นอกจากเป็นอันตรายต่อตัวผู้สูบแล้ว ยังเป็นอันตรายต่อผู้ที่ได้สูดดมควันบุหรี่ด้วย จึงมีบางสถานที่ที่ตั้งพื้นที่ให้เป็นเขตปลอดบุหรี่ เช่น โรงเรียน, โรงพยาบาล, โรงแรม เป็นต้น แต่ถึงกระนั้นในบางครั้งยังมีผู้ที่ฝ่าฝืนกฎโดยสูบบุหรี่ให้พื้นที่เขตปลอดบุหรี่ ซึ่งถึงแม้จะสูบเพียงนิดเดียว แต่ยังมีกลิ่นหลงเหลืออยู่

สร้างความลำบากให้กับผู้อื่นที่ไม่ชอบหรือแพ้กลิ่นบุหรี่ นอกจากนี้ยังตามจับผู้ที่ฝ่าฝืนกฎไม่ได้ และหากจับตัวไม่ได้ ก็จะมีการฝ่าฝืนกฎมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ลำบากเจ้าหน้าที่ต้องคอยเฝ้าระวังมากยิ่งขึ้น แต่หากมีการนำแอปพลิเคชั่นมาช่วยในการตรวจจับควันบุหรี่ และผู้สูบบุหรี่อัตโนมัติ โดยมีตัวจับควันบุหรี่ให้เขตพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่ และหากมีผู้ฝ่าฝืนตัวจับควันบุหรี่จะถ่ายรูปผู้ที่ฝ่าฝืนกฎแล้วส่งเป็นหลักฐานให้กับเจ้าหน้าที่ที่ดูแลอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้ช่วยในการจับได้ง่ายขึ้น และช่วยลดการฝ่าฝืนเนื่องจากหากมีการจับได้เป็นประจำ มีแนวโน้มทำให้การฝ่าฝืนลดลงเช่นกัน เป็นประโยชน์กับทั้งเจ้าหน้าที่ และผู้ที่ใช้บริการในบริเวณดังกล่าวอีกด้วย โดยจากการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ การตรวจจับควันได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการช่วยเหลือในเฉพาะด้าน ดังนั้นหากมีการพัฒนาให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันซึ่งตรงกับคนทั่วไปที่ใช้งานกันในทุกวันอย่างการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

การใช้ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันมาช้านาน ไม่ว่าจะเป็นการเปิดไฟให้แสดงสว่าง การใช้ทำอาหาร การใช้แช่เย็นอาหาร การใช้ปรับอุณหภูมิในห้องให้เย็น หรือการใช้งานอื่น โดยส่วนใหญ่มีการใช้ไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งสิ้น แต่ในทางเดียวกันปัญหาเรื่องไฟฟ้าลัดวงจรก็เป็นปัญหาหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุไฟไหม้ได้เช่นกัน โดยสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นอาจจะอยู่คนละห้อง หรือออกไปนอกบ้าน ซึ่งนอกจากจะเป็นอันตรายให้อาจเกิดไฟไหม้แล้ว ยังเปลืองค่าไฟโดยใช่เหตุอีกด้วย แต่หากสามารถควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้จากแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นสิ่งที่ติดตัวตลอดเวลา ทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาเช่นกัน ทำให้ไม่ต้องกังวลว่ามีการลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือไม่ สามารถตรวจดูได้จากสมาร์ทโฟน และสามารถสั่งเปิด-ปิดได้จากสมาร์ทโฟนเช่นกัน ทั้งนี้ไม่ได้ใช้ประโยชน์เพียงเฉพาะกรณีลืมปิดเท่านั้น แต่ยังสามารถสั่งเปิดได้หากกำลังเดินทางกลับถึงบ้าน เพื่อให้เตรียมพร้อมเมื่อถึงที่หมาย หรืออาจสั่งให้เปิดไฟรอบบ้านอัตโนมัติเนื่องจากในวันนั้นอาจมีเหตุกลับบ้านดึก เพื่อให้บ้านดูสว่างไสวได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไป เนื่องจากแทบทุกบ้านมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งสิ้น

จากความสำคัญในด้านการเป็นประโยชน์ต่อการเกษตร การดักจับผู้ฝ่าฝืนกฎ และการใช้งานในชีวิตประจำวันแล้ว เป็นสาเหตุให้มีความสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอยเพื่อนำไปใช้ในด้านต่างๆ โดยในรายงานวิจัยนี้ได้แบ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันออกเป็น 3 เรื่องย่อย คือ การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย และ การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อและนำไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาโมบาย Application สำหรับตรวจจับควัน
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาโมบาย Application สำหรับควบคุมระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
3. เพื่อออกแบบและพัฒนาโมบาย Application สำหรับช่วยในการรดน้ำต้นไม้

ขอบเขตการทำงานวิจัย

เนื้อหาการวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอย ได้แบ่งงานออกเป็น 3 เรื่องย่อย และมีขอบเขตการทำงานในแต่ละเรื่องย่อย ดังนี้

1. โครงการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย แบ่งขอบเขตออกเป็นด้านดังนี้

1.1. ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- บอร์ด Raspberry Pi ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับควันบุหรี่ การส่งสัญญาณและการถ่ายภาพ
- เซนเซอร์ตรวจจับควัน
- กล้องถ่ายภาพขนาดเล็ก ที่สามารถหมุนได้
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ รวมถึงซิมการ์ด
- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการ Android

1.2. ด้านระบบตรวจจับควันบุหรี่ และการแจ้งเตือน

- แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android สำหรับผู้ดูแลอาคาร เป็นส่วนที่จะทำการแจ้งเตือน และเปิดให้ผู้ดูแลควบคุมชุดอุปกรณ์ตรวจจับได้
- ชุดอุปกรณ์ตรวจจับ ที่จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจจับควันบุหรี่ กล้องถ่ายภาพ และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ

1.3. ด้านขั้นตอนการทำงาน

- เมื่อควันบุหรี่แพร่กระจายในบริเวณที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่เซนเซอร์ที่ตรวจจับควัน ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันที่ผู้ดูแล โดยจะส่งสัญญาณผ่านอินเทอร์เน็ต
- เมื่อข้อความแจ้งเตือนมาถึง แอปพลิเคชันจะแจ้งให้ผู้ดูแลว่ามีการแอบสูบบุหรี่ในพื้นที่ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับไว้
- ผู้ดูแลสามารถควบคุมสั่งการอุปกรณ์ตรวจจับผ่านแอปพลิเคชันเพื่อระบุตัวผู้สูบได้ ในส่วนของกล้องจะสามารถควบคุมได้ โดยอาจแบ่งเป็นโหมด Auto หรือ Manual

1.4. ด้านการออกแบบสำหรับการติดตั้งเพื่อทดสอบการใช้งาน

- สำหรับการติดตั้งเพื่อการทดสอบจะติดตั้งภาพในห้องที่ทำการวิจัย เนื่องจากอุปกรณ์ที่เป็นรุ่นตัวอย่างจะทำการสร้างออกมาเพียงชุดเดียว จึงมีการทดสอบในจุดเดียว
- สำหรับการใช้งานจริง สามารถนำอุปกรณ์ไปติดตั้งในพื้นที่ห้ามสูบภายในอาคารได้ โดยต้องเลือกจุดที่เหมาะสม และไม่อับสัญญาณ เพื่อไม่ให้เป็นปัญหาต่อการส่งสัญญาณแจ้งเตือน

2. โครงการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย แบ่งขอบเขตออกเป็นด้านดังนี้

2.1. ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- อุปกรณ์สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
- เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและเป็นฐานข้อมูลกลางของระบบ
- ซอฟต์แวร์ในการบริหารจัดการระบบผ่านโมบาย

2.2. ด้านระบบที่ทำการพัฒนาเพื่อควบคุมอุปกรณ์

- ระบบตั้งเวลาในการเปิด/ปิด อุปกรณ์อัตโนมัติ
- ระบบตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ว่าทำงานอยู่หรือไม่
- ระบบบันทึกการทำงานของอุปกรณ์
- ระบบแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

2.3. ด้านขั้นตอนการทำงาน

- Arduino Uno จะรับค่าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ และทำการส่งไปที่ Server ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อ WiFi ตามที่ตั้งค่าเอาไว้
- บันทึกค่าต่าง ๆ ที่ส่งมาจาก Arduino Uno ลงฐานข้อมูลเพื่อทำการเรียกใช้ในภายหลัง
- Mobile Application จะทำการเชื่อมต่อกับ Server ที่เก็บข้อมูลเอาไว้เพื่อนำมาตรวจสอบและใช้งาน
- ส่งคำสั่งจาก Mobile Application ไปยัง Server และจากนั้น Server จะทำการส่งคำสั่งต่อลงไปยัง Arduino Uno เพื่อทำการสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำการเชื่อมต่อ

3. โครงการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย แบ่งขอบเขตออกเป็นด้านดังนี้

3.1. ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- ทำโมบายแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Android Studio
- ใช้บอร์ด WiFi Shield V2
- ตัววัดความชื้นในดิน
- วาล์วเปิด-ปิดน้ำด้วยไฟฟ้า
- ตัวควบคุมวาล์ว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างความสะดวกให้กับผู้ดูแลอาคารในการควบคุมพื้นที่ต่างๆ
2. สามารถตามหาตัวผู้สูบบุหรี่ในที่ห้ามสูบได้ง่าย และรวดเร็วมากขึ้น
3. สามารถลดอัตราการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากการสูบบุหรี่
4. สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการสูบบุหรี่
5. เพิ่มความสะดวกสบายในการควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกล
6. ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้งานอุปกรณ์ที่สิ้นเปลือง
7. เพื่อสร้าง Application ที่ช่วยในการรดน้ำต้นไม้

แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรมการวิจัย	**เดือน**																			
ขั้นตอนการดำเนินงาน	มี.ค. 60				เม.ย.-มิ.ย. 60				ก.ค.-ต.ค. 60				พ.ย.60 – ม.ค.61				ก.พ.61			
1. การเก็บรวบรวมปัญหา ข้อมูลและความต้องการของผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง																				
2. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ																				
3. พัฒนาระบบ																				
4. ติดตั้งและทดสอบระบบ																				
5. ติดตั้งและใช้งาน																				

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำรายงานการวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอย ซึ่งได้แบ่งเนื้อหาในการพัฒนาแอปพลิเคชันออกเป็น 3 หัวเรื่องย่อย ดังนั้นการสรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้สรุปแบ่งออกเป็นตามหัวเรื่องย่อย ดังนี้

1. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

1.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) ควันบุหรี่

ควันบุหรี่ [1] แบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ควันที่สูบเข้าร่างกาย และควันที่ปล่อยออกมาในช่วงเวลาที่สูบควันเข้าร่างกาย โดยควันจะมีความเข้มข้นมาก ในบุหรี่หนึ่งมวนประกอบด้วยสารเคมีหลายร้อยชนิดเพื่อปรุงแต่งรส และลดการระคายเคือง เมื่อเกิดการเผาไหม้จะเกิดสารเคมีมากกว่า 7,000 ชนิด ในจำนวนนั้นมีสารก่อมะเร็งกว่า 70 ชนิด สารพิษสำคัญที่พบในควันบุหรี่ ได้แก่ ตะกั่ว นิโคติน ไฮโดรเจนไซยาไนด์ สารหนู น้ำมันดิน ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฟอร์มาลดีไฮด์ อะซิโตน แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ แคดเมียม และโพโลเนียม

2) Raspberry Pi

Raspberry Pi [2] เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นบอร์ดวงจรที่เปลือยเปล่า และมีระบบปฏิบัติการของตัวเอง โดยมีพื้นฐานมาจาก Unix นอกจากนี้ยังรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้หลายระบบ สามารถนำไปใช้แบบคอมพิวเตอร์ธรรมดา หรือประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น การทำหุ่นยนต์ เครื่องเล่นดนตรี เครื่องตรวจจับสภาพอากาศ เป็นต้น

3) เซ็นเซอร์ MQ-2

เซ็นเซอร์ MQ-2 [3] เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควัน หรือโมดูลตรวจวัดก๊าซ ที่มีการตอบสนองไวต่อก๊าซไวไฟกลุ่มก๊าซปิโตรเลียมเหลว, ไอโซบิวเทน, โพรเพน, มีเทน, แอลกอฮอล์ หรือไฮโดรเจน รวมไปถึงควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ จึงเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจจับการรั่วของก๊าซต่าง ๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการรั่วไหลนั้นได้ สามารถตรวจจับก๊าซในย่าน 100-5000 ppm โดยสามารถตรวจจับก๊าซได้หลากหลาย แต่จะมีส่วนที่ค่าทับซ้อนกันอยู่ ไม่สามารถแยกชนิดของก๊าซได้

4) Servo Motor

Servo Motor [4] เป็นอุปกรณ์ในกลุ่ม Motor ชนิดหนึ่ง สามารถการควบคุมการเคลื่อนที่ของมันได้โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ สามารถใช้ในการควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว, ควบคุมแรงบิด, ควบคุมแรงตำแหน่ง, ระยะทางในการเคลื่อนที่ หรือการหมุน ซึ่ง Motor ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานที่กล่าวมาได้ นอกจากนี้ยังให้ผลลัพธ์ตามความต้องการ รวมถึงมีความแม่นยำสูง

5) Firebase

Firebase [5] เป็นหนึ่งในบริการของ Google โดยมีเครื่องมือย่อยหลายตัวที่น่าสนใจ ปกติใช้ในการทำงานกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS รวมถึงเว็บแอปพลิเคชัน โดยงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือ Real-time Database และ Storage ตัว Database เป็น NoSQL Cloud Database เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการซิงค์ข้อมูลแบบ Real-time กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รวมถึงมีกฎรักษาความปลอดภัยให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูล ทั้งการอ่าน และการเขียนได้

6) NoSQL

NoSQL [6] (Not only SQL) เป็นการจัดเก็บข้อมูลรูปแบบใหม่ ซึ่งไม่มีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล ต่างกับการเก็บข้อมูลในรูปแบบ SQL นอกจากนี้ยังสามารถรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ได้ รวมถึงรองรับการขยายระบบ และรองรับการใช้งานพร้อมกันได้ดี

7) Android Studio

Android Studio [7] เป็เครื่องมือจาก Google ที่เป็น IDE Tool (Integrated Development Environment) ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน ในระบบปฏิบัติการ Android ได้แนวคิดมาจาก InteliJ IDEA ซึ่งการทำงานจะคล้ายกับ Eclipse และ Android ADT Plugin สามารถสร้างแอปพลิเคชันบน Android และสามารถแสดงตัวอย่างแอปพลิเคชัน โดยที่ไม่ต้องทำการรันบน Emulator หรือเครื่องมือจำลองอื่น

1.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอย มีผู้ที่วิจัยในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

วัศพล ขันธิรัตน และคณะ. [8] นำเสนองานวิจัยเป็นระบบที่ทำการตรวจสอบควันบุหรี่โดยชุดอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้บอร์ด Arduino เป็นหลัก เมื่อตรวจสอบควันได้จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานโดยใช้ SMS และส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

สุเมธ คะสุระ และคณะ. [9] นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากระยะไกล มีการสร้างอุปกรณ์สำหรับเข้าตรวจสอบพื้นที่เป็นรถบังคับที่มีแผงวงจรติดอยู่ และทำการแจ้งเตือนมายังมือถือของผู้ใช้งาน

Wan Hazimah Wan Ismail. [10] นำเสนอการพัฒนาระบบที่ใช้ในการแจ้งเตือนก่อนเกิดเพลิงไหม้ โดยอาศัยเซ็นเซอร์ MQ-2 ในการตรวจจับควัน และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันโดยใช้ SMS

Miguel Grinberg [11] นำเสนอการพัฒนาระบบเพื่อกระจายสื่อวิดีโอผ่านบอร์ด Raspberry Pi โดยทำการสร้าง Stream Server บนบอร์ด เพื่อเป็นตัวกลางในการกระจายสื่อวิดีโอไปยังอุปกรณ์ต่างๆ โดยเปิดให้เข้าถึงผ่านทาง IP Address ตามที่กำหนดไว้

Ben Miller [12] นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ Raspberry Pi เพื่อใช้ควบคุมกล้องถ่ายภาพในหลายทิศทางจากระยะไกลโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน อาศัย Servo Motor ในการควบคุมทิศทางของกล้อง และส่งถ่ายข้อมูลผ่าน USB Wi-Fi 802.11 b/g/n Antenna

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) การควบคุมบ้านผ่านโทรศัพท์ (Home Automation)

ระบบ Home Automation ที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดระบบไฟให้แสงสว่างภายในบ้านได้ โดยระบบจะรองรับเฉพาะอาคารที่ถูกออกแบบมาให้สวิตซ์ของหลอดไฟเป็นแบบสวิตซ์ 3 ทาง และเดินสายไฟของทุกสวิตซ์ไฟฟ้ามารวมกันไว้ที่จุด ๆ เดียวเพื่อต่อเชื่อมเข้ากับระบบ Home Automation มีความสามารถของระบบดังนี้

- ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และแสดงสถานะเปิด-ปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงติดตามค่าเซ็นเซอร์ทั้งแบบอนาล็อคและดิจิตอล ภายในระบบได้ผ่านทาง Web Application
- ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามรถควบคุมด้วย รีโมทคอนโทรล เช่น แอร์,ทีวี,ประตูรีโมท ได้ โดยใช้ IR Module
- สร้างโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติอย่างง่ายได้ผ่าน Visual Programming Editor (Google blockly) เพื่อตอบสนองพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้ใช้ได้
- ตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในระบบ ที่วัดค่ามาจากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า และสรุปผลออกมาในรูปแบบกราฟแบบรายชั่วโมง และ กราฟแบบสรุปผล
- สามารถตรวจสอบประวัติการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าย้อนหลังได้
- สามารถสร้างโปรแกรมบันทึกค่าเซ็นเซอร์ภายในระบบได้ โดยจะแสดงค่าเซ็นเซอร์ออกมาในรูปแบบกราฟ

2) พาสซีฟอินฟราเรดดีเท็กเตอร์ (PIR)

PIR ดักจับทุกความเคลื่อนไหวเป็นอุปกรณ์สำหรับดักจับความเคลื่อนไหวที่มีชื่อเต็มว่า ไพโรอิเล็กตริก เป็นอุปกรณ์จำพวก พาสซีฟอินฟราเรดดีเท็กเตอร์ (Passive Infrared detector - PIR) หรือตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรดแบบหนึ่ง โดยตัวมันจะทำงาน เมื่อมันตรวจจับพบความเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาตัวคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว ในตัวคนหรือสัตว์จะมีรังสีความร้อนแผ่ออกมารอบ ๆตัวในปริมาณที่แน่นอนอยู่จำนวนหนึ่ง เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ก็จะทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้คลื่นรังสีความร้อนที่ว่านี้แผ่กระจายออกมา มีความยาวคลื่นประมาณ 0.74-300 ไมโครเมตร อันเป็นแถบความถี่ในย่านอินฟราเรดพอดีภายใน PIR ประกอบด้วยเลนส์ที่เรียกว่า ฟรีสเนลเลนส์ (fresnel lenses) ซึ่งเป็นเลนส์ที่มีขนาดเล็กจำนวน มากเพื่อสร้างแพตเทิร์นการแทรกสอด (interfered) ของแสงย่านอินฟราเรด ขณะที่ยังไม่มีใครเข้ามาในรัศมีรูปแบบการแทรกสอดของ แสงนั้นจะมีแพตเทิร์นหยุดนิ่งคงที่ แต่เมื่อวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น แพตเทิร์นการแทรกสอดของคลื่นแสงที่ปรากฏบนตัวเซนเซอร์PIR ก็จะเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า

ตามการเคลื่อนไหวนั้นออกมาทางขา เอาต์พุต แล้วจะถูกป้อนเข้าสู่ไอซี MPCC เพื่อทำการขยายสัญญาณต่อ

3) แอปพลิเคชันบนระบบแอนดรอยด์ (Android Application)

แอปพลิเคชันสาหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application) ซึ่งคาดว่า “Mobile Application” ประกอบขึ้นด้วย 2 คำ คือ Mobile กับ Application ซึ่งมีความหมายดังนี้ Mobile คืออุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา นอกจากการใช้งานได้ ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานน้อย สำหรับ Application หมายถึงซอฟแวร์ที่ใช้ เพื่อช่วยในการทำงานของผู้ ใช้ (User) โดยแอปพลิเคชันจะต้องมีส่วนติดต่อกับผู้ ใช้ User Interface (UI) เพื่อเป็นตัวกลางในการใช้งานต่างๆ ดังนั้น Mo-bile Application หมายถึง แอปพลิเคชันที่ช่วยให้การทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์แบบเคลื่อนที่และพกพา เช่น PDA, Smartphone และ Tablet เป็นต้น ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านี้จะทางานบนระบบปฏิบัติการ (OS) ที่แรกต่างกัน ในปัจจุบันมีการพัฒนาแอปพลิเคชันตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ ขึ้นมาเป็นจานวนมาก เนื่องจากผู้ใช้มีความต้องการใช้แอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน และในปัจจุบันอัตราการใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลจากการให้บริการแอปพลิเคชันต่างๆ ที่มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็น กลุ่มคนทำงาน นิสิตนักศึกษา นักธุรกิจ หรือกลุ่มแม่บ้านในปัจจุบันได้ พัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ ขึ้น มากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย มีผู้ที่วิจัยในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

ปาริฉัตร เสริมวฒิ และคณะ [13] ได้นำเสนอ ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ภายในห้องแบบอัตโนมัติ โดยใช้กล้อง IP Camera มาทำการตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก คือ ส่วนตรวจจับและส่วนติดตามการเคลื่อนไหวของคน ซึ่งการประมวลผลภาพคนทำได้โดยการใช้เทคนิค ลบภาพพื้นหลัง ของฉากที่ไม่มีการเคลื่อนที่ แล้วส่งค่าไปยัง Servo motor เพื่อที่จะเคลื่อนที่กล้องให้ติดตามบุคคล

สมหวัง อริสริยวงศ์ [14] ได้นำเสนอระบบ ต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย สำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อม ภายในโรงเรือนโดยใช้ Sensor Node ที่ภายในมีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุม มาทำหน้าที่วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และใช้ Sink Node มาทำหน้าที่แสดงผล และเก็บค่าที่รับมาจาก Sensor Node ในแบบไร้สาย

พีรพันธ์ ชอบดี และคณะ [15] ได้นำเสนอการควบคุมระบบเสียงโดยใช้ Android โดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายLANอยู่ คำสั่งจะถูกถ่ายทอดไปยังบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านทาง TCP/IP แล้วจะทำการประมวลผลว่าได้รับคำสั่งแบบใดมาบอร์ดก็จะ ทำงานตามคำสั่งนั้น โดยบอร์ดจะส่งสัญญาณให้ Servo Motor บังคับวอลลุ่ม

สมนึก จิระศิริโสภณ [16] ได้นำเสนอระบบ IoT ใน กรมชลประทาน โดยสื่อให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ระบบ IoT ในอนาคต เพื่อร่วมกับ กรมชลประทาน

ธีรวัฒน์ หงส์เวียงจันทร์ [17] ได้นำเสนอระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้บอร์ด ET-PIC16/32 START KIT ซึ่งเป็นเครื่องบริการแบบฝังตัว อีกทั้งยังใช้โปรแกรม Eclipse SDK ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและนำระบบที่พัฒนาไปช่วยเพิ่มความ สะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้

เทพพิทัย กำเพ็ชรและคณะ [18] ได้นำเสนอเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย โดยมีการรับสงขอมูลดวยคลื่นความถี่วิทยุการทำงานตามมาตรฐานโปรโตคอล IEEE 802.15.4 ในยาน ความถี่ 2.4 GHz ใช้ไมโครคอนโทรลเลอรเบอร์ PIC16F887 เป็นตัวควบคุมฟังชั่นก์การทำงานของ อุปกรณ์มีโมดูล MRF24J40MA ทำหน้าที่กำหนดอัตราการรับส่งขอมูลและกระจายสัญญาณแบบไร้สาย จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในตำแหนงต่างๆ แสดงค่าบนจอ LCD แบบเรียลไทม์ (Real Time) ทำงานระยะ 100 เมตร

Nathan David และคณะ [19] ได้นำเสนอ การควบคุมบ้านจากระยะไกล ผ่านการใช้งาน Arduino โดยใช้เครื่อง Arduino เป็นตัวควบคุมเซนเซอร์ต่างๆ ผ่านทาง Wifi หรือ Bluetooth Interface

Venkatesh Neelapala และคณะ [20] ได้นำเสนอ การใช้งาน Arduino ด้วย ระบบ Network เป็นการแนะนำวิธีการใช้งาน หรือควบคุม Arduino ผ่านทางระบบ Network

Afonso, J. D. R [21] ได้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือวัดและ จัดเก็บข้อมูลแบบทุนต่ำด้วย Arduino โดยใช้การเก็บข้อมูลด้วย 3G

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย

3.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) Arduino uno r3

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source ที่สามารถเขียนคำสั่งต่างๆเพื่อควบคุมpin ภายในบอร์ดซึ่งมีหน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 12 V มี มี Digital Input / Out-put 14 ขา และ มี Analog Input 6 ขา

2) WiFi Shield V2

เป็นโมดูลไวไฟเพื่อต่อเข้ากับบอร์ดArduinoทำให้Arduinoสามารถเชื่อมต่อกับเขื่อขายไร้สายได้ โดย pin ของ WiFi shield v2 เหมือนกับArduino uno r3 รองรับโปรโตคอล TCP, UDP, FTP และ HTTP

3) Arduino IDE

เป็นซอฟแวร์ของบอร์ด Arduino มีหน้าที่เขียนโปรแกรมหรือคำสั่งทำงานให้กับบอร์ด Arduino จะต้องทำการเลือกcomportที่เชื่อกับ Arduino และเลือกชนิดของบอร์ดถึงจะสามารถเขียนคำสั่งลงไปในบอร์ดได้

4) Soil Moisture Sensor

เป็นโมดูลใช้ในการวัดค่าความชื้นดินโดยมี 3 ขาคือ VCC จะใช้3.3Vหรือ 5V ก็ได้ GND และ output จะส่งค่าเป็น analog โดยค่าที่วัดได้อยู่ช่วง 0-300 แปลว่าดินแห้ง ค่าอยู่ช่วง 300-700 แปลว่าดินมีความชื้น และค่าอยู่ที่ 700 ขึ้นไปแปลว่าอยู่ในน้ำ

5) Relay Module

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสลับวงจรไฟฟ้าเหมือนกับกับสวิตช์ โดยตัว Relay จะมีเอาต์พุตคอนเน็คเตอร์3แบบคือ 1.NO เป็นหน้าสัมผัสเปิด โดยไม่ถูกต่อกับขา COM แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟ 2.COM เป็นขาที่อยู่ระหว่าง NC และ NO 3.NC เป็นหน้าสัมผัสแบบปิด โดยจะต่อเข้ากับขา COMและไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าและยังมีpin IN GND VCC เพื่อต่อเข้ากับบอร์ดอย่าง arduino เพื่อสามารถทำให้บอร์ดสั่งการ Relay Moduleได้

3.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย มีผู้ที่วิจัยในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

ภูริช ไวคิด, จุฑาวุฒิ จันทรมาลี และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ [22] ได้นำเสนอระบบโมบายแอปพลิเคชันเพื่อวัดค่า อุณหภูมิ และ ควบคุมการรดน้ำผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยมีอุปกรณ์ที่ เรียกว่า พีซีบีบอร์ด ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับ ค่า การรับ-ส่งสัญญาณและควบคุมสั่งการเปิด-ปิด

พาขวัญ พัดเย็นใจ และชนุดม เอกเตชวุฒิ [23] ได้นำเสนอแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการ ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล โดยพัฒนาผ่าน Ionic Framework

ปรีชา สมสอน, โสวัตร์ บุญยศ และประสิทธิ์นครราช [24] ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบลูทูธในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และสร้างระบบ ต้นแบบเพื่อแสดงการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านการสื่อสารไร้สายบลูทูธ

สามารถ ยืนยงพานิช [25] ได้นำเสนอระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟด้วย Wi-Fi ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

เทพพิทัย กำเพ็ชร และวิริยะ กองรัตน์ [26] ได้นำเสนอเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สายโดยกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลและกระจายสัญญาณแบบไร้สาย จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ แสดงค่าบนจอ LCD แบบเรียลไทม์ ทำงานระยะ 100 เมตร

จุฑาวุฒิ จันทรมาลี, ศราวุฒิ พิมพ์วัน และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ [27] ได้นำเสนอแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านผ่านสัญญาณบูลทูธ โดยมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า พีซีบีบอร์ด ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับ-ส่งสัญญาณและควบคุมสั่งการเปิด-ปิด

ดวงนภา พรมจรรย์, อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และอนุมัติ อิงคนินันท์ [28] ได้นำเสนอระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าโดยส่งผ่านข้อมูลด้วยอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซิกบี โดยมีการ

ประยุกต์อุปกรณ์หลักๆ อย่างคือไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 บอร์ดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น อุปกรณ์รับส่งไร้สายซิกบี

ทองล้วน สิงห์นันท์ และวันดี หวังคะพันธ์ [29] ได้นำเสนอเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกข้าวหอมมะลิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คาสวัสดิ์ [30] ได้นำเสนอการออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยติดตั้งโนดเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูก

Chris Hannam [31] ได้นำเสนอ การใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินและแรงดันอากาศ ควบคุมการรดน้ำด้วยArduinoและPiสั่งการเปิด/ปิดปั๊มน้ำ

S.V.Devika, Sk.Khamuruddeen, Sk.Khamurunnisa, Jayanth Thota and Khalesha Shaik [32] ได้นำเสนอรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติโดยใช้ArduinoติดATmega328 Microcontroller โปรแกรมให้รดน้ำต้นไม้2ครั้งต่อวัน

NOOR SARAH BINTI MOHD SHAH [33] ได้นำเสนอ รดน้ำต้นไม้อัตโนมัติโดยใช้Arduinoใช้ภาษา C++ ในการโปรแกรม

Mehamed Ahmed Abdurrahman [34] ได้นำเสนอการใช้เซนเซอร์ต่อเข้ากับPIC Micro Controllerแล้วต่อเข้ากับRelayเพื่อสั่งการวาล์ว

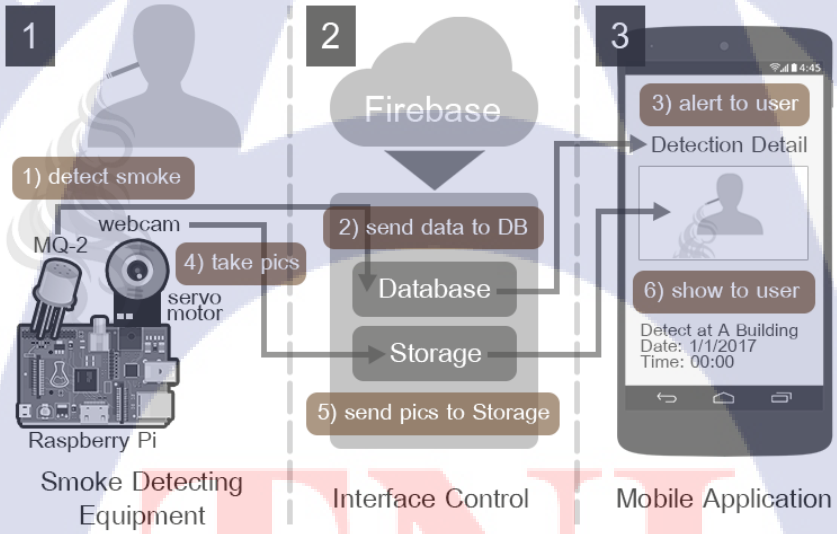
MD. NIAMUL HASSAN , AHMAD SHAMS NOOR and SHIHAB IBNE ABDULLAH [35] ได้นำเสนอระบบควบคุมดูแลการรดน้ำต้นไม้ในเรือนกระจก โดยพิจารณาจากอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน และ แสง

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอย ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 เรื่องย่อย ซึ่งในเรื่องย่อยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่แตกต่างกัน ดังสรุปในรายละเอียดด้านล่างนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

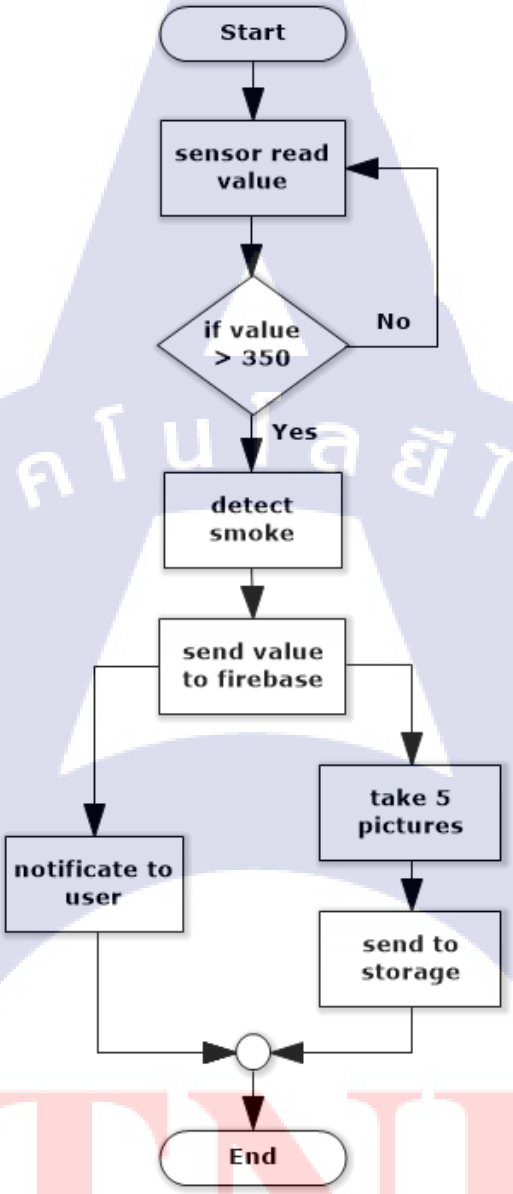
การดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 1 โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับควัน, ส่วนของ Interface Control และส่วนของแอปพลิเคชัน อธิบายในรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้



รูปที่ 1 Framework ของระบบตรวจจับควัน

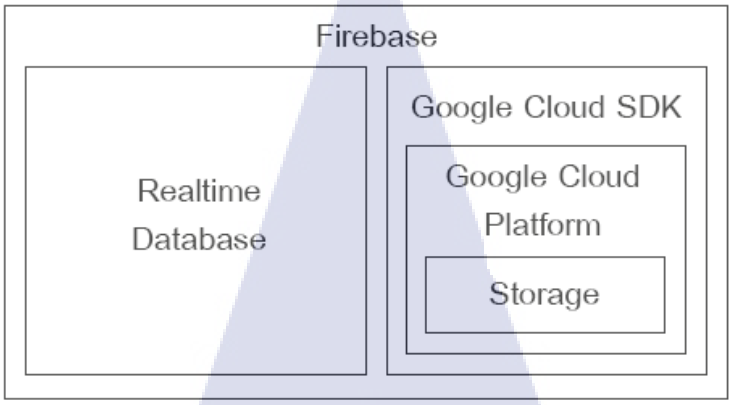
<u>ส่วนที่ 1 ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับควัน</u> ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับควันแสดงเป็นส่วนแรกในรูปที่ 1 ใช้บอร์ด Raspberry Pi เป็นตัวหลัก ร่วมกับเซ็นเซอร์ MQ-2 ในการตรวจจับควัน รวมถึงใช้กล้องเว็บแคมในการถ่ายภาพ และใช้ Servo Motor ติดกับกล้องเพื่อหมุนกล้อง ให้สามารถเปลี่ยนมุมมองการถ่ายได้ โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์แสดงตาม Flowchart ในรูปที่ 2 ตัวเซ็นเซอร์จะทำการอ่านค่าก๊าซจากอากาศ หากค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์มากกว่าค่าที่กำหนดไว้ หรือคือมากกว่า 350 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดที่ควันบุหรี่ถูกตรวจจับได้ จากนั้นอุปกรณ์จะส่งค่าไปยังส่วน Interface Control ซึ่งเป็นตัวกลางอยู่บนอินเทอร์เน็ต ระหว่างนั้นอุปกรณ์จะสั่งการให้กล้องถ่ายภาพ 5 ภาพ โดยมี Servo Motor หมุนเปลี่ยน

มุมมอง ทำให้สามารถถ่ายภาพมุมกว้างของบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์ได้ และส่งไปยังส่วน Interface Control บนอินเทอร์เน็ต เมื่อทำงานเสร็จกระบวนการก็จะทำการสั่งให้เซ็นเซอร์อ่านค่าใหม่



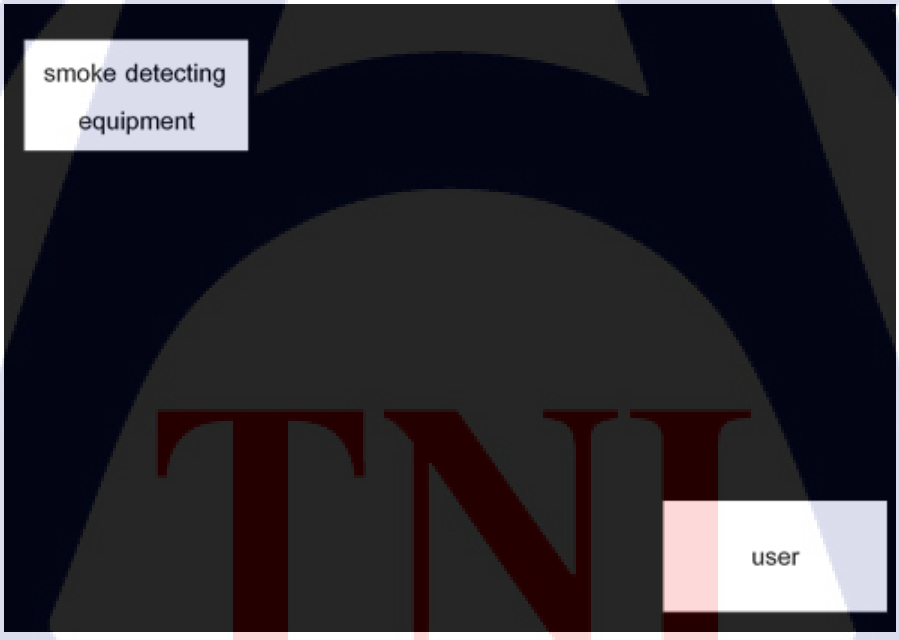
รูปที่ 2 Flowchart ของการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควัน

ส่วนที่ 2 ส่วนของ Interface Control แสดงเป็นส่วนที่ 3 ในรูปที่ 1 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลค่า และภาพที่ส่งมาจากอุปกรณ์ตรวจจับควัน ในที่นี้ใช้บริการของ Firebase ส่วนของ Database เป็น Real-time Database และส่วนของ Storage เป็นบริการของ Firebase โดยที่เบื้องหลังมีการสนับสนุนจาก Google Cloud Platform เมื่อใช้งานกับแอปพลิเคชันสามารถรับบริการจาก Firebase ได้โดยตรง แต่เมื่อต้องการใช้งานกับ Raspberry Pi จะไม่สามารถรับบริการจาก Firebase ได้โดยตรง จึงต้องใช้ Google Cloud SDK เพื่อรับบริการจาก Google Cloud Platform ตามลักษณะในรูปที่ 3



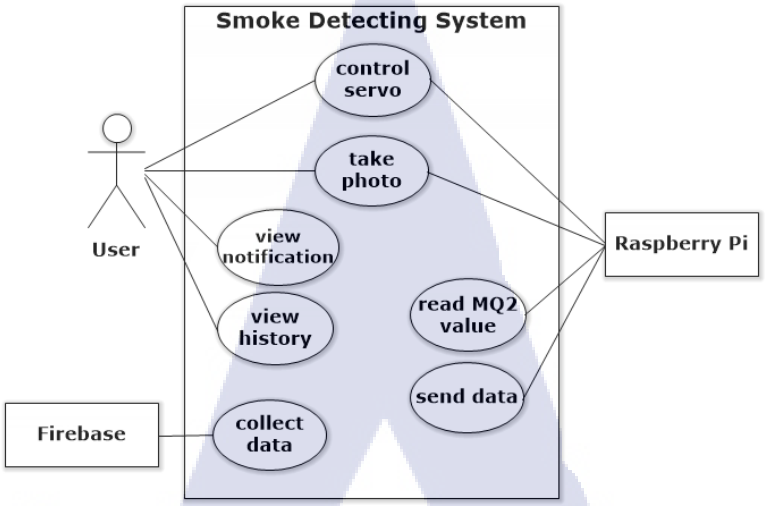
รูปที่ 3 ส่วนประกอบของ Firebase

การส่งค่าต่างๆ มีรูปแบบตาม Data Flow Diagram ในรูปที่ 4 ข้อมูลของค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ เวลา และข้อมูลอื่นๆ จะถูกส่งจากอุปกรณ์ไปเก็บในส่วนของ Database โดยเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ทันที ส่วนภาพจะถูกเก็บในส่วนของ Storage เมื่อผู้ใช้ต้องการดูรายละเอียด หรือประวัติของการแจ้งเตือน ข้อมูลที่ได้ตอนที่ตรวจจับ กับข้อมูลภาพจะถูกอ่านจาก Firebase ไปแสดงในแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4 Data Flow Diagram ของระบบตรวจจับควัน

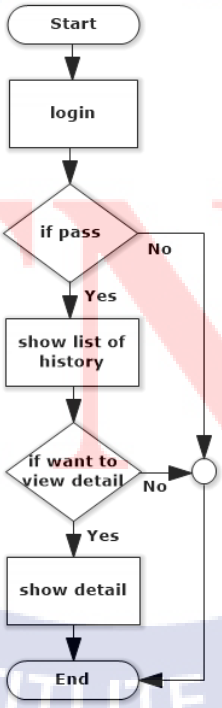
ส่วนที่ 3 ส่วนของแอปพลิเคชัน เป็นส่วนที่ 3 ในรูปที่ 1 เขียนบนระบบปฏิบัติการ Android มีการออกแบบระบบโดยใช้ Use Case Diagram แสดงตามรูปที่ 5 บอร์ด Raspberry Pi สามารถอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ MQ-2 ส่งข้อมูลไปเก็บไว้ใน Database รวมถึงถ่ายภาพ และเก็บไว้ใน Stor-age ส่วนของบริการ หรือ Firebase ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อให้ส่วนแอปพลิเคชันสามารถอ่านค่าไปแสดงได้



รูปที่ 5 Use Case Diagram ของระบบตรวจจับควัน

ส่วนผู้ใช้งานสามารถรับการแจ้งเตือนเมื่อพบผู้สูบบุหรี่สถานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไว้ และสามารถดูประวัติการแจ้งเตือนที่เคยมีเข้ามาในอดีตได้ นอกจากนี้ยังสามารถดูรายละเอียดของการตรวจจับควันแต่ละครั้งได้ว่าตรวจจับควันได้ในวันที่ เวลาใด ภาพที่ถ่ายได้เป็นเช่นไร

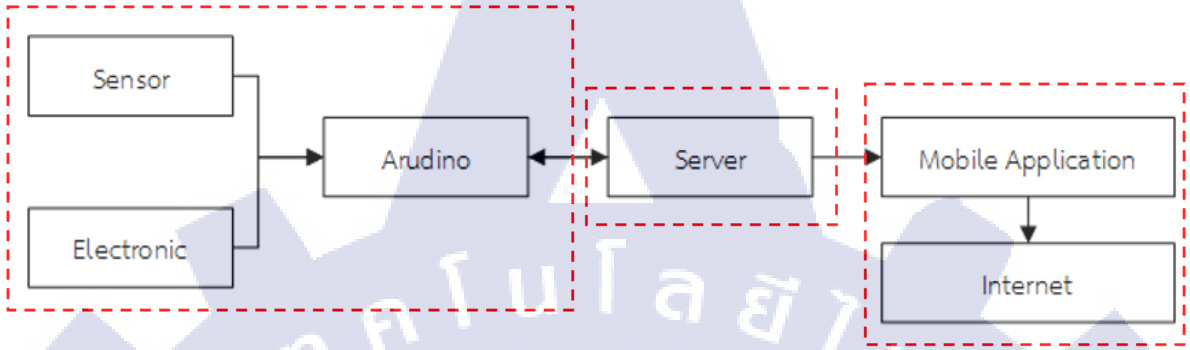
ขั้นตอนในการทำงานของแอปพลิเคชันเป็นไปตามรูปที่ 6 โดยเริ่มแรกผู้ใช้ต้องทำการ Login ก่อน หาก Username และ Password ถูกต้อง จะสามารถเข้าไปสู่หน้าประวัติการแจ้งเตือนได้ การแสดงผลจะมีลักษณะเป็นรายการ หากต้องการดูรายละเอียด สามารถกดเข้าไปที่รายการ แอปพลิเคชันจะแสดงข้อมูลวันที่ เวลา สถานที่ ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ และภาพที่ถ่ายโดยอุปกรณ์



รูปที่ 6 Flowchart การทำงานของแอปพลิเคชัน

2. ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

การดำเนินงานในการการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 7 โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน มีอธิบายในรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้



รูปที่ 7 Framework ของงานวิจัย

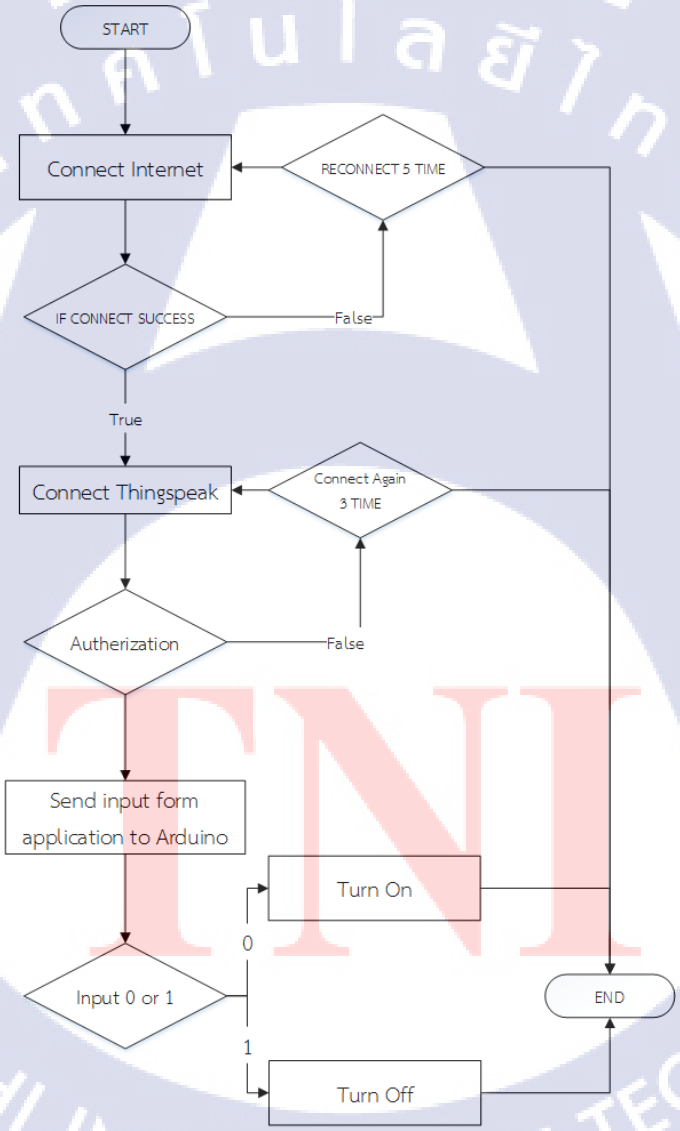
ส่วนที่ 1 การออกแบบการควบคุมผ่าน TCP โดยการที่ Arduino ทำการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่งข้อมูลไปยังโมบายแอปพลิเคชันผ่านทางเซิฟเวอร์ที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล

ส่วนที่ 2 การออกแบบการติดตั้ง Arduino Library และ IDE โดยจะมีการติดตั้งซอฟแวร์ลงไปในบอร์ด Arduino ผ่านโปรแกรม IDE ชื่อว่า Arduino IDE ของทางผู้พัฒนา Arduino และมีการติดตั้ง Library ในส่วนของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อทำให้บอร์ด Arduino สามารถเชื่อมต่อเซิฟเวอร์เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลไปยังโมบายแอปพลิเคชันและ Library ในส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ส่วนที่ 3 การออกแบบออกแบบโมบายแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันในการใช้งานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะเป็นแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มแอนดรอย ในการพัฒนาจะใช้โปรแกรม Android Studio ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเนื่องจาก Android Studio เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันลงบนแพลตฟอร์ม Android โดยตรง ทำให้สะดวกต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันและยังใช้ภาษาในการพัฒนาเป็นภาษาจาวาทำให้สามารถพัฒนาได้ง่ายและยังนำไปพัฒนาต่อบนแพลตฟอร์มอื่นได้ในภายหลัง แอปพลิเคชันที่พัฒนาจะทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยตั้งเวอร์ชั่น 4.0.3 (Ice Cream Sandwhich) ขึ้นไปเท่านั้น เนื่องจากระบบบางส่วนไม่สามารถใช้งานในระบบปฏิบัติการที่ต่ำกว่านี้ได้ สำหรับการเชื่อมต่อเซิฟเวอร์ตัวแอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อไปยังเซิฟเวอร์ของ Thingspeak และมีการยืนยันข้อมูลในการเชื่อมต่อด้วย API Key ของ Thingspeak

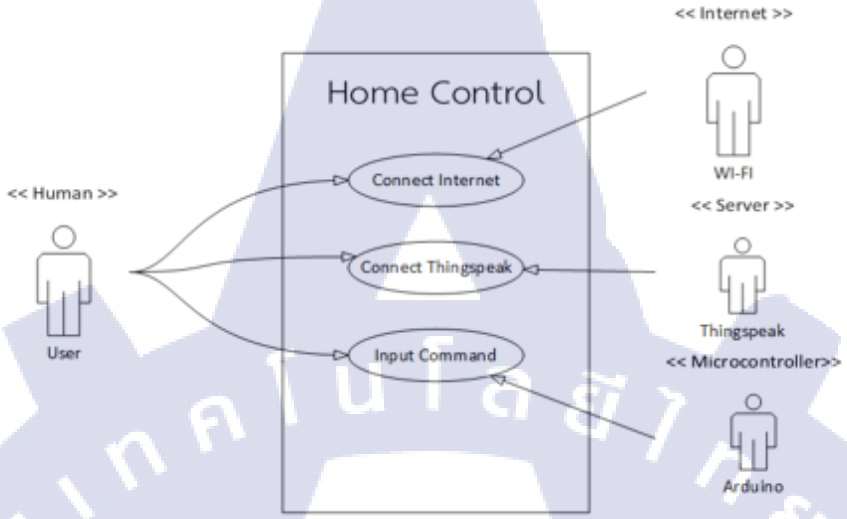
สำหรับการออกแบบโมบายแอปพลิเคชันได้มีการออกแบบกระบวนการทำงานเป็น Flowchart ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยเริ่มต้นใช้งานแอปพลิเคชันจะต้องทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตก่อนเพื่อเริ่มทำงานในส่วนต่อไป ถ้าหากไม่สามารถทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ จะต้องทำการเชื่อมต่อใหม่อีกครั้งและถ้า

หากไม่สามารถทำการเชื่อมต่อได้ภายใน 5 ครั้งระบบจะแจ้งเตือนว่าไม่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ ในส่วนถัดไปถ้าทำการเชื่อมต่อสำเร็จ แอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่อไปยังเซิฟเวอร์ของ Thingspeak โดยเซิฟเวอร์จะมีการตรวจสอบข้อมูล API Key ที่เขียนไว้ในแอปพลิเคชัน ถ้าหาก API Key ถูกต้องแอปพลิเคชันก็จะสามารถเริ่มทำงานได้ทันที หากไม่ถูกต้องจะต้องทำการระบุ API Key ใหม่อีกครั้งและสามารถทำการระบุได้ไม่เกิน 3 ครั้ง ถ้าหากเกิน 3 ครั้งทาง Thingspeak จะบล็อคการเชื่อมต่อชั่วคราว เพื่อป้องกันการเชื่อมต่อที่ผิดปกติมากเกินไป ในถัดไปหลังจากที่ Thingspeak ตรวจสอบแล้วว่าสามารถเข้าใช้งานได้ แอปพลิเคชันก็จะทำการส่งคำสั่งที่ได้รับจากผู้ใช้งาน ผ่านแอปพลิเคชันไปยัง Arduino ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยจะมีค่า 0 และ 1 ถ้าส่งค่า 0 จะเท่ากับปิดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าและเท่ากับ 1 แสดงว่าเปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามคำสั่งที่ผู้ใช้งานสั่งเสร็จเรียบร้อยตัวแอปพลิเคชันก็จะเริ่มต้นทำงานใหม่เพื่อรอรับคำสั่งถัดไปจากผู้ใช้งาน



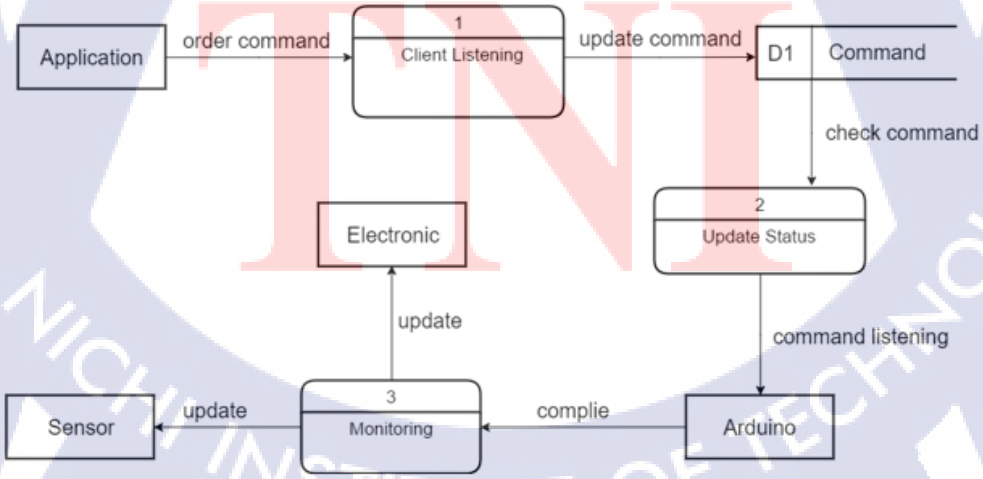
รูปที่ 8 Flowchart การทำงานของโมบายแอปพลิเคชัน

หลังจากที่ออกแบบ Flowchart การทำงานของระบบ ได้ออกแบบ Use Case ของงานวิจัยตามรูปที่ 9 โดยแบ่งออกเป็นผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานแอปพลิเคชันโดยการต่ออินเตอร์เน็ต, แอปพลิเคชันจะเข้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเซิฟเวอร์และบอร์ด Arduino และ ผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชัน



รูปที่ 9 Use Case ของระบบ

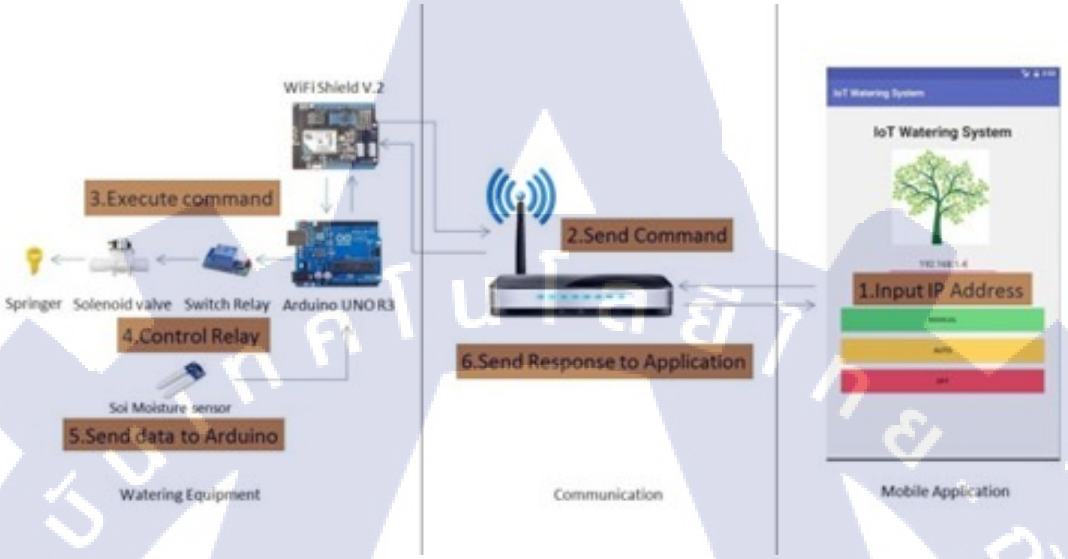
การออกแบบ Data Flow Diagrams จากรูปที่ 10 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ในส่วนเริ่มต้นแอปพลิเคชันจะรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน แอปพลิเคชันจะตรวจสอบคำสั่งที่ผู้ใช้งานแล้วส่งไปยังเซิฟเวอร์เพื่อทำการตรวจสอบว่าสามารถใช้คำสั่งได้หรือไม่ กรณีเซิฟเวอร์ตรวจสอบว่าสามารถใช้งานคำสั่งได้ เซิฟเวอร์จะทำการส่งคำสั่งไปที่บอร์ด Arduino หลังจากนั้น Arduino จะทำตามคำสั่งที่ได้รับมาจากเซิฟเวอร์ ในกรณีการตรวจสอบคำสั่งไม่ถูกต้อง จะทำการแจ้งเตือนไปยังหน้าจอแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน เพื่อให้ทำการระบุคำสั่งใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 10 Data Flow Diagram การทำงานของโมบายแอปพลิเคชัน

3. ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย

การดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 11 โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน มีอธิบายในรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้



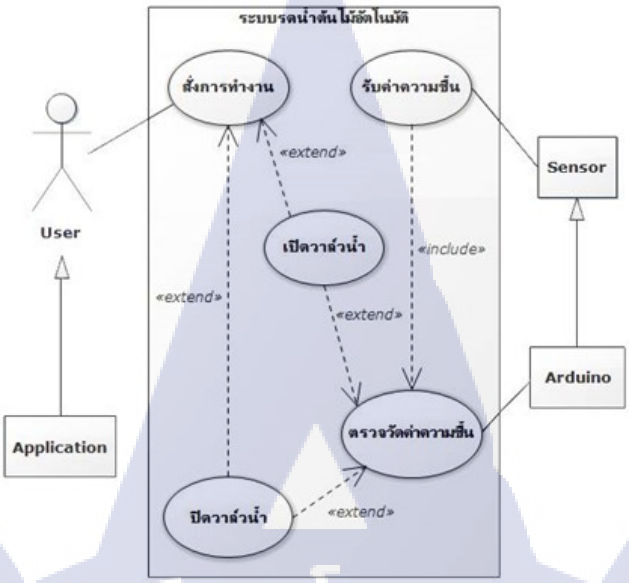
รูปที่ 11 กรอบแนวคิดการทำงานของระบบ

ส่วนที่ 1 Hardware design ส่วนนี้จะใช้บอร์ด Arduino ในการเชื่อมต่อกับ แอปพลิเคชันและเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นในดิน โดยบอร์ด Arduino จะเป็นตัวที่ไม่สามารถติดต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้จึงต้องใช้ Wi-Fi Shieldในการต่อเข้ากับบอร์ด Arduino เพื่อให้สามารถใช้ระบบเครือข่ายไร้สายได้ นำตัววัดความชื้นดินต่อเข้ากับบอร์ดในส่วนของวาล์วน้ำนั้นจะต้องใช้Relayในการต่อเข้ากลับบอร์ดและต้องใช้adapterแยกเพราะกำลังไฟฟ้าที่ส่งมาจากบอร์ดไม่พอซึ่งวาล์วน้ำใช้กำลังไฟ 15v ตามภาพ

ส่วนที่ 2 Communication สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของ Hardware กับ Applicationโดยทำการเช็ค IP ของบอร์ดแล้วนำ IP ไปใส่ใน แอปพลิเคชันเพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่าง แอปพลิเคชัน กับบอร์ด Arduino ผ่าน Router

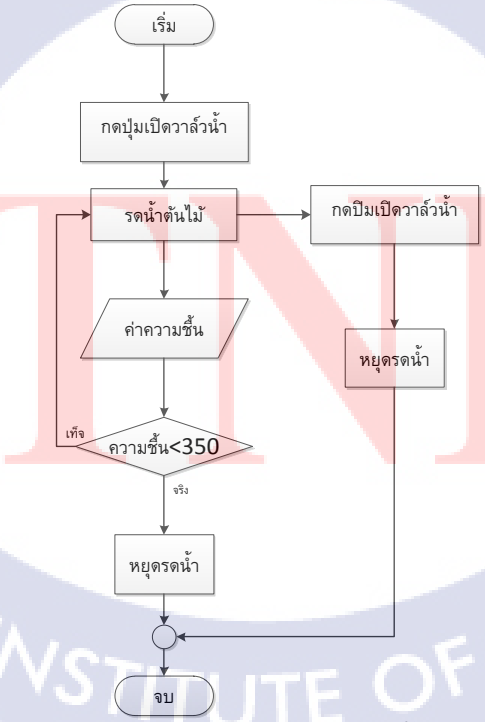
ส่วนที่ 3 ส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันเขียนบนระบบปฏิบัติการแอนดอยด์ มีการนำเสนอเป็นuse case ตามรูปภาพที่4 โดยแอปพลิเคชันจะควบคุมบอร์ด Arduino เพื่อสั่งให้ Arduino ทำการเปิด/ปิดวาล์วน้ำ

User จะต้องใส่ IP ของบอร์ด Arduino ในแอปพลิเคชันก่อนที่จะเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดในการควบคุมการทำงานของระบบ เมื่อเชื่อมต่อเข้ามายังบอร์ดแล้ว User สั่งการให้เปิดหรือปิดวาล์วน้ำผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 12 Use Case ของระบบรดน้ำต้นไม้

บอร์ด Arduino จะเป็นตัวตรวจค่าวัดความชื้นในดินที่ได้รับมาจาก Soil Moisture Sersor ที่เป็นตัวรับค่าความชื้นในดิน บอร์ดArduino สามารถปิดอัตโนมัติเมื่อมีค่าความชื้นในดินสูงกว่ากำหนด เมื่อกดปุ่มในแอปพลิเคชันระบบจะสั่งการรดน้ำต้นไม้ทันที การทำให้ระบบรดน้ำต้นไม้หยุดทำงานโดยกดปุ่มปิดในแอปพลิเคชันหรือมีการปิดอัตโนมัติโดยจะวัดค่าความชื้นของดินที่รดน้ำต้นไม้เมื่อถึงความชื้นมากกว่า 350 จะทำการปิดระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติทันทีถ้าความชื้นยังไม่ถึงกำหนด จะทำการรดน้ำต้นไม้ต่อไป



รูปที่ 13 Flowchart ของระบบรดน้ำต้นไม้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานวิจัยเรียบร้อยตามที่ได้อธิบายในขั้นตอนการดำเนินงาน ได้ผลในการดำเนินงานโดยแบ่งผลการดำเนินงานตามหัวข้อในการวิจัยทั้ง 3 หัวข้อย่อย ดังสรุปรายละเอียดผลการดำเนินงานด้านล่างนี้

1. ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

ในการประเมินการใช้งานของแบบจำลอง เริ่มต้นโดยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันในพื้นที่ทดลอง และทำการประเมินผลโดยแบ่งการประเมินสมรรถภาพของแบบจำลองออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1) ความสามารถในการตรวจจับควัน และการแจ้งเตือน

โดยทำการประเมินโดยการทดสอบการทำงานจริงของอุปกรณ์ตรวจจับควัน และแอปพลิเคชันใช้วิธีการจุดไฟให้เกิดควันในระยะต่างๆ แทนการใช้ควันจากบุหรี่ และจับเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้งที่เกิดตรวจจับควัน และแจ้งไปยังผู้ใช้ โดยได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองแสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจจับควันบุหรี่ตั้งแต่เริ่มสูบจนมีการแจ้งเตือนที่แอปพลิเคชัน

	เวลา (วินาที)					
ครั้งที่ / ระยะ	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
1 เมตร	60.4	50.2	63.4	48.3	55.7	55.60
2 เมตร	261.0	250.8	214.2	272.4	268.2	253.32
3 เมตร	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยจุดไฟให้เกิดควัน เริ่มจากระยะ 1 เมตรจากตัวอุปกรณ์ และห่างไป 1 เมตรเรื่อยๆ โดยวัดระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจจับควันของอุปกรณ์ตรวจจับควัน ตั้งแต่เริ่มเกิดควันจนมีการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ โดยในแต่ละระยะทำการทดลอง 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเวลา พบว่าที่ระยะ 1 เมตร มีค่าเฉลี่ยเวลา 55.60 วินาที ที่ระยะ 2 เมตร มีค่าเฉลี่ยเวลา 253.32 วินาที หรือ 4 นาที 22 วินาที และเมื่อทำการทดสอบที่ระยะ 3 เมตร พบว่าใช้เวลามากกว่า 5 นาทีทั้ง ซึ่งมากกว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสูบบุหรี่ทั่วไป จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองไม่สามารถทำงานได้ดีในระยะนี้

2) ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ทำการประเมินโดยให้ผู้ทดสอบทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน และประเมินการใช้งานในด้านต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ ด้านความรวดเร็วในการทำงาน, ด้านความถูกต้องในการทำงาน, ด้านความครบถ้วนในการทำงาน, ด้านความสวยงามของหน้าจอ และด้านความพึงพอใจโดยรวม

เกณฑ์ในการประเมินผลใช้วิธีของ Likert Scale [36] แบ่งคะแนนในการประเมินเป็นระดับตั้งแต่ 1-5 โดยเรียงจาก 1 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด, 2 หมายถึง พอใจน้อย, 3 หมายถึง พอใจปานกลาง, 4 หมายถึง พอใจมาก และ 5 หมายถึง พอใจมากที่สุด

ส่วนเกณฑ์ในการจัดระดับของผลการประเมินใช้วิธีของ Likert Scale เช่นกัน มีการจำแนกแต่ละช่วงคะแนนที่ได้แบ่งระดับคะแนนเป็นเกณฑ์ 5 ระดับ โดยทำการกำหนดช่วงของการวัดได้ดังนี้

ค่าช่วง 4.21-5.00 อยู่ในเกณฑ์พอใจมากที่สุด
ค่าช่วง 3.41-4.20 อยู่ในเกณฑ์พอใจมาก
ค่าช่วง 2.61-3.40 อยู่ในเกณฑ์พอใจปานกลาง
ค่าช่วง 1.81-2.60 อยู่ในเกณฑ์พอใจน้อย
ค่าช่วง 1.00-1.80 อยู่ในเกณฑ์พอใจน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการประเมินการใช้งาน

คนที่ / ด้าน	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ความรวดเร็ว	3	4	3	3	4	3.40
ความถูกต้อง	5	4	5	3	4	4.20
ความครบถ้วน	2	3	4	3	5	3.40
ความสวยงาม	3	4	5	4	3	3.80
ความพอใจ	4	4	4	4	4	4.00
				เฉลี่ยรวม		3.76

ผลการประเมินจากผู้ใช้ 5 ท่านได้ผลตามตารางที่ 3 ได้ผลเฉลี่ยเป็นค่า 3.76 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะได้ผลว่าการประเมินการใช้งานแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์พอใจมาก

2. ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย

จากการนำเสนอแนวคิดการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านและอาคารสถานที่ งานวิจัยนี้ได้มีการประเมินผลโดยการทดลองใช้งานจากผู้ใช้งาน 3 ท่านโดยแต่ละท่านใช้งานในสถานที่ที่แตกต่างกันออกไป

4.01-5.00 : แสดงให้เห็นถึง มีความเหมาะสมระดับสูงมาก
3.01-4.00 : แสดงให้เห็นถึง มีความเหมาะสมระดับสูง
2.01-3.00 : แสดงให้เห็นถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
1.01-2.00 : แสดงให้เห็นถึง มีความเหมาะสมน้อย
0.00-1.00 : แสดงให้เห็นถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางที่ 4 ตารางประเมิณความเหมาะสมในการใช้งาน

รายละเอียดการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. ความเหมาะสมของอุปกรณ์	2.6	ปานกลาง
2. ความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน	3.3	สูง
3. ความเหมาะสมในการใช้งาน	3.1	สูง
ค่าเฉลี่ยรวม	3.0	ปานกลาง

3. ผลการดำเนินงานในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนแอนดรอย

จากการทดสอบการใช้งานระบบเบื้องต้นสามารถใช้งานแอพพลิเคชั่นสั่งการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและได้ทำการทำแบบสอบถามเพื่อให้ผู้ใช้ระบบ 25 คนประเมินซึ่งมีดังนี้

ตารางที่ 5 แบบสอบถามความพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. ง่ายต่อการใช้งาน	4.4	พอใจมากที่สุด
2. ความสะดวกของการติดตั้ง	4.5	พอใจมากที่สุด
3. ความสวยงามของแอปพลิเคชัน	4.3	พอใจมากที่สุด
4. ระบบทำงานได้ถูกต้อง	4.6	พอใจมากที่สุด
ค่ารวม	4.45	

เกณฑ์ผลการประเมินใช้วิธีของ Likert Scale มีอยู่ 5 อันดับดังนี้

ค่า 4.21-5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด
ค่า 3.41-4.20 หมายถึง พอใจมาก
ค่า 2.61-3.40 หมายถึง พอใจปานกลาง
ค่า 1.81-2.60 หมายถึง พอใจน้อย
ค่า 1.00-1.80 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

บทที่ 5
ข้อสรุปผลงานวิจัย

สรุปผลงานวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอยในด้านต่าง ๆ ซึ่งในรายงานวิจัยนี้ได้แบ่งการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันบนแอนรอยอยู่ 3 เรื่องย่อย ตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ทำงานกับสิ่งของเพื่อให้สามารถควบคุมได้จากระยะไกล และช่วยในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างงานวิจัยการพัฒนาโมบายแอพพลิเคชั่นควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย ซึ่งเป็นแนวคิดในการนำเทคโนโลยีของ Internet of Thing เข้ามาช่วยในการควบคุมดูแลเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน หรือในอาคารสถานที่ที่มีความยุ่งยากในการควบคุม และอาจต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ จากการนำไปทดลองใช้งานจริง ผลที่ได้รับในด้านความเหมาะสมอุปกรณ์ได้ค่าเฉลี่ยที่ 2.6, ผลที่ได้รับในด้านความเหมาะสมของตัวแอปพลิเคชันได้ค่าเฉลี่ยที่ 3.3 ผลที่ได้รับในด้านความเหมาะสมในการใช้งานได้ค่าเฉลี่ยที่ 3.1 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง โดยแนวคิดในการนำเสนองานวิจัยชิ้นนี้ สามารถช่วยลดเวลาในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นได้ ในอนาคตผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงและพัฒนาแอปพลิเคชันให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

ทั้งนี้นอกจากการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างการใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจับผู้ฝ่าฝืนกฎ อย่างเช่นผู้ที่ฝ่าฝืนกฎพื้นที่เขตปลอดบุหรี่ ซึ่งมีการตามตัวผู้กระทำผิดได้ยาก เนื่องจากพนักงานไม่สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึงตลอดเวลา ดังนั้นส่วนหนึ่งในรายงานนี้จึงนำมาพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันตรวจจับควันและผู้สูบบุหรี่แบบอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองที่ช่วยในการตามจับตัวผู้กระทำผิดจากการสูบบุหรี่ในที่ห้ามสูบ โดยแบบจำลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของอุปกรณ์ใช้ Raspberry Pi ในการควบคุมเซ็นเซอร์ และกล้อง ส่วนของบริการใช้บริการ Firebase ของ Google และส่วนของแอปพลิเคชัน บนระบบปฏิบัติการ Android ที่สามารถรับการแจ้งเตือน และเรียกดูรายละเอียดของการตรวจจับควัน รวมถึงรูปของผู้สูบบุหรี่ที่ถ่ายได้

จากการทดสอบ แบบจำลองสามารถใช้งานได้จริงในห้องปิด โดยตรวจจับควันได้ดีในระยะ 1-2 เมตร และใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดในการตรวจจับควันตั้งแต่เริ่มเกิดควันจนสามารถแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันเป็นเวลา 55.60 วินาที นอกจากนี้ยังได้รับผลการประเมินจากผู้ใช้งาน 5 ท่าน ในระดับ 3.76 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใจมากในการทดลองใช้แบบจำลอง

การวิจัยครั้งนี้มีการใช้ Cloud Service ของ Firebase ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่าย ทำให้มีข้อจำกัดในการจัดการ และการแลกเปลี่ยนข้อมูล หากต้องการพัฒนาต่อ จึงควรใช้ Private Cloud Service สำหรับการพัฒนาต่อในอนาคต นอกจากนี้หากมีการนำความรู้ด้าน Image Processing มาประยุกต์ใช้ ช่วยสามารถวิเคราะห์การถ่ายภาพอย่างแม่นยำ และยังช่วยลดจำนวนภาพถ่ายได้ ส่งผลให้ประหยัดพื้นที่ใน Storage

และในการนำมาประยุกต์ใช้งานสำหรับงานสุดท้ายในรายงานวิจัยนี้ เข้ามามีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ที่มีความชื่นชอบในการปลูกต้นไม้ พร้อมทั้งยังเพิ่มความน่าสนใจในการปลูกต้นไม้ ทำให้ผู้คนเริ่มหันมาปลูกต้นไม้มากยิ่งขึ้น เมื่อนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้ร่วมกับการรดน้ำต้นไม้ ทำให้การปลูกต้นไม้นั้นไม่ใช่สิ่งที่ต้องกังวลเรื่องเวลาในการรดน้ำต้นไม้อีก โดยงานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้คนรักต้นไม้ไม้นั้นไม่ต้องเสียเวลาไปกับรดน้ำต้นไม้นานๆ โดยออกแบบโมมายแอปพลิเคชันสำหรับสำหรับรดน้ำต้นไม้แบ่งเป็น3ส่วนคือ1.Hardware design 2.communication 3.แอปพลิเคชัน จากการทดสอบระบบรดน้ำต้นไม้สามารถใช้งานได้จริงและให้ผู้ใช้ทำแบบสอบถามจำนวน 25 คนพบว่าผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

จากการวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับประยุกต์ใช้งานบนแอนดรอยในด้านต่างๆ ที่ได้อธิบายในหัวข้อเรื่องย่อย 3 เรื่อง พบว่าแนวคิดในการนำไปใช้จริงนั้นอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง และมีแนวโน้มที่จะเกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวถึงในแต่ละงานวิจัย ซึ่งยังคงต้องมีการพัฒนาในลำดับต่อไปอย่างต่อเนื่อง อย่างงานวิจัยการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มความมีประสิทธิภาพในการควบคุมและมีการใช้งานที่เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น หรือแม้แต่งานวิจัยการตรวจจับควัน เพื่อให้ตอบสนองต่อการนำไปใช้งานจริง มีการปรับให้สามารถตรวจจับในพื้นที่ที่กว้างขึ้นแล้วความแม่นยำในการเก็บข้อมูลสำหรับการแจ้งเตือนเจ้าหน้าที่เมื่อมีการฝ่าฝืนกฎสูบบุหรี่ในพื้นที่เขตปลอดบุหรี่ และสุดท้ายคืองานวิจัยในการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ที่มีผลประเมินในความพึงพอใจสูงเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ที่ชื่นชอบปลูกต้นไม้ แต่เวลาในการทำงานไม่เอื้ออำนวยต่อการดูแลรักษาต้นไม้ ซึ่งจะเป็นแนวทางต้นแบบที่ดีในการนำไปพัฒนาใช้ต่อยอดในด้านต่างๆ ในลำดับต่อไปในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ASTV ผู้จัดการออนไลน์. (22 พฤศจิกายน 2559). อึ้ง! 12 สารพิษร้ายในควันบุหรี่ ก่อโรคเพียบ! (Infographic) [ออนไลน์]. แหน่งที่มา: http://www.manager.co.th/qol/viewnews.aspx?NewsID=9560000082508

[2] ชัยยงค์ รักขิตเวชสกุล. (22 พฤศจิกายน 2559). มารู้จักคอมพิวเตอร์จิ๋ว Raspberry Pi กันเถอะ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.vcharkarn.com/maker/501923

[3] ThaiSensorModule. (25 พฤศจิกายน 2559). โมดูลตรวจวัดแก๊สไวไฟ (MQ-2) [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://thaisensormodule.com/index.php/gas-sensor/mq2

[4] Allicano. (22 พฤศจิกายน 2559). เซอร์โวมอเตอร์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://chanaphinp.blogspot.com/

[5] Jirawatee. (25 พฤศจิกายน 2559). รู้จัก Firebase Real time Database ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://developers.ascendcorp.com/รู้จัก-firebase-realtime-database-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-5d09210e6fd6#.84oox7lrj

[6] KId1412. (25 พฤศจิกายน 2559). NoSQL [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://cokezaadd.blogspot.com/2014/11/nosql.html

[7] ThaiCreate.Com Team. (24 พฤศจิกายน 2559). Android studio [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html

[8] นายวัศพล ขันธิรัตน และคณะ, “ระบบตรวจจับควัน บุหรี่ภายในอาคารอัจฉริยะ,” วิทยานิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน, กรุงเทพฯ, 2558.

[9] สุเมธ คะสุระ และคณะ, “ระบบตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระยะไกล,” วิทยานิพนธ์ วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์, ฉะเชิงเทรา, 2558.

[10] Wan Hazimah Wan Ismail. “Smoke Detection Alert System via Mobile Application”. IMCOM'16 Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Danang, Viet Nam, 2016, January 4-6, No. 34.

[11] Miguel Grinberg. (2016, November 25). Stream Video from the Raspberry Pi Camera [Online]. Available: https://blog.miguelgrinberg.com/post/stream-video-from-the-raspberry-pi-camera-to-web-browsers-even-on-ios-and-android

[12] Ben Miller. (2016, November 25). How to Build a Wireless Pi Camera Pan and Tilt Platform [Online]. Available: https://computers.tutsplus.com/tutorials/how-to-build-a-wireless-pi-camera-pan-and-tilt-platform--mac-57052

[13] ปาริฉตัร เสริมวฒิสาร, ศรราม หงษพ์รหม และธีรัตน์ ชวนวัน, “ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ภายในห้องแบบอัตโนมัติ” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[14] สมหวัง อริสริยวงศ์, “ได้นำเสนอระบบ ต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ

[15] พีรพันธ์ ชอบดี และ นันทพงษ์ แก้วเกิด, “การควบคุมระบบเสียงโดยใช้ Android โดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

[16] สมนึก จิระศิริโสภณ, “ระบบ IoT ใน กรมชลประทาน” กิจการโทรทัศน2และกิจการโทรคมนาคม

[17] ธีรวัฒน์ หงษ์เวียงจันทร์. ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์ แหล่งที่มา: cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/project_IdDoc91_IdPro90.pdf

[18] เทพพิทัย กำเพ็ชร และ วิริยะ กองรัตน์, “เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย” สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโลโยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[19] Nathan David และ Ezema greg, “การควบคุมบ้านจากระยะไกลผ่านการใช้งาน Arduino” Department of Electronic Engineering, University of Nigeria

[20] Venkatesh Neelapala และ Malarvizhi, “ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ภายในห้องแบบอัตโนมัติ” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

[21] Afonso, J. D. R., “การพัฒนาเครื่องมือจัดเก็บข้อมูลด้วย Arduino ราคาถูก” Instituto Superior Técnico, Dep. of Mechanical Engineering Av. Rovisco Pais

[22] ภูริช ไวคิด, จุฑาวุฒิ จันทรมาลี และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ, "โมบายแอพพลิเคชั่นควบคุมและเฝ้าดูแปลงผักเกษตรพอเพียงผ่านพีซีบีบอร์ด", สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต, [Accessed : 4 เมษายน 2016]

[23] พาขวัญ พัดเย็นใจ และชนุดม เอกเตชวุฒิ, "การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล", นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, [Accessed 30 มีนาคม 2559]

[24] ปรีชา สมสอน, โสวัตร์ บุญยศ และประสิทธิ์นครราช, "การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบลูทูธด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่", สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, [Accessed : 4 August 2011]

[25] สามารถ ยืนยงพานิช, "ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์, "กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

[26] เทพพิทัย กำเพ็ชร และวิริยะ กองรัตน์, "เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไรสาย", สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรม, [Accessed : 1 มกราคม 2555]

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[27] จุฑาวุฒิ จันทรมาลี, ศราวุฒิ พิมพ์วัน และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ, "โมบายแอพพลิเคชั่นควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านพีซีบีบอร์ด ", สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

[28] ดวงนภา พรมจรรย์, อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และอนุมัติ อิงคนินันท์, “ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้า โดยส่งผ่านข้อมูลด้วยอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซิกบี ”, สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์กาแพงแสน

[29] ทองล้วน สิงห์นันท์ และวันดี หวังคะพันธ์, “เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกข้าวหอมมะลิ”, สาขาวิชาเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, [Accessed : 31 พฤษภาคม 2558]

[30] ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คาสวัสดิ์, “การพัฒนาเซนเซอร์สาหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ”, สาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม สานักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

[31] Chris Hannam, “Automatically watering your plants with sensors a Pi and webhooks”, https://blog.serverdensity.com/automatically-watering-your-plants-with-sensors-a-pi-and-webhooks/

[32] S. V. Devika,Sk. Khamuruddeen, Sk. Khamurunnisa, Jayanth Thota and Khalesha Shaik, “Arduino Based Automatic Plant Watering System”, http://www.ijarcsse.com/docs/papers/Volume_4/10_October2014/V4I10-0228.pdf, [Accessed : 10 October 2014]

[33] NOOR SARAH BINTI MOHD SHAH, “AUTO WATERING SYSTEM USINGARDUINO”, http://eprints.utem.edu.my/15568/1/AUTO%20WATERING%20SYSTEM%20USING%20ARDUINO%2024pages.pdf

[34] Mehamed Ahmed and Abdurrahman, “Sensor Based Automatic Irrigation Management System”, School of Electrical and Computer Engineering Ethiopian Institute of Technology - Mekelle Mekelle University, [Accessed : 3 May 2015]

[35] MD. NIAMUL HASSAN, AHMAD SHAMS NOOR and SHIHAB IBNE ABDULLAH, “AN AUTOMATIC MONITORING AND CONTROL SYSTEM INSIDE GREENHOUSE”, Bachelor of Science in Electrical and Electronic Engineering

[36] บุรินทร์ รุจจนพันธุ์. (28 พฤศจิกายน 2559). Likert Scale [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thaiall.com/blog/burin/4967/