**บทที่ 5**

**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล” เป็นการวิจัยเชิงทดลองด้านการพัฒนาแอพพลิเคชั่น โดยทำการทดลองติดตั้งแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้งานจริงและมีการติดตามประเมินผลความพึงพอใจของระบบ จากผู้ใช้งานทั่วไป ช่วงอายุระหว่าง 18 – 60 ปี ที่มีโทรศัพท์มือถือ โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ จำนวน 20 คน

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ และระดับการศึกษา ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความสวยงามของแอพพลิเคชั่น ด้านการทำงานของแอพลิเคชั่น และด้านเครื่องควบคุมสวิตช์ ลักษณะคำถามเป็นคำถามแบบประเมินค่า โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบได้ 5 ระดับ ตามความรู้สึกและความเชิงประเมินค่าของตน ตั้งแต่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง โดยการหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และตอนที่ 3 การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบเสนอความคิดเห็นเป็นข้อความ มีบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะตามลำดับดังนี้

**5.1 สรุปผลการวิจัย**

5.1.1 การพัฒนาแอพพลิเคชั่น

หลังจากได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นขึ้นมา ทำให้แอพพลิเคชั่นสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ โดยความวามสามารถของแอพพลิเคชั่นคือ สามารถสั่งงานแบบธรรมดาโดยเราเลือกเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้นได้เลย และแบบตั้งเวลาการทำงานไว้ล่วงหน้าได้ ซึ่งเราสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งจากระยะทางที่ใกล้และระยะทางที่ไกล ทั้งผ่านระบบ Wi-Fi และระบบ 3G ทางโทรศัพท์ สามารถควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านได้ตลอดเวลา

5.1.2 การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล

จากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล โดยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 18 – 25 ปี และระดับการศึกษาส่วนใหญ่ศึกษาในระดับปริญญาตรี ซึ่งจากการวิจัยระดับความพึงพอใจสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ด้านความสวยงามของแอพพลิเคชั่น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อความสวยงามของแอพพลิเคชั่น อยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับดังนี้ สีของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่นและการจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนภายในหน้าจอมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ขนาดของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และรูปแบบของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65

1.2 ด้านการทำงานของแอพพลิเคชั่น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการทำงานของแอพพลิเคชั่น อยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับดังนี้ สามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 สามารถควบคุมการตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 สามารถเลือกสวิตช์การทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ความเร็วในการตอบสนองของแอพพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ความง่ายในการใช้งานแอพพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และสามารถเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60

1.3 ด้านเครื่องควบคุมสวิตช์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องควบคุมสวิตช์อยู่ในระดับมาก คือ สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 สามารถรับคำสั่งการตั้งเวลาเปิด-ปิดจากผู้ใช้งานผ่านแอพพลิเคชั่นได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 สามารถรับคำสั่งเปิด-ปิดจากผู้ใช้งานผ่านแอพพลิเคชั่นได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 และความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องควบคุมสวิตช์อยู่ในระดับปานกลาง คือ สามารถเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์และความปลอดภัยของเครื่องควบคุมสวิตช์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 และสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20

2. ผลสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล มีดังนี้

2.1 ต้องการให้มีการอธิบายการใช้งานเป็นภาษาไทย

2.2 สามารถเพิ่มเติมการควบคุมเครื่องสวิตช์ได้

2.3 ควรมีช่องปลั๊กมากขึ้น

2.4 จะทราบได้อย่างไรว่าสวิตช์ทำงานแล้ว

2.5 ความปลอดภัยของตัวปลั๊กเมื่อไฟฟ้าลัดวงจร ควรมีระบบตัดไฟ

**5.2 อภิปรายผล**

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล พบว่า โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความสวยงามของแอพพลิเคชั่น ด้านการทำงานของแอพพลิเคชั่น และด้านเครื่องควบคุมสวิตช์ ทั้งนี้เมื่อไปเปรียบเทียบกับแนวคิดของกิตติ ภักดีวัฒนะกุลและพนิดา พานิชกุล ที่นำเสนอการประเมินคุณลักษณะของซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ประโยชน์ใช้สอย (Functionality) ซอฟต์แวร์ต้องมีประโยชน์ ตรงตามความต้องการของลูกค้า เช่น ซอฟต์แวร์ต้องประมวลผลออกมาถูกต้อง มีความปลอดภัย การทำให้ซอฟต์แวร์มีประโยชน์ใช้สอยที่ดีต้องเริ่มจากการหาให้ได้ว่าลูกค้าต้องการอะไร

2. ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ลูกค้าสามารถใช้งานซอฟต์แวร์ได้อย่างสบายใจ โดยทั่วไปซอฟต์แวร์ที่ผ่านการใช้งานมากเท่าไหร่ ซอฟต์แวร์นั้นก็จะผ่านการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากขึ้นเท่านั้น เพราะเมื่อใช้งานไปความผิดพลาดที่ฝังอยู่ในตอนพัฒนาซอฟต์แวร์หรือปัญหาที่คาดไม่ถึงจะปรากฏขึ้นมา

3. ความสามารถในการใช้งาน (Usability) ซอฟต์แวร์จะต้องสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน สามารถเสริมสร้างการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบจอภาพที่นำทางการใช้งานของผู้ใช้ได้ หรือแม้แต่มีคู่มือประกอบการติดตั้งและใช้งานที่เหมาะสม

4. ประสิทธิภาพ (Efficiency) ซอฟต์แวร์จะต้องก่อให้เกิดความประหยัดหรือสิ้นเปลืองน้อยที่สุด สามารถใช้ทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสมในระดับที่ไม่เกิน ใช้กับสภาพแวดล้อมอื่นได้หรือไม่ บำรุงรักษาง่ายหรือไม่ ทำงานตามหน้าที่ได้หรือไม่ ขีดความสามารถของทรัพยากรที่มีอยู่ ไม่ว่าจะเป็นการจัดสรรหน่วยความจำ ขนาดของพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ความรวดเร็วในการประมวลผล หรือแม้แต่ความรวดเร็วในการตอบสนองกับผู้ใช้งาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบไว้

5. ความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) ซอฟต์แวร์จะต้องง่ายต่อการบำรุงรักษา สามารถเปลี่ยนแปลง (Change) ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม (Adaptive) และตอบสนอง (Response) ได้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที โดยปราศจากผลกระทบข้างเคียง ในกรณีที่เกิดวิกฤติการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

6. ความสามารถในการโอนย้ายระบบ (Portability) ซอฟต์แวร์สามารถโอนย้ายระบบตามเทคโนโลยีใหม่ เช่น การเปลี่ยนไปใช้ระบบเว็บเบส (Web-Based) ซอฟต์แวร์ที่ดีควรย้ายระบบได้ง่ายโดยไม่ต้องเขียนซอฟต์แวร์ใหม่

ซึ่งสามารถแปลผลการประเมินความพึงพอใจที่ได้เป็นคุณภาพซอฟต์แวร์ โดยคุณภาพของซอฟต์แวร์ คือ ระดับการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ดังนั้น การประเมินองค์ประกอบของคุณภาพซอฟต์แวร์ เป็นการวัดระดับความต้องการของลูกค้า โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. Product Operation ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ความถูกต้อง (Correctness)

1.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability)

1.3 ประสิทธิภาพ (Efficiency)

1.4 ความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลง (Integrity)

1.5 ใช้งานได้ (Usability)

2. Product Revision ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 บำรุงรักษาง่าย (Maintainability)

2.2 ทดสอบง่าย (Testability)

2.3 มีความยืดหยุ่น (Flexibility)

3. Product Transition ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ใช้ได้กับเครื่องทั่วไป (Portability)

3.2 นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reusability)

3.3 ใช้งานได้หลายงาน (Interoperability

ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะของซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ เพราะจากผลการประเมินความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมาก ทำให้เห็นว่าแอพพลิเคชั่นมีความสอดคล้องตรงตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

**5.3 ข้อเสนอแนะ**

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ด้านแอพพลิเคชั่น

- การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสามารถใช้โปรแกรมอื่นๆ เช่น Onsen Framework ที่พัฒนาด้วย ภาษา HTML5 แทนการใช้งานด้วย Ionic Framework ที่พัฒนาด้วยภาษา HTML5 เช่นเดียวกันได้

- การเพิ่มระบบฐานข้อมูลเพื่อช่วยในเรื่องของการจัดเก็บค่าต่างๆ ภายในแอพพลิเคชั่นแล้วสามารถเรียกใช้งานข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วกว่าการใช้ผ่านระบบอินเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ต้องมีการโหลดข้อมูลทุกครั้งที่มีการใช้งานแอพพลิเคชั่น

5.3.1 ด้านเครื่องควบคมสวิตช์

- การใช้งานอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งานเพื่อติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์โดยการใช้งานผ่านระบบอินเตอร์เน็ตจะสามารถสร้างความสามารถให้ตัวอุปกรณ์มีการรับ-ส่งข้อมูลที่ไกลเพิ่มมากขึ้นและยังรับ-ส่งข้อมูลในปริมาณที่เยอะเพิ่มขึ้นอีกด้วย

- การเลือกใช้งานบอร์ด Arduino Mega 2560 แทนการใช้งานบอร์ด Arduino Uno R3 เพราะมี Port Digital/Analog ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆที่มากกว่า และ หน่วยความจำที่มากกกว่าถึง 224 KB เมื่อเทียบกับการใช้งานบอร์ด Arduino Uno R3 แต่บอร์ด Arduino Mega 2560 มีราคาที่สูงกว่าเกือบหนึ่งเท่าของราคาบอร์ด Arduino Uno R3

- การเลือกซื้อบอร์ด Arduino ที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบ Shields จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าการเลือกซื้อบอร์ด Arduino แบบ Module