บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำโครงงานเรื่อง การพัฒนาแอพพลิเคชั่นควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ทฤษฎีและหลักการของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. การสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย
3. ภาษา Python
4. App Inventor
5. วงจรขับรีเลย์ (relay)
6. ทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุม
7. เว็บเซิร์ฟเวอร์
8. บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi
9. แอพพลิเคชั่น
10. ADDIE MODEL
11. การประเมินคุณภาพ
12. ความพึงพอใจ
13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและหลักการของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Mobile Application เป็นการพัฒนาโปรแกรม ที่ใช้บนโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต จะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุน ให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันโทรศัพท์มือ หรือ สมาร์ทโฟน ก็มีหลายระบบปฏิบัติการ ที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่นิยมมากก็คือiOSและ Android จึงทาให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมากอย่างเช่น แผนที่, เกมส์, โปรแกรมคุยต่างๆ และหลายธุรกิจก็เข้าไปเน้นในการพัฒนา Mobile Application เพื่อเพิ่มช่องทางในการสื่อสารกับลูกค้ามากขึ้นดังนั้นอาจสรุปได้ว่า Mobile Application เป็นการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เพื่อให้เข้าถึงการใช้งาน Application ที่ต้องการใช้งานได้

ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงตัวอย่าง Application บน Android Smartphone

Android เป็นชื่อเรียกชุดซอฟท์แวร์ หรือแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ ที่มีหน่วยประมวลผลเป็นส่วนประกอบ อาทิเช่น คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ (Telephone), โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell phone), อุปกรณ์เล่นอินเตอร์เน็ตขนาดพกพา (MID) เป็นต้นแอนดรอยด์นั้น ถือกำเนิดอย่างเป็นทางการในวันที่ 5 พฤศจิกายน 2550 โดยบริษัท กูเกิล จุดประสงค์ของแอนดรอยด์นั้น มีจุดเริ่มต้นมาจากบริษัท Android Inc. ที่ได้นำเอาระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux) ซึ่งนิยมนำไปใช้งานกับเครื่องแม่ข่าย (Server) เป็นหลัก นำมาลดทอนขนาดตัว (แต่ไม่ลดทอนความสามารถ) เพื่อให้เหมาะสมแกการนำไปติดตั้งบนอุปกรณ์พกพา ที่มีขนาดพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่จำกัด โดยหวังว่า แอนดรอยด์ นั้นจะเป็นหุ่นยนต์ตัวน้อย ๆ ที่คอยช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่พกพามัน ไปในทุกที่ ทุกเวลาจากบทความข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า Android เป็นการน ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux)ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นเครื่อง Server มาพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงแต่ความสามารถไม่ลดลง หรือเป็นชุดของซอฟแวร์ หรือแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีหน่วยความจำประมวลผลเป็นส่วนประกอบ จัดตั้งขึ้นโดยบริษัท กูเกิ้ล ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์Android เริ่มต้นพัฒนาโดยบริษัท Android Inc. และต่อมาได้ขายลิขสิทธิ์ Android ให้กับ Google ซึ่งในขณะนั้นถูกถูกเข้าใจว่าเป็นเพียงระบบปฏิบัติการบน 7 อุปกรณ์เคลื่อนที่เท่านั้นต่อมาในปี ค.ศ. 2007 ก็เกิดปรากฏการณ์ของ Android ขึ้นอีกครั้ง ซึ่งในครั้งนี้ได้มีการเปิดเผยถึงระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในลักษณะ Open Platform ที่ผู้ใช้งานสามารถพัฒนาซอฟแวร์ขึ้นมาใช้งานเองได้จากกลุ่มบริษัทพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ 34 บริษัทที่เรียกว่า Open Handset Allianceซึ่งทาให้ทั่วโลกจับตากับการเคลื่อนไหวของ Android มากขึ้น Android เป็นระบบปฏิบัติการสาหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งประกอบไปด้วยระบบปฏิบัติการ (Operating System) มิดเดิ้ลแวร์ (Middleware) และโปรแกรมประยุกต์หลัก (Key Application) โดย Android มีพื้นฐานอยู่บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ที่ได้รับความนิยมทั่วโลกในฐานะ Open Source ที่ถูกนำมาจำหน่ายหรือแจกฟรีในลักษณะเป็นแพ็คเกจ โดยผู้จัดทาซอฟแวร์จะรวมซอฟแวร์สำหรับใช้งานในด้านอื่นๆ เป็นชุดเข้าด้วยกันส่วนในการพัฒนาซอฟแวร์บน Android นั้น จะใช้ภาษาจาวา (JAVA) ในกระพัฒนาระบบงานต่างๆ โดยภาษา JAVA เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming Language หรือ OOP) ซึ่งข้อดีของภาษ า JAVA คือ การไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มใดๆ ทาให้ภาษา JAVA มีอิสระในการใช้งานสูง

นอกจากลักษณะต่างๆที่กล่าวมานั้น Android ยังมีลักษณะเป็นซอฟแวร์ Open Source เหมือนกับ Linux ซึ่งส่งเป็นผลดีที่ทำให้ Android ได้รับความนิยมอย่างสูง และยังมีการรวมตัวกันของกลุ่มบริษัทพัฒนาอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อสนับสนุน Android อีกด้วย ทาให้ Android หรือ Google Android เป็นระบบปฏิบัติการได้รับความตอบรับสูงและมีการพัฒนา Smartphone และ Tablet ออกมารองรับเป็นจำนวนมาก เช่น HTC, LG, Motorola, Samsung และ Sony Ericsson เป็นต้น และเนื่องจาก Android เป็น Open Source ท าให้มีการพัฒนาและสร้าง Android ในฉบับของตนเองขึ้นซึ่งสามารถแบ่ง Android ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

Android Open Source Project (AOSP) เป็น Android ประเภทแรกที่ Google เปิดให้สามารถ “ต้นฉบับแบบเปิด” ไปติดตั้งใช้งานในอุปกรณ์ต่างๆโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย 2.) Open Handset Mobile (OHM) เป็น Android ที่ได้รับการพัฒนาร่วมกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ร่วมกับ Google ในนาม Open Handset Alliances (OHA) ซึ่งบริษัทเหล่านี้จะพัฒนา Android ในแบบฉบับของตนเองออกมา พร้อมได้รับสิทธิในการมีบริการเสริมต่างๆจาก Google ที่เรียกว่า Google Mobile Service (GMS) ซึ่งเป็นบริการเสริมที่ทำให้ Android มีประสิทธิภาพ แต่การจะได้มาซึ่ง GMS นั้น ผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องทำการทดสอบระบบ และขออนุญาตทาง Google ก่อน 3.) Cooking หรือ Customize เป็น Android ที่นักพัฒนานำเอารหัสต้นฉบับจากแหล่งต่างๆมาปรับแต่งในฉบับของต้นเอง โดนจะทำการปลด Look สิทธิ์การใช้งานอุปกรณ์ 8 หรือ Unlock เครื่องก่อนจึงจะสามารถติดตั้งได้โดย Android ประเภทนี้มีความสามารถมากที่สุดเท่าที่อุปกรณ์เครื่องนั้นๆจะรองรับได้เนื่องจากได้รับการปรับแต่งให้เข้ากับอุปกรณ์นั้นจากผู้ใช้งาน

โครงสร้างของแอนดรอยด์

การทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้านักพัฒนาโปรแกรมสามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมด จะให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการท างานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งส่วนประกอบออกเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานท าการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของแอพพลิเคชั่น (Applications) จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้ 1. Applications เป็นส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการหรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการท างานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้ 2. Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้น เพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยนักพัฒนาไม่จ าเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ 3. Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน 4.) Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ซึ่งการทำงานของDarvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานให้เป็น

ไฟล์ .DEX 10 ก่อนเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญโดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language) Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำพลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลีนุกซ์รุ่น 2.6 (Linux 26. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

ฐานข้อมูล SQLite

ฐานข้อมูลSQLite เป็น Database ขนาดเล็กที่ได้รับความนิยมอย่างมากกับ Application ที่ท างานบนSmart Phone ประเภทต่างๆรูปแบบการทำงานของ SQLite เป็นแบบ Standalone ท างานอยู่ใน Application นั้นๆ SQLite มีโครงสร้างง่ายต่อการจัดเก็บและนำไปใช้และไฟล์ที่จัดเก็บนั้นก็มีขนาดเล็กมากเกือบเท่ากับการเก็บข้อมูลจริงเพราะฉะนั้น SQLite Database จึงเหมาะสมกับ Application ที่ทำงานบน Smartphone อย่างยิ่งโดยเฉพาะอันเนื่องจากข้อจำกัดทางด้าน Hardware และ Memory รวมทั้งความสามารถในการ Process ข้อมูลต่างๆใน Smartphone ย่อมน้อยกว่าPC Desktop เป็นธรรมดาจากบทความข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า ฐานข้อมูล SQLite เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กที่นิยมใช้กับ Application ที่ใช้บน Smart Phone ที่มีโครงสร้างง่ายต่อการนำไปใช้และการจัดเก็บ มีการจัดเก็บไฟล์ที่เล็กมากเกือบเท่าข้อมูลจริง เพราะฉะนั้น SQLite Database จึงเป็นฐานข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับ Smartphone (Wikipedia. [Online]. แอนดรอยด์ระบบปฏิบัติการ.)

สรุปได้ว่าระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เหมาะสำหรับอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

การสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย

เทคโนโลยีของระบบการเชื่อมต่อแบบไร้สายในปัจจุบันที่เด่น ๆ มีอยู่ 2 มาตรฐานด้วยกัน คือ Home RF และ IEEE 802.11b (Wi-Fi หรือ Wireless LAN) ซึ่งมาตรฐานที่สองจะได้ความนิยมอย่างแพร่หลายมากกว่า ไมโครซอฟท์จึงเลือกที่จะสนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.1lb แต่เนื่องจากมาตร IEEE 802.1lb ซึ่งใช้ระบบการตรวจสอบสิทธิและการเข้ารหัสข้อมูลที่เรียกว่า WEB (Wired Epuivalent Privacy) นั้นได้รับการวิจารณ์ว่าไม่ค่อยที่จะปลอดภัยต่อการดักจับข้อมูล ทีมพัฒนาของไมโครซอฟท์จึงได้ร่วมมือกับ IEEE เพื่อพัฒนามาตรฐานของระบบตรวจสอบสิทธ์ และ การเข้ารหัสข้อมูลสำหรับ IEEE 802.1lb ขึ้นใหม่เพื่อใช้แทน WEB ซึ่งก็คือมาตรฐาน 802.lx ซึ่งสรุปได้ว่าตามมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันมี 3 มาตรฐาน คือ

1.IEEE 802.11b เป็นมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากที่สุดและยังมีอุปกรณ์รองรันอีกมากระบบไร้สายประเภทนี้มีการเชื่อมโยงกันโดยใช้ช่วงสัญญาณคลื่นวิทยุ ช่วงความถี่ 2.4 GHz และยังสามารถที่ จะส่งข้อมูลได้ในระดับ 11 Mbps ภายในรัศมีในที่โล่งประมาณ 300 เมตร ตามทฤษฎี

2.IEEE 802.11a จะมีข้อดีและข้อด้อยกว่า IEEE 802.11b คือ สามารถที่จะส่งข้อมูลได้ที่ 54 Mbps และความยากต่อการรบกวนของสัญญาณแต่จะได้ระยะทางในการส่งเพียง 75

เมตรเท่านั้น และที่สำคัญคือความเข้ากันได้กับ 802.1lb โดย IEEE 802.11a จะทำงานที่ย่านความถี่ 5 ถึง 6 GHz ในปัจจุบันมีการนำมาใช้ในย่านที่มีประชากรหนาแน่น

3.IEEE 802.1 lgเป็นมาตรฐานล่าสุดที่ออกมาทดแทนและแก้ปัญหาเรื่องของระบบความปลอดภัยและความเร็วของ 802.11b โดยที่สามารถทำงานร่วมกับ 802.1 lb ได้อย่างสมบูรณ์ในย่าน สัญญาณ 2.45 GHz เช่นเดียวกับ 802.1lb

การใช้อุปกรณ์ Wi-Fi 2 ตัวเชื่อมต่อกันโดยไม่ผ่าน Wireless Router นั้นจะเรียกว่า Ad-Hoc Network หรือกล่าวได้ว่าเป็นเครือข่ายที่สร้างขึ้นโดยไม่มีการอำนวยการส่วนกลาง ซึ่งเครือข่ายจะมีการเชื่อมต่อ กันแบบไร้สาย เพื่อส่งข้อมูลในรูปแบบของแพ็กเกตข้อมูลระหว่างกันซึ่งมีข้อดีคือโครงข่ายสามารถสร้างขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและไม่ต้องมีโครงสร้างของสถานีฐานและไม่ต้องมีผู้ดูแลระบบ โครงข่ายต่างมีข้อด้อยของการเชื่อมโยงไร้สายยังมีปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวน ทำให้สัญญาณ ข้อมูลด้านรับมีคุณภาพลดลงซึ่งมีอัตราบิตผิดพลาด (Bit Error Rate) อยู่ในช่วง 10^{4} -10^{5} (Wikipedia. [Online]. เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย.)

สรุปได้ว่าการสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายจะอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานโครงข่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนและไม่ต้องมีโครงสร้างของสถานีฐานและไม่ต้องมีผู้ดูแลระบบผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในเชื่อมต่อของระบบโครงงานนี้

ภาษา Python

ในปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการพัฒนา Web Application มีมากมายหลายภาษา อาทิเช่น ภาษา Perl, PHP, JAVA, ASP, Tcl, Python เป็นต้น สำหรับภาษา Python นับว่ายังใหม่ในวงการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บ แต่ด้วยข้อดีหลายประการของภาษา Python ทำให้มีผู้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งพอสรุปข้อดีของภาษา Python ได้ดังนี้

1. ง่ายต่อการเรียนรู้ โดยภาษา Python มีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ซึ่งโครงสร้างภาษา Python จะคล้ายกับภาษา C มาก เพราะภาษา Python สร้างขึ้นมาโดยใช้ภาษา C ทำให้ผู้ที่คุ้นเคยภาษา C อยู่แล้วใช้งานภาษา Python ได้ไม่ยาก นอกจากนี้โดยตัวภาษาเองมีความยืดหยุ่นสูงทำให้การจัดการกับงานด้านข้อความ และ Text File ได้เป็นอย่างดี

2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น เพราะตัวแปรภาษา Python อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ GNU

3. ใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม ในช่วงแรกภาษา Python ถูกออกแบบใช้งานกับระบบ Unixอยู่ก็จริง แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวแปลภาษา Python ให้สามารถใช้กับระบบปฏิบัติการอื่นๆ อาทิเช่น Linux, Windows 95/98/ME, Windows NT, Windows 2000, OS/2

4. ภาษา Python ถูกสร้างขึ้นโดยได้รวบรวมเอาส่วนดีของภาษาต่างๆ เข้ามาไว้ด้วยกัน อาทิเช่น ภาษา C, C++, Java, Perl

5. ภาษา Python เป็นภาษาประเภท Server side Script คือการทำงานของภาษา Python จะทำงานด้านฝั่ง Server แล้วส่งผลลัพธ์กลับมายัง Client ทำให้มีความปลอดภัยสูง

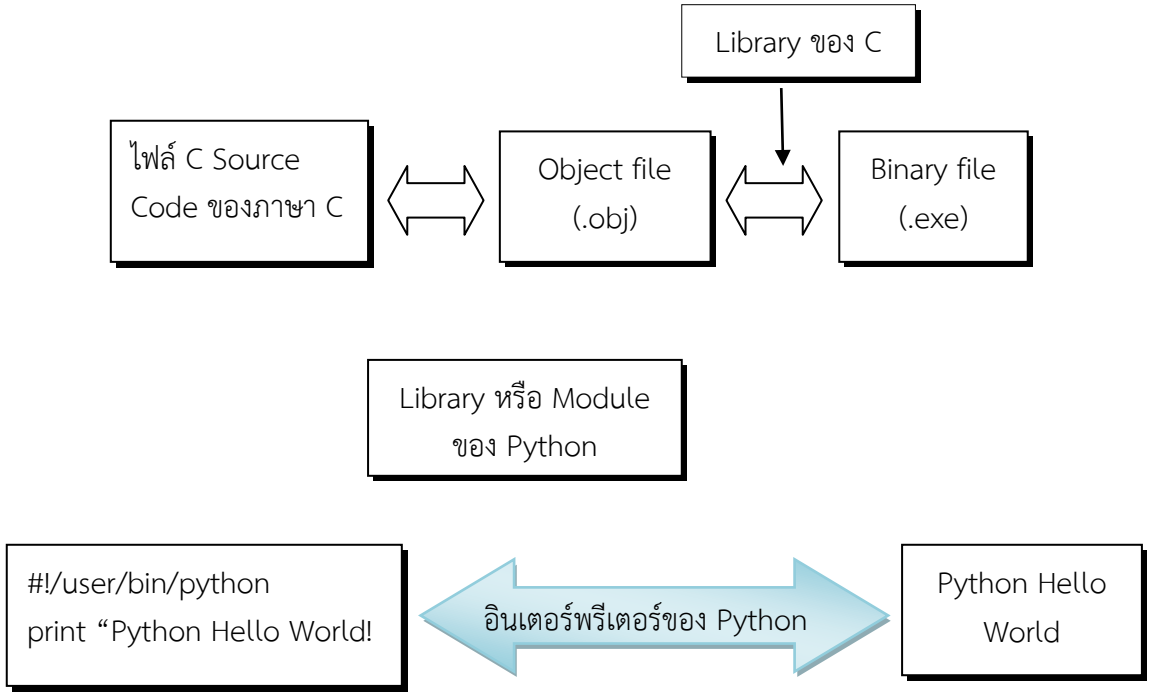
6. ใช้พัฒนา Web Service โดยที่ภาษา Python สามารถนำมาพัฒนาเว็บเซอร์วิส รวมทั้งใช้บริหารการสร้างเว็บไซต์สำเร็จรูปที่เรียกว่า Content Management Framework (CMF) ตัวอย่าง CMF ที่มีชื่อเสียงมากและเบื้องหลังทำงานด้วย python คือ Plone

หลักการทำงานของภาษา Python

ตัวแปรภาษาคืออะไร เมื่อเราได้เขียนโค้ดขึ้นมาตามโครงสร้างของโปรแกรมภาษาใดก็ตาม และการจะให้โค้ดคำสั่งเหล่านั้นทำงานได้ก็จะต้องมีตัวแปรภาษามาจัดการแปลโค้ดคำสั่ง เพื่อให้ทำงานตามที่เราต้องการ

โดยลักษณะของตัวแปลภาษานั้นแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษา C, C++, Pascal การทำงานก็คือจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบก่อน หรือเรียกว่าการคอมไพล์ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดก็จะทำการแปลโค้ดคำสั่งของเราให้เป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) จากนั้นก็ทำการแปลไฟล์ .objให้เป็นไบนารีไฟล์ .exe เพื่อทำงานต่อไป ดังตัวอย่างการทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C ดังรูป



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C

2. อินเตอร์พรีเตอร์ (Interperter) จะทำงานเป็นบรรทัดต่อบรรทัด คือ อ่านโค้ดคำสั่งมาบรรทัดหนึ่งแล้วก็ทำงานให้ผลออกมาเลย ดังแสดงในรูป

จากรูปตัวอย่างในกรณีที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นจากไลบรารี (Library) หรือโมดูล (Module) ของภาษา Python อินเตอร์พรีเตอร์ของภาษา Python ก็จะไปทำการเรียกฟังก์ชั่นเหล่านั้นให้ทำงานแล้วจึงแสดงผลการทำงานออกมา

ในส่วนของประสิทธิภาพการทำงานนั้นตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์จะทำงานได้เร็วกว่าตัวแปลภาษาแลลอินเตอร์พรีเตอร์ เพราะโค้ดคำสั่งถูกคอมไพล์และลิงค์โดยตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์ผ่านแล้วได้เป็นไฟล์ .exe ออกมา จากนั้นก็เป็นขั้นตอนการทำงานอย่างเดียว (Python Web Programming. [Online]. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษา Python.)

App Inventor

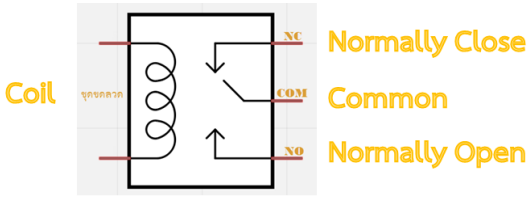
App Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างแอพพลิเคชั่นสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งบริษัท Google ร่วมมือกับ MIT พัฒนาโปรแกรม App inventor ขึ้น ต่อมา Google ถอนตัวออกมาและยกให้ MIT พัฒนาต่อเอง (โดยเน้นกลุ่มผู้ใช้ด้านการศึกษามากกว่า) ในนาม MIT App inventorApp inventor ใช้หลักการคล้ายๆ กับ Scratch แต่ซับซ้อนกว่า โดยลักษณะการเขียนโปรแกรมแบบ Visual Programming คือ เขียนโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกคำสั่ง เน้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา (problem solving) ด้วยการสร้างโปรแกรมที่ผู้เรียนสนใจ บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน (สมัยนี้สมาร์ทโฟนใช้กันทั่วไปอยู่แล้ว โดยเฉพาะเด็กวัยรุ่น)App inventor จึงเป็นอีกโปรแกรมหนึ่ง ที่เหมาะสำหรับใช้ในการสอนเขียนโปรแกรม ให้นักเรียนในระดับมัธยมปลาย หรือระดับมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะผู้ที่ไม่เคยเขียนโปรแกรมมาก่อนหรือไม่ได้เรียนอยู่ในสายคอมพิวเตอร์

App Inventor servers เป็นเครื่องที่ให้บริการและเก็บงานโปรเจคต่างๆ ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา ผู้ใช้พัฒนาโปรแกรมมือถือ Android โดยสร้างโปรเจคและเขียนโปรแกรมบนเว็บเบราว์เซอร์ที่เชื่อมต่อไปยัง App Inventor servers เมื่อได้โปรแกรมมา ก็สามารถทดสอบกับโปรแกรมมือถือจำลอง (Android emulator) หรือโทรศัพท์มือถือ Android จริงๆ ก็ได้ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมเริ่มจากออกแบบหน้าตาโปรแกรมบนมือถือ ด้วยโปรแกรม App Inventor Designer ซึ่งใช้สำหรับสร้างส่วนโปรแกรมต่างๆ (components) เพื่อใช้งานในโปรแกรมมือถือที่จะสร้างขึ้นจากนั้นเขียนโปรแกรมให้แต่ละส่วนโปรแกรม ด้วยโปรแกรม App Inventor Blocks Editor ซึ่งใช้วิธีการต่อบล็อกคำสั่ง เพื่อให้ส่วนโปรแกรมนั้นๆ ทำหน้าที่ของมัน ตามที่ออกแบบเอาไว้ระหว่างเขียนโปรแกรม อาจมีการแก้ไข เพิ่มเติม หรือลบบางส่วนโปรแกรมออกไป ทำให้ต้องแก้ไขโปรแกรม (debug) จนกว่าจะได้โปรแกรมตามที่ออกแบบไว้ เมื่อทุกส่วนโปรแกรมถูกสร้างเสร็จแล้ว ก็ได้เวลาทดสอบการใช้งาน โดยการติดตั้งโปรแกรมลงไปบนมือถือ Android แล้วทดสอบการใช้งานผ่านมือถือจริงๆ แต่ถ้าไม่มีมือถือ ก็ยังสามารถทดสอบได้ ผ่านโปรแกรมมือถือจำลอง (Android emulator) ในคอมพิวเตอร์แทน (programming with appinventor. [Online]. เรียนเขียนโปรแกรมด้วย App Inventor.)

วงจรขับรีเลย์ (relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าRelay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกัน

ออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ



ภาพที่ 2.3 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์

ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

- หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

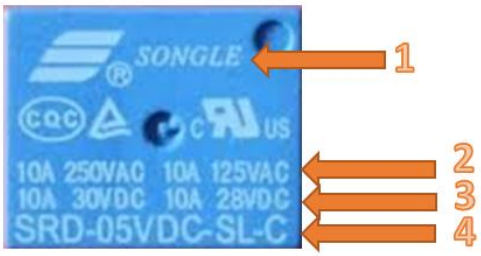
- หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

- ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ จำนวนหน้าสัมผัสถูกแบ่งออกดังนี้

- สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิด-ปิด หรือ จำนวนของขา COM นั่นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ Pole ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียว โดยจะเป็นปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC)

จากส่วนประกอบข้างต้นที่ได้กล่าวไป ในบทความนี้เราจะใช้งาน Relay แบบ SPDT (Single Pole Double Throw) หลักการทำงานของ Relay นั้น ในส่วนของขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่ออยู่กับหน้าสัมผัส NC (ในสภาวะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติด-ดับลักษณะคล้ายการทำงานของสวิชต์ เราสามารถอาศัยคุณสมบัตินี้ไปประยุกต์ใช้งานได้

ในบทความนี้ เราจะกล่าวถึงวิธีการนำ Relay Module ไปประยุกต์ใช้งานจริง แต่ก่อนอื่นเรามาดูวิธีอ่านคุณสมบัติของ Relay ว่าสามารถรองรับการทำงานที่แรงดันและกระแสไฟฟ้าเท่าไร ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงานอย่างไรก่อน



ภาพที่ 2.4 Relay Module

ยี่ห้อ รุ่นของผู้ผลิต (แบรนด์) รวมถึงสัญลักษณ์มาตรฐานต่างๆ

2. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสสลับที่รองรับการทำงานได้ (VAC)

3. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสตรงที่รองรับการทำงานได้ (VDC)

4. โมเดล ระดับแรงดันฝั่งขดลวด ชนิดและโครงสร้าง และข้อมูลด้าน Coil Sensitivity คุณสมบัติแบบละเอียด ดูได้จากตารางด้านล่างนี้

1

松乐继电器 SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD

2-3

RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

4

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

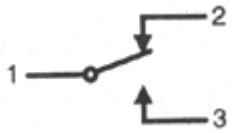
ภาพที่ 2.5 ตารางคุณสมบัติของRelay Module

จากตาราง สามารถสรุปได้ว่าเป็น Relay ยี่ห้อ Songleโมเดล SRD รองรับการทำงานแรงดันกระแสสลับที่ 250V@10A หรือ 125V@10A รองรับแรงดันกระแสตรงที่ 28VDC@10A ฝั่งขดลวดทำงานด้วยแรงดัน 5V โครงสร้างตัว Relay เป็นแบบซีลด์ มีค่าความไวขดลวดที่ 0.36W หน้าสัมผัสเป็นรูปแบบ 1 from C

หน้าสัมผัสแบบ A (Form A) หมายถึง หน้าสัมผัสของ Relay ในสภาพปกติจะเปิดอยู่ (Normally open) และหน้าสัมผัสเป็นแบบ SPST ถ้าจะเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ

หน้าสัมผัสแบบ B (Form B) หมายถึง หน้าสัมผัสของ Relay ในสภาพปกติจะปิด (Normally close) และเป็นแบบ SPST เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ

หน้าสัมผัสแบบ C (Form C) แบบนี้เรียกว่า "break, make หรือ transfer" เป็นหน้าสัมผัสแบบ SPDT เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้



หน้าสัมผัสแบบ C จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ขา ในขณะที่ Relay ยังไม่ทำงาน หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะต่อกันอยู่ เมื่อ Relay ทำงานหน้าสัมผัส 1 และ 2 จะแยกกัน จากนั้นหน้าสัมผัส 1 จะมาต่อกับหน้าสัมผัส 3 แทน พอ Relay หยุดทำงานหน้าสัมผัส 1 กับ 2 ก็จะกลับมาต่อกันตามเดิม

หลังจากที่เราทราบคุณสมบัติของ Relay กันไปแล้ว ในบทความนี้เราจะยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานโดยใช้ Relay โดยจะใช้Relay Module 4 Channels แบบ OPTO-ISOLATED ดังภาพ

ภาพที่ 2.6 Relay Module 4 Channels

Relay Module 4 Channels มีเอาต์พุตคอนเน็คเตอร์ที่ Relay เป็น NO/COM/NC สามารถใช้กับโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL

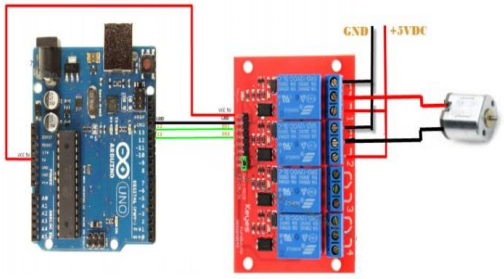
คุณสมบัติ (Features)

- รีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน4 ช่อง
- สั่งงานด้วยระดับแรงดัน TTL
- CONTACT OUTPUT ของรีเลย์รับแรงดันได้สูงสุด 250 VAC 10 A, 30 VDC 10 A
- มี LED แสดงสถานะ การทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด
- มีจัมพ์เปอร์สำหรับเลือกว่าจะใช้กราวด์ร่วมหรือแยก
- มี OPTO-ISOLATED เพื่อแยกกราวด์ส่วนของสัญญาณควบคุมกับไฟฟ้าที่ขับรีเลย์ออกจากกัน

ขาที่	คำอธิบาย
1	+VCC ขาไฟ 5VDC
2	GND
3	ขาสัญญาณอินพุต Relay 1 (IN1)
4	ขาสัญญาณอินพุต Relay 2 (IN2)
5	ขาสัญญาณอินพุต Relay 3 (IN3)
6	ขาสัญญาณอินพุต Relay 4 (IN4)
7	COM (คอมมอนของ OPTO)
8	GND (กราวด์ของบอร์ดเป็นกราวด์เดียวกันกับขาที่ 2)
9	NC (Normal Close) ซึ่งหมายถึงหน้าสัมผัสแบบปกติปิด
10	COM (Common) ที่จะตัดหรือต่อวงจรจากขา NC, NO
11	NO (Normal Open) ซึ่งหมายถึงหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด

ภาพที่ 2.7 ภาพและตารางแสดงขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อของ Relay Module 4 Channels

ยกตัวอย่างการนำ Relay Module 4 Channels ไปใช้งาน โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3ในการควบคุมการสั่งงาน จะยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน 2 ตัวอย่างคือ ตัวอย่างที่1 ควบคุมมอเตอร์ DC ให้หมุนได้ทั้งซ้าย-ขวา โดยไม่ต้องการคุมความเร็วรอบ และตัวอย่างที่2 ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC



วิธีต่อใช้งานจริงตามภาพด้านล่างนี้ โดยมีอุปกรณ์ดังนี้ Arduino + Relay Module + DC Motor

Arduino	Relay Module 4 Ch	Motor
+5VDC	VCC	-
GND	GND	-
13	IN1	-
12	IN2	-
-	NC 1 GND (GND (-)Battery)	-
-	COM 1	Pin + Motor
-	NO 1 (VCC (+)Battery)	-
-	NO 1 (GND (-)Battery)	-
-	COM 2	Pin – Motor
-	NO 2 (VCC (+)Battery)	-

ภาพที่ 2.8 ภาพและตารางวิธีต่อใช้งานRelay Module 4 Channels

หลักการการทำงานคือ มีบอร์ด Arduino UNO R3 ในการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สื่อสารผ่านพอร์ต Serial แล้วนำค่าที่ได้ไปตรวจสอบว่าตรงกับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าตรงกันก็สั่งให้ Relay ทำงานตามที่เราต้องการ

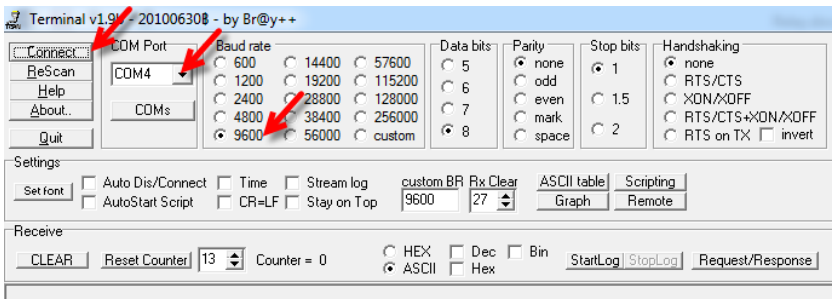
ตัวอย่างโค้ดโปรแกรม

```
#define R 13 //กำหนดขาที่นำไปต่อกับรีเลย์
#define L 12
char test ; //สร้างตัวแปรไว้สำหรับรอรับข้อมูล
void setup()
```

```
{
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);
pinMode(R, OUTPUT); // กำหนดโหมดให้เป็น Output
pinMode(L, OUTPUT);
}
void loop() // run over and over
{
if (Serial.available()) // ตรวจสอบว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่
test = Serial.read();
else if (test == '1') // ถ้าข้อมูลที่เข้ามาคือ 1, 2, 3 ให้ทำงานตามที่กำหนด
{
digitalWrite(R, HIGH);
digitalWrite(L, LOW);
else if (test == '2')
{
digitalWrite(L, HIGH);
digitalWrite(R, LOW);
}
else if (test == '3')
{
digitalWrite(L, LOW);
digitalWrite(R, LOW);
}
}
```

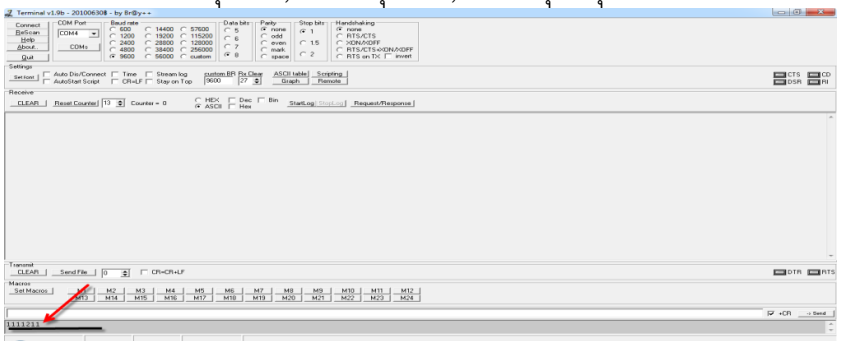
ขั้นตอนการทดสอบ

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมสำหรับส่งข้อมูลผ่าน Serial (ในบทความนี้ใช้โปรแกรม Terminal.exe)
2. เปิดโปรแกรม Arduinoนำโค้ดตัวอย่างด้านบน ไปรันและอัพโหลดไปยัง Arduino UNO R3
3. เปิดโปรแกรม Terminal.exe เลือก Com Port และกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูล จากนั้นกดปุ่ม Connect



4. ทำการส่งข้อมูลให้ Arduinoโดยพิมพ์ข้อความลงในช่องด้านล่างของโปรแกรม

a. ข้อมูลที่กำหนดไว้คือ 1 = หมุนขวา, 2 = หมุนซ้าย, 3 = หยุดหมุน



สรุปได้ว่าวงจรขับรีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าRelay ผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าของแต่ละชนิดเพื่อสั่งการทำงานได้App Inventor

ทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุม

ทฤษฎีระบบควบคุมเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ในที่นี้ การควบคุมหมายถึง การควบคุมระบบพลศาสตร์ ให้มีค่าเอาต์พุตที่ต้องการ โดยการป้อนค่าอินพุตที่เหมาะสมให้กับระบบ ตัวอย่างที่เห็นได้ทั่วไป เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิห้องของเครื่องปรับอากาศ หรือแม้แต่ลูกลอยในโถส้วม ที่เปิดน้ำปิดน้ำโดยอัตโนมัติเมื่อน้ำหมดและน้ำเต็มการควบคุมการขับเคลื่อนยานพาหนะ เช่น รถยนต์ ก็ถือเป็นการควบคุมชนิดหนึ่ง โดยผู้ขับขี่เป็นผู้ควบคุมทิศทางและความเร็ว ซึ่งระบบควบคุมประเภทที่ต้องมีคนเข้ามาเกี่ยวข้องนี้ถือว่าเป็น ระบบควบคุมไม่อัตโนมัติ (manual control) แต่ทฤษฎีระบบควบคุมจะครอบคลุมเฉพาะการวิเคราะห์และออกแบบ ระบบควบคุมอัตโนมัติ (automatic control) เท่านั้น เช่น ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (cruise control)

ระบบควบคุมยังอาจแบ่งออกได้เป็นระบบควบคุมวงเปิด (open-loop control) คือ ระบบควบคุมที่ไม่ได้ใช้สัญญาณจากเอาต์พุต มาบ่งชี้ถึงลักษณะการควบคุม ส่วนระบบควบคุมวงปิด (closed-loop control) หรือ ระบบป้อนกลับ (feedback control) นั้นจะใช้ค่าที่วัดจากเอาต์พุต มาคำนวณค่าการควบคุม นอกจากนี้ยังอาจแบ่งได้ตามคุณลักษณะของระบบ เช่น เป็นเชิงเส้น (linear) / ไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear) , แปรเปลี่ยนตามเวลา (time-varying) / ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (time-invariant) และเวลาต่อเนื่อง (Continuous time) / เวลาไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous time)

จุดกำเนิดของทฤษฎีระบบควบคุม

ในยุคก่อนหน้านี้ การออกแบบระบบควบคุมต่าง ๆ นั้น เป็นไปในลักษณะลองผิดลองถูก ไม่ได้มีการใช้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ ออกแบบแต่อย่างใด จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1840 นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษ จอร์จ แอรี ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ควบคุมทิศทางของกล้องดูดาว โดยอุปกรณ์นี้จะหมุนกล้องดูดาว เพื่อชดเชยกับการหมุนของโลกโดยอัตโนมัติ ในระหว่างการออกแบบ แอรีได้สังเกตถึงความไม่เสถียร (instability) ของระบบป้อนกลับ จึงใช้สมการเชิงอนุพันธ์ในการจำลองและวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบ การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบนี้เป็นหัวใจสำคัญของทฤษฎีระบบควบคุม

ทฤษฎีเสถียรภาพ

ในปี ค.ศ. 1868 เจมส์เคลิร์กแมกซ์เวลล์ เป็นบุคคลแรก ที่ทำการศึกษาถึงเสถียรภาพของ ลูกเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของ เจมส์ วัตต์ โดยใช้แบบจำลองสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น ทฤษฎีเสถียรภาพของระบบเชิงเส้นของแมกซ์เวลล์นี้ พิจารณาเสถียรภาพของระบบจาก รากของสมการคุณลักษณะ(characteristic equation) ของระบบ ต่อมาในปี ค.ศ. 1892 เลียปูนอฟได้ทำการศึกษาถึงเสถียรภาพของระบบไม่เป็นเชิงเส้น และสร้างทฤษฎีเสถียรภาพของเลียปูนอฟ (Lyapunov stability) แต่ทฤษฎีของเลียปูนอฟนี้เป็นทฤษฎีที่สำคัญที่ไม่ได้รับความสนใจจนกระทั่งหลายสิบปีต่อมา

ระบบควบคุมแบบดั้งเดิม

ระบบควบคุมแบบดั้งเดิม (อังกฤษ: classical control) หมายถึง ระบบควบคุมที่ออกแบบและวิเคราะห์บนโดเมนความถี่ (หรือโดเมนการแปลงฟูรีเย) และโดเมนการแปลงลาปลาส โดยการใช้แบบจำลองในรูปของ ฟังก์ชันส่งผ่าน (transfer function) โดยไม่ได้ใช้ข้อมูลรายละเอียดของไดนามิกส์ภายในของระบบ (internal system dynamic)พัฒนาการของทฤษฎีระบบควบคุมในช่วงนี้นั้น ส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้งานในทางทหารและทางระบบสื่อสาร อันเนื่องมาจากสงครามโลกครั้งที่สอง และ การขยายตัวของโครงข่ายสื่อสารโทรศัพท์

พัฒนาการเพื่อใช้งานในระบบโครงข่ายโทรศัพท์

ในช่วงยุคที่มีการขยายตัวของระบบสื่อสารโทรศัพท์นั้น ระบบสื่อสารทางไกลมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณด้วยหลอดสุญญากาศ ในปี ค.ศ. 1927 แนวความคิดและประโยชน์ของระบบป้อนกลับแบบลบ ได้ถูกนำเสนอในรูปของ อุปกรณ์ขยายสัญญาณป้อนกลับแบบลบ (negative feedback amplifier) โดย เอช. เอส. แบล็ก แต่การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบขยายสัญญาณตามทฤษฎีของแมกซ์เวลล์ โดยใช้วิธีของ เราท์-ฮิวรวิทซ์ (Routh-Hurwitz) นั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากความซับซ้อนของระบบ วิศวกรสื่อสารของ Bell Telephone Laboratories จึงได้นำเสนอการวิเคราะห์บนโดเมนความถี่ โดยในปี ค.ศ. 1932 แฮร์รี่ ไนควิสต์นำเสนอ เกณฑ์เสถียรภาพของไนควิสต์ (Nyquist stability criterion) ซึ่งใช้วิธีการพล็อตกราฟเชิงขั้ว ของผลตอบสนองความถี่ตลอดวงรอบ (loop frequency response) ของระบบ ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 เฮนดริค โบดีได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพโดยขอบเขตอัตราขยาย (gain margin) และขอบเขตมุม (phase margin) จากกราฟระหว่างขนาดและมุม (phase) ของผลตอบสนองความถี่ เรียกว่า โบดีพล็อต (Bode plot)

ระบบควบคุมสมัยใหม่

ระบบควบคุมสมัยใหม่ (อังกฤษ: modern control) หมายถึง ระบบควบคุมที่ไม่ได้ใช้เทคนิคในการออกแบบแบบดั้งเดิม คือ จากรากของสมการคุณลักษณะ และอยู่บนโดเมนความถี่ แต่เป็นการออกแบบ โดยมีพื้นฐานจากแบบจำลองสมการอนุพันธ์ของไดนามิกส์ของระบบ และเป็นการออกแบบอยู่บนโดเมนเวลาแรงผลักดันของพัฒนาการจากระบบควบคุมแบบดั้งเดิม มาสู่ระบบควบคุมสมัยใหม่นี้ มีอยู่หลัก ๆ สองประการคือ

1. ข้อจำกัดของระบบควบคุมแบบดั้งเดิมต่องานด้านอวกาศยาน : จากความสำเร็จในการส่งดาวเทียมสปุตนิก1 ของสหภาพโซเวียตในปี ค.ศ. 1957 นั้นกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวของการประยุกต์ใช้งานทางด้านอวกาศยาน ความสำเร็จของโซเวียตนั้นเนื่องมาจากพัฒนาการทางด้านทฤษฎีระบบควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งไม่ได้รับความสนใจมากนักจากประเทศตะวันตก เนื่องจากความล้มเหลวในการใช้เทคนิคต่าง ๆ ของระบบควบคุมแบบดั้งเดิม กับงานด้านอวกาศยาน ซึ่งระบบส่วนใหญ่นั้น เป็นระบบหลายตัวแปรแบบไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear multivariable system) จึงมีการหันกลับมาพิจารณาการวิเคราะห์จากปัญหาดั้งเดิม ในรูปของแบบจำลองสมการอนุพันธ์ของระบบ

2.การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานระบบควบคุมพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ มีส่วนสำคัญในการพัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ ของระบบควบคุม เนื่องจากทำให้สามารถสร้างอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถทำงานซับซ้อนได้ รวมทั้งการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณในการออกแบบกฎของการควบคุม ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบควบคุมแบบต่าง ๆ ขึ้นอย่างมากมายด้วยเหตุดังกล่าว จึงมีการพัฒนาทฤษฎีระบบควบคุม จากหลายแง่มุม

จากความพยายามในการใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นดิจิทัล เพื่อการควบคุมระบบซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นระบบอนาล็อก จึงส่งผลให้มีการพัฒนาทางทฤษฎีระบบควบคุมดิจิทัล (อังกฤษ: digital control) โดยในปี ค.ศ. 1952 จอห์น รากัซซินี (J.R. Ragazzini) , แฟรงคลิน (G Franklin) และ ซาเดห์ (L.A. Zadehผู้คิดค้นฟัซซี่ลอจิก) ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ได้พัฒนาทฤษฎีระบบแบบชักข้อมูล (sampled data systems) ขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรมนั้น ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1959 ที่ โรงกลั่นน้ำมัน พอร์ต อาเธอร์ (Port Arthur) ในรัฐเทกซัสนอกจากนั้นแล้วแนวความคิดของการควบคุมที่ซับซ้อนขึ้นโดยมีการรวม ข้อกำหนดความต้องการทางด้านประสิทธิภาพ (performance) ในการออกแบบระบบควบคุม ซึ่งเรียกว่า ระบบควบคุมแบบเหมาะสมที่สุด (optimal control) รากฐานของทฤษฎีระบบควบคุมแบบเหมาะสมที่สุดนี้มีมายาวนานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1696 จาก หลักของความเหมาะสมที่สุด (principle of optimality) ในปัญหา บราคิสโตโครน (Brachistochrone curve) และ แคลคูลัสของการแปรผัน (Calculus of variations) ในปีค.ศ. 1957 ริชาร์ดเบลแมน ได้ประยุกต์ใช้วิธีการกำหนดการพลวัตของเขาในการแก้ปัญหาระบบควบคุมแบบเหมาะสมที่สุด แบบเวลาไม่ต่อเนื่อง ต่อมาในปีค.ศ. 1958 พอนเทรียกิน (L.S. Pontryagin) ได้พัฒนา หลักการมากที่สุด (maximum principle หรือบางครั้งก็เรียก minimum principle) สำหรับแก้ปัญหาในรูปของแคลคูลัสของการแปรผัน แบบเวลาต่อเนื่องตัวกรองคาลมานนำร่อง ลูนาร์โมดูลของ อพอลโล่ 11 สู่พื้นผิวดวงจันทร์การสังเกตถึงผลกระทบของสัญญาณรบกวนต่อประสิทธิภาพของระบบควบคุมนั้นมีมาตั้งแต่ในช่วงระบบควบคุม

ยุคดั้งเดิม เช่นในช่วงสงครามโลกครั้งที่สองในการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับเรดาร์ติดเครื่องบิน เพื่อควบคุมการยิง ที่ ห้องทดลองเรดิเอชัน (Radiation Lab) ที่ เอ็มไอที, ฮอลล์ (A.C. Hall) ได้ประสบปัญหาในการออกแบบ เขาได้สังเกตถึงผลกระทบจากการออกแบบที่ไม่ได้คำนึงถึงสัญญาณรบกวนต่อประสิทธิภาพของระบบ ถึงแม้ว่าจะมีการคำนึงถึงผลกระทบของสัญญาณรบกวน แต่ก็ไม่ได้มีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสัญญาณรบกวนในการวิเคราะห์แต่อย่างใด จนกระทั่ง นอร์เบิร์ตวีนเนอร์ ได้จำลองสัญญาณรบกวน โดยใช้แบบจำลองกระบวนการสตอแคสติก หรือ แบบจำลองทางสถิติ แบบเวลาต่อเนื่อง ในการพัฒนาระบบเล็งเป้าและควบคุมการยิงปืนต่อต้านอากาศยาน โดยใช้ข้อมูลจากเรดาร์ ซึ่งงานของเขาได้ถูกเก็บเป็นความลับ จนถึงปี ค.ศ. 1949 ในช่วงเดียวกันในปี ค.ศ. 1941 คอลโมโกรอฟ ก็ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบเวลาไม่ต่อเนื่องขึ้น ระบบควบคุมที่ใช้แบบจำลองสคอแคสติกนี้ในการวิเคราะห์ จะเรียกว่า ระบบควบคุมสตอแคสติก (Stochastic control)

การวิเคราะห์และควบคุมระบบบนโดเมนเวลา โดยใช้แบบจำลองตัวแปรสถานะ หรือ แบบจำลองปริภูมิสถานะ(state space) นั้นเป็นหัวใจของทฤษฎีระบบควบคุมสมัยใหม่ รูดอล์ฟ อีมิวคาลมาน และ Bellman นั้นถือได้ว่าเป็นบุคคลที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาทฤษฎีระบบควบคุมโดยใช้แบบจำลองตัวแปรสถานะนี้ โดยที่ในปี ค.ศ. 1960 คาลมานได้นำทฤษฎีเสถียรภาพของเลียปูนอฟมาใช้ในการออกแบบระบบ ซึ่งเป็นผลให้ผลงานของเลียปูนอฟกลับมาได้รับความสนใจ นอกจากนี้แนวทางใหม่นี้ยังสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของตัวระบบได้ ได้แก่ สภาพควบคุมได้(controllability) สภาพสังเกตได้ (observability) ผลสัมฤทธิ์เล็กสุดเฉพาะกลุ่ม (minimal realization) และยังนำไปสู่การออกแบบตัวควบคุมแบบใหม่ เช่น การวางขั้ว (pole placement) ตัวควบคุมอิงตัวสังเกต (observer-based controller) และตัวควบคุมกำลังสองเชิงเส้นเหมาะที่สุด (optimal linear quadratic regulator) [1] [2]คาลมานได้พัฒนาวิธีการออกแบบระบบควบคุมแบบเหมาะสมที่สุด จากแบบจำลองปริภูมิสถานะ ในรูปของปัญหาระบบเชิงเส้นคงค่าแบบเหมาะสมที่สุดตามสมการกำลังสอง หรือ LQR (linear quadratic regulator) ในปีเดียวกันนี้ คาลมานได้นำเสนอผลงานของเขาในการประยุกต์ใช้แบบจำลองตัวแปรสถานะนี้เข้ากับแนวความคิดทางด้านสตอแคสติกของวีนเนอร์ และคิดค้นสิ่งที่เรารู้จักกันในชื่อ ตัวกรองคาลมาน (Kalman filter) ขึ้นมา โดยการใช้งานจริงครั้งแรกของตัวกรองคาลมาน นั้นได้ถูกประยุกต์เป็นส่วนหนึ่งของระบบนำร่องในโครงการอพอลโล ตั้งแต่นั้นมาตัวกรองคาลมานก็ได้ถูกประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

ในปัจจุบันแนวทางการวิเคราะห์และควบคุมระบบบนโดเมนเวลา โดยใช้แบบจำลองตัวแปรสถานะสามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานวิศวกรรมห้วงอากาศอวกาศ(aerospace engineering) การควบคุมกระบวนการ (process control) และเศษฐมิติ (econometrics) (wikipedia. [Online]. ทฤษฎีระบบควบคุม .)

สรุปได้ว่าทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมจำเป็นต้องใช้อย่างมากในโครงงานนี้เพราะหน้าที่หลักคือการควบคุมของการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแอพพลิเคชั่น

เว็บเซิร์ฟเวอร์

Web server หัวใจสำคัญของทุกเว็บไซต์ที่จะต้องมี สำหรับเทคโนโลยีบนโลกไอทีที่ต้องออนไลน์ เว็บไซต์เป็นสิ่งจำเป็นในหลายหน่วยงาน หรือองค์กร เราสามารถถ่ายทอดข่าวสารผ่านเว็บไซต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลต่างๆ ความรู้ ความบันเทิง ประกาศ และการประชาสัมพันธ์ เบื้องหลังของเว็บไซต์ต่างๆเหล่านี้ต้องทำงานอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อจะรัน Script ให้เราได้ดูและเข้าใจในสิ่งที่เว็บไซต์นั้นๆสื่อให้เราเห็นถ้าไม่มี Web Server แล้วสิ่งที่เห็นบนเว็บไซต์นั้นจะเป็นแค่โค๊ตทางภาษาคอมพิวเตอร์ ไม่สามารถรู้ได้ว่าเป็นอะไร และไม่น่าสนใจด้วย ซึ่ง โค๊ต หรือ script เหล่านี้เมื่อทำงานอยู่เป็น web server แล้วเปิดใช้งานผ่าน browser จะรู้ได้ว่าเป็นอะไร
เว็บเซิร์ฟเวอร์คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงทำหน้าที่เป็น Server ให้บริการ World Wide Web (WWW) หรือที่รู้จักกันว่า Homepage Web server คือ บริการ HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูล ทั้งภาพ และเสียง จากเครื่องบริการผ่าน Browser เช่นบริการ http://www.9inter.com หรือ http://localhost เป็นต้นเครื่องบริการที่รองรับคำร้องขอจาก Web Browser ข้อมูลที่จะส่งไปอาจเป็นเว็บเพ็จtext ภาพ หรือ เสียง เป็นต้น

สำหรับโปรแกรมที่ได้รับความนิยม ให้นำมาเปิดบริการ Web คือ Apache Web Server หรือ Microsoft Web Server เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องบริการเว็บเพจแก่ผู้ร้องขอด้วยโปรแกรมประเภทเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ที่ร้องขอข้อมูลผ่านโปรโตคอลเฮชทีทีพี (HTTP = Hyper Text Transfer Protocol) เครื่องบริการจะส่งข้อมูลให้ผู้ร้องขอในรูปของข้อความ ภาพ เสียง หรือสื่อผสม เครื่องบริการเว็บเพจมักเปิดบริการพอร์ท 80 (HTTP Port) ให้ผู้ร้องขอได้เชื่อมต่อและนำข้อมูลไปใช้ เช่น โปรแกรมอินเทอร์เน็ตเอ็กโพเลอร์ (Internet Explorer) หรือฟายฟร็อก (FireFox Web Browser) การเชื่อมต่อเริ่มด้วยการระบุที่อยู่เว็บเพจที่ร้องขอ (Web Address หรือ URL = Uniform Resource Locator) เช่น http://www.google.com หรือ http://www.9inter.com เป็นต้น โปรแกรมที่นิยมใช้เป็นเครื่องบริการเว็บ คือ อาปาเช่ (Apache Web Server) หรือไมโครซอฟท์ไอไอเอส (Microsoft IIS = Internet Information Server) ส่วนบริการที่นิยมติดตั้งเพิ่ม เพื่อเสริมความสามารถของเครื่องบริการ เช่น ตัวแปลภาษาสคริปต์ ระบบฐานข้อมูล ระบบจัดการผู้ใช้ และระบบจัดการเนื้อหา เป็นต้น

เว็บเบราว์เซอร์คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลและโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บ ในหน้าเวบที่สร้างด้วยภาษาเฉพาะ เช่น ภาษา HTML ที่จัดเก็บไว้ที่ระบบบริการเว็บหรือ web server หรือ ระบบคลังข้อมูลอื่นๆ โดยโปรแกรมค้นดูเว็บเปรียบเสมือนสื่อในการติดต่อกับเครือข่าย หรือ Network ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า world wide webหากเรามองย้อนกลับไปซักไม่กี่ปีที่ผ่านมาใครจะไปคาดคิดว่าเว็บมันจะเติบโตและได้รับความนิยม สูงมากขนาดนี้ ทุกวันนี้หลายๆ คนคงขาดเว็บไม่ได้ เหตุผลที่เว็บประสบผลสำเร็จก็คงเป็นเพราะเหตุผลเพียงไม่กี่อย่างคือ ความสะดวก และใช้งานง่าย ในฝั่งผู้ให้บริการ (ผ่านเว็บ) ก็จะมองว่าถ้ามีเว็บเซอร์เวอร์ ก็ขายสินค้าได้ทั่วโลก ในฝั่งผู้ใช้งาน ขอให้คุณเลื่อนเมาส์กับใช้ keyboard เป็น คุณก็ติดต่อ ค้นหา ซื้อของ ได้ทั่วโลก ในมุมมองของ Software เว็บก็ทำหน้าที่อยู่ 3 อย่างคือ GET POST และ ก็ PUT ในเรื่องของ Web Service ก็คือการใช้ Web ที่ไม่เพียงแค่เกี่ยวกับข้อมูลอย่างเดียว แต่หมายถึงการ

บริการด้วยคำว่า Service ไม่ได้หมายถึงอะไรที่เด่นชัดอย่าง Sanook.com Pantip.com แต่หมายถึงส่วนประกอบที่คนอื่นๆนำไปใช้ในการทำบริการที่กว้างกว่านี้ด้วย ตัวอย่างเช่น Microsoft Passport ที่ให้บริการตรวจสอบความเป็นตัวตนจริง (Authentication) ผ่านเว็บ ทำให้การบริการข่าวของ Bangkok Post ไม่ต้องตรวจสอบการเข้าสู่ระบบเอง แต่ยกให้ Passport เป็นตัวจัดการแทน หรืออย่าง Dynamic services whitepaper ของ Oracle ก็มีส่วนที่ให้บริการ แปลงค่าเงิน แปลภาษา การส่งของ กระบวนการเคลมสินค้า เป็นต้น ส่วนความหมายอย่างเป็นทางการของ Web Service ก็คงเป็นของ IBM ที่กล่าวว่าเว็บเซอร์วิส คือ Web Application ยุคใหม่ ที่ประกอบด้วยส่วนย่อยๆมีความสมบูรณ์ในตัวเอง สามารถติดตั้ง ค้นหา เริ่มทำงานได้ผ่านเว็บ Web Service สามารถทำอะไรก็ได้ตั้งแต่งานง่ายๆ เช่นดึงข้อมูล จนถึงกระบวนการทางธุรกิจที่ซับซ้อน เมื่อ Web Service ตัวใดตัวหนึ่งเริ่มทำงาน Web Service ตัวอื่นก็สามารถรับรู้และเริ่มทำงานได้อีกด้วยหลายคนอาจจะถามว่าทำไมต้องเป็น Web เพราะเรามี Middle Ware อื่นๆมากมายเช่น RMI Jini CORBA DCOM ฯลฯ แม้ Middle Ware เหล่านี้จะสามารถรองรับได้ แต่ไม่มีตัวใดตัวหนึ่งที่เด่นจริง แต่ในเมื่อ Web มีจุดเด่นในเรื่องของการให้บริการข้อมูลที่สะดวก ใช้งานง่าย จึงกลายเป็นตัวประสาน Middle Ware ต่างๆ เข้าด้วยกันซึ่งจะให้คุยกันเองคงยากยิ่ง Web ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Middle Ware เหล่านี้สามารถคุยกันได้ และมีประสิทธิภาพกว่าวิธีการเดิมๆ มากหากเรามองจากกรณีของ n-tier application จะพบว่า web service คือกลไกในการเข้าถึงบริการที่แต่ละ Middle Ware ให้บริการ การเข้าถึงจะอาศัย Listener และส่วนประกอบที่ระบุถึงบริการต่างๆ ที่รองรับการทำงาน โดยการทำงานจริงๆ นั้นก็ใช้วิธีการปกติของ Middle Ware นั้นๆ

พื้นฐานของ Web Service

พื้นฐานของ Web Service ก็คือ XML กับ HTTP ซึ่งจะพบว่า HTTP ก็เป็นที่รู้จักกันดี และไปได้ทั่วทุกแห่งที่มี internerส่วน XML คือภาษาสากลที่คุณสามารถปรับแต่งได้ตามใจชอบ เพื่อให้เกิดกิจกรรมระว่าง client และบริการ หรือระหว่างส่วนประกอบต่างๆ เบื้องหลัง Web server ก็คือ ข้อความ XML จะถูกแปลงให้การขอบริการจาก Middle ware และผลที่ได้ก็จะแปลงกลับมาในรูป XML

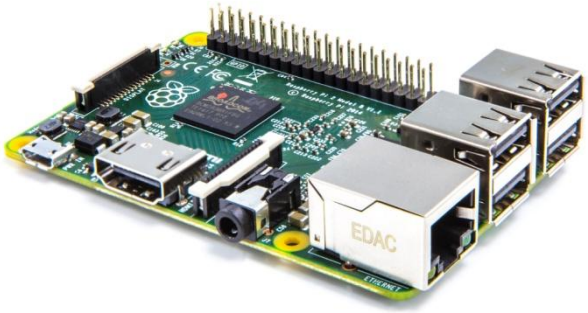
ยกตัวอย่างให้เห็นง่ายๆ คุณต้องการให้เครื่อง PC อ่านค่าจาก serial port แล้วส่งไปประมวลผลบนเครื่อง UNIX แล้วส่งผลกลับมาแสดงบนจอ PC ถ้าเป็นเมื่อก่อน คุณก็คงต้องแปลงข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปของ ASCII แล้วส่งไปยัง UNIX พร้อมคำสั่งว่าให้ทำอะไร ในฝั่ง UNIX คุณก็ต้องมาแยกว่าอันไหนคือคำสั่ง อันไหนคือข้อมูล เมื่อประมวลผลแล้ว จะส่งกลับมาในรูปแบบไหน แล้วถ้าหากจะส่งไปหาเครื่องที่เป็น MAC ท่านจะต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มในส่วนไหนบ้าง จะพบว่าเราต้องพัฒนากันเป็นคู่ๆ ไป และต้องนิยามในแต่ละฝั่งให้ชัดเจน แต่หากเป็น Web Service คุณจะพบว่าเราแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป XML แต่ละคุณก็ต้องการรู้แค่ มาตรฐาน XML ก็พอ แล้วต่างคนต่างก็เขียน Service ของตัวเอง ไม่ต้องกังวลเรื่องของการเชื่อมโยงอีกต่อไป และ Protocol ที่ส่งก็คือ HTTP นั่นเอง ถ้าท่านเชื่อมโยงกับ HTTP (หรือเว็บ) ได้ ท่านก็ใช้บริการทุกอย่างใดแต่เดี๋ยวก่อนการเข้าถึงและการสั่งงานนั้นยังเป็นเพียงโครงสร้างพื้นฐาน แต่ในความเป็นจริงยังมีอะไรมากกว่านั้น เช่น การค้นหา การทำธุรกรรม ความปลอดภัย การพิสูจน์ตัวตน และอื่นๆ อันเป็นบริการที่ทำให้เป็น

บริการพื้นฐานจริงๆระบบเพิ่มเติมที่ต้องมีและต้องรักษาความสะดวกและใช้งานง่ายไว้ด้วย พื้นฐานของ Web Service เต็มรูปแบบคือ XML + HTTP + SOAP + WSDL + UDDI หรือในระดับสูงกว่านั้น แต่ไม่ได้ถือเป็นสิ่งจำเป็นเสมอไปคือต้องเพิ่มเทคโนโลยี XAML, XLANG, XKMS, XFS เป็นต้น

สรุปได้ว่าเว็บเซิร์ฟเวอร์จะให้บริการเว็บไซต์ ผู้ใช้เรียกชมหน้าเว็บไซต์ได้โดยใช้โพรโทคอล HTTP ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการจัดเก็บข้อมูล

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry PI)

คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.9 บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย

คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

- ใช้ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU,GPU และSDRAM ไว้ในตัวถังเดียวกัน
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 700 MHz ARM11 ARM1176JZF-S core
- หน่วยประมวลภาพ (GPU) Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, OpenVG 1080 H.264 high-profile encode
- หน่วยความจำ SDRAM 256 MB
- ขั้วต่อ USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต
- ขั้วต่อสัญญาณภาพทั้งแบบแจ็ค3.5 mmและHDMI(เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง)
- ขั้วต่อสัญญาณเสียงโดยใช้แจ็ค3.5 mm หรือ ผ่านทางขั้ว HDMI

- คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO), SPI, I^2C, I^2S, และ UART (GPIO ต่างๆไม่สามารถรับแรงดัน อินพุต 5VDC ได้สูงสุดแค่ 3.3 VDC เท่านั้น)
- ระบบปฏิบัติการของบอร์ดจะทำงานผ่าน MICRO SD CARD
- ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 5VDC กระแสอย่างน้อย 700 mA
- ขนาดของบอร์ด 65.0 × 56.0 mm

บอร์ด Raspberry PI รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์(Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย (thaieasyelec. [Online]. การพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry pi.)

สรุปได้ว่าบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry Pi) สามารถใช้เขียนโปรแกรมโดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi ตามความต้องการผู้ศึกษาจะนำมาเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กในการทำโครงงาน

แอพพลิเคชั่น

แอพพลิเคชั่น(Application)หรือเรียกสั้นๆว่า แอพ(App) คือโปรแกรมอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆที่ออกแบบมาสำหรับแท็บเล็ตโดยเฉพาะ ซึ่งในแต่ระบบปฏิบัติการจะมีผู้พัฒนาแอพพลิเคชั่น ขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งจะมีให้ดาวน์โหลดทั้งที่ฟรีและไม่ฟรี ทั้งในด้านการศึกษา ด้านการสื่อสาร หรือด้านความบันเทิงต่างๆ เหล่านี้ เป็นต้น

ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นด้านการศึกษาก็ได้แก่ baby learn ที่เป็น เหมือนเกมส์ด้านการศึกษาที่สอนการฝึกท่องภาษาอังกฤษหรือการฝึกนับทางด้านตัวเลข ที่อยู่ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นต้น ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นทางด้านการสื่อสารได้แก่ Facebook หรือ Twitter ที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันได้ทั่วโลกผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ที่มีอยู่ในทุกระบบปฏิบัติการ เป็นต้น หรือแอพทางด้านความบันเทิงต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการท่องเว็บไซต์ อย่าง Google Chrome ที่อยู่ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android) ที่อยู่ในระบบปฏิบัติการไอโอเอส(IOS) และ Internet Exploereที่อยู่ในระบบปฏิบัติการวินโดส์(Windows) เป็นต้น และนอกจากนั้นยังมี แอพพลิเคชันที่ชื่อว่า Youtubeที่เป็นแอพสำหรับดูวิดีโอผ่านเครือข่าย อินเตอร์เน็ตที่มีอยู่ในหลายๆ ระบบปฏิบัติการอีกด้วยแอนดรอยด์(Android) เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์ ในอดีตถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ตโฟน และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันได้แพร่ไปยังอุปกรณ์หลายชนิดเพราะเป็นมาตรฐานเปิด เช่น Nikon S800C กล้องดิจิตอลระบบแอนดรอยด์ หม้อหุงข้าว Panasonic ระบบแอนดรอยด์ และ Smart TV ระบบแอนดรอยด์ รวมถึงกล่องเสียบต่อ TV ทำให้สามารถใช้ระบบแอนดรอยด์ได้ด้วย Android Wear นาฬิกาข้อมือระบบแอนดรอยด์ เป็นต้น ถูกคิดค้นและพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์(Android, Inc) ซึ่งต่อมา กูเกิล ได้ทำการซื้อต่อบริษัทในปี พ.ศ. 2548 แอนดรอยด์ถูกเปิดตัวเมื่อ พ.ศ. 2550 พร้อมกับการก่อตั้งโอเพนแฮนด์

เซตอัลไลแอนซ์ ซึ่งเป็นกลุ่มของบริษัทผลิตฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารคมนาคม ที่ร่วมมือกันสร้างมาตรฐานเปิดสำหรับอุปกรณ์พกพา โดยสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เครื่องแรกของโลกคือ เอช ทีซี ดรีม วางจำหน่ายเมื่อปี พ.ศ. 2551

แอนดรอยด์มีแอพพลิเคชันที่เติบโตขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถซื้อและดาวน์โหลดได้จากกูเกิลเพลย์ หรือ แอมะซอน แอปสโตร์ และสามมรถที่จะดาวน์โหลดไฟล์ APK ได้จากเว็บไซต์ต่างๆ แอพพลิเคชันจากเพลย์สโตร์อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลด และ อัปเดต ได้จากกูเกิล และ นักพัฒนาที่พัฒนาแอพนั้นๆ รวมไปถึงความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถเข้ากันได้กับแอพพลิเคชัน ซึ่งนักพัฒนาอาจจำกัดด้วยเหตุผลทางด้านอุปกรณ์, ประเทศ หรือเหตุผลทางธุรกิจ เมื่อซื้อแอพแล้วสามารถขอคืนเงินได้ภายใน 15 นาที หลังจากการดาวน์โหลด และบางผู้ให้บริการจะเก็บเงินด้วยใบเสร็จจากการซื้อแอพบนกูเกิลเพลย์ ซึ่งจะคิดเงินเพิ่มเติมจากค่าใช้บริการรายเดือนปกติ ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 แอพพลิเคชันสำหรับแอนดรอยด์มีมากถึง 675,000 แอพ และมียอดดาวน์โหลดแอพพลิเคชันจากเพลย์สโตร์ทั้งหมด 2.5 พันล้านครั้ง (ยงยุทธ ชมไชย, 2554)

สรุปได้ว่าแอพพลิเคชั่นเป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพาเช่นโทรศัพท์มือถือแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์เน็ตบุ๊กทำงานบนลินุกซ์ทางกูเกิลได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขโค้ดต่างๆด้วยภาษาจาวาและควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java libraries ผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในกาพัฒนาการควบคุมเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

ADDIE MODEL

ADDIE MODEL คือ การออกแบบระบบกาเรียนการสอนกล่าวคือกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการสอน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด มีแบบจำลองจำนวนมากมายที่นักออกแบบใช้ออกแบบการสอนและสำหรับตามความประสงค์ทางการสอนต่างๆ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE MODEL สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้น ประกอบไปด้วย

1. Analysis (การวิเคราะห์)
2. Design (การออกแบบ)
3. Development (การพัฒนา)
4. Implementation (การนำไปใช้)
5. Evaluation (การประเมินผล)

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นรากฐานสำหรับขั้นตอนการออกแบบการสอนขั้นตอนอื่นๆในระหว่างขั้นตอนนี้ คุณจะต้องระบุปัญหา, ระบุแหล่งของปัญหาและวินิจฉัยคำตอบที่ทำได้ ขั้นตอนนี้อาจประกอบด้วยเทคนิคการวินิจฉัยเฉพาะ เช่น การวิเคราะห์ความต้องการ (ความจำเป็น) การวิเคราะห์งาน, การวิเคราะห์ภารกิจ ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้มักประกอบด้วย เป้าหมาย และ รายการภารกิจที่จะสอน ผลลัพธ์เหล่านี้จะถูกนำเข้าไปยังขั้นตอนการออกแบบต่อไป

2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบเกี่ยวข้องกับการใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อวางแผนกลยุทธ์สำหรับพัฒนาการสอน ในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องกำหนดโครงร่างวิธีการให้บรรลุถึง

เป้าหมายการสอน ซึ่งได้รับการวินิจฉัยในระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์และขยายผลสารัตถะการสอนประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

1.การออกแบบ Courseware (การออกแบบทเรียน) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และ แบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)

2.การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ขั้นตอนการเขียนผังงานและสตอรี่บอร์ด ของ อลาสซี่

3.การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึงการจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ สิ่งที่ต้องการพิจารณามีดังนี้

3.1 การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution)

3.2 การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ

3.3 การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.4 การกำหนดสีได้แก่สีของตัวอักษร (Font Color), สีของฉากหลัง (Background)

สีของส่วนอื่นๆ

3.5 การกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

3. ขั้นการพัฒนา (Development)

(ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรมและผลิตเอกสารประกอบการเรียน)

ขั้นตอนการพัฒนาสร้างขึ้นบนขั้นตอนการวิเคราะห์และการออกแบบ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียน ในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องพัฒนาการสอนและสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่างๆ สิ่งเหล่านี้อาจจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลองและซอฟต์แวร์ เช่นบทเรียนบทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1. การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

1.1 การเตรียมข้อความ

1.2 การเตรียมภาพ

1.3 การเตรียมเสียง

1.4 การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน

2. การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่น เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็น การสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อเปลี่ยน story board ให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. การสร้างเอกสารปะกอบการเรียน หลังจากสร้างบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นตอนของบทเรียน

4. ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนการดำเนินการให้เป็นผล หมายถึงการนำสิ่งที่แท้จริงของการสอน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบใช้

คอมพิวเตอร์เป็นฐานก็ตาม จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการส่งการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ขั้นตอนนี้จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในสารปัจจัยต่างๆ สนับสนุนการเรียนรอบรู้ของผู้เรียนในวัตถุประสงค์ต่างๆ และเป็นหลักประกันในการถ่ายโอนความรู้ของผู้เรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนไปยังการงานได้เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างมากมายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น หลังจากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพ

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) การประเมินผล คือ การเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม เรียนด้วยบทเรียน ที่สร้างขึ้น 1 กลุ่ม และเรียนด้วยการสอนปกติอีก 1 กลุ่ม หลังจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบชุดเดียวกัน และแปลผลคะแนนที่ได้สรุปเป็นประสิทธิภาพของบทเรียนขั้นตอนนี้วัดผลประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการสอน การประเมินผลเกิดขึ้นตลอดกระบวนการออกแบบการสอนทั้งหมด กล่าวคือ ภายในขั้นตอนต่างๆ และระหว่างขั้นตอนต่างๆ และภายหลังการดำเนินการให้เป็นผลแล้ว การประเมินผล อาจจะเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา (Formative evaluation) หรือประเมินผลรวม (Summative evaluation) โดยสองขั้นตอนนี้จะดำเนินการดังนี้

5.1 การประเมินผลเพื่อพัฒนา (Formative evaluation) ดำเนินการต่อเนื่องภายในและระหว่างขั้นตอนต่างๆ จุดมุ่งหมายของการประเมินผลชนิดนี้คือ เพื่อปรับปรุงการสอนก่อนที่จะนำแบบฉบับขั้นสุดท้ายไปใช้ให้เป็นเหตุผล

5.2 การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) โดยปกติเกิดขึ้นภายหลังการสอน เมื่อแบบฉบับขั้นสุดท้ายได้รับการดำเนินการใช้ให้เป็นผลแล้ว การประเมินผลประเภทนี้จะประเมินประสิทธิผลการสอนทั้งหมด ข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการสอน (MSU Knowledge management. [Online]. ADDIE MODLE.)

สรุปได้ว่า ADDIE MODELกล่าวคือกระบวนการพัฒนาโปรแกรมจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด จะเป็นกระบวนการออกแบบออกเป็นขั้นๆตามลำดับผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาการพัฒนาแอพพลิเคชั่นขึ้นมา

แบบประเมินคุณภาพ

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล (2541 : 136 - 137) กล่าวว่า การออกแบบซอฟต์แวร์ไว้ว่า งานออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตซอฟต์แวร์นั้น จะต้องคำนึงถึง “คุณภาพ” เป็นหลัก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์คุณภาพ เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของการออกแบบและปรับปรุงให้งานออกแบบเป็นงานที่มีคุณภาพที่สุด ดังนี้

1. การทำงานของโปรแกรม(Functionality) จะประเมินจากลักษณะ (Feature set) และความสามารถ(Capability) ของโปรแกรม นอกจากนี้ยังประเมินจากหน้าที่ทั่วไปของโปรแกรม และความปลอดภัยเมื่อต้องทำงานรวมเป็นระบบ

2. ความสามารถในการใช้งาน(Usability) พิจารณาจากผลตอบกลับจากการใช้งานของผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานง่ายและเรียนรู้ง่าย

3. ความน่าเชื่อถือ(Reliability) วัดจากความถี่และความรุนแรงของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ เวลาเฉลี่ยของความล้มเหลว ความสามารถในการกู้คืนระบบและความสามารถในการคาดการณ์ได้ของโปรแกรม

4. ประสิทธิภาพ(Performance) วัดจากความเร็วของการประมวลผล ระยะเวลาตอบสนอง ทรัพยากรที่ใช้ ปริมาณงานที่ทำได้ในช่วงเวลาหนึ่ง และประสิทธิผลในการทำงาน

5. ความสามารถในการสนับสนุนการใช้งาน(Supportability) และความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) พิจารณาจากความสามารถในการเพิ่มเติมส่วนการทำงาน ความสามารถในการแปลงการทำงานแลบริการ นอกจากนี้ยังพิจารณาควาสามารถในการทดสอบการทำงานข้ามระบบได้ และการจัดสภาพแวดล้อมของระบบด้วย

มนต์ชัย เทียนทอง (2554 : 283) ได้กล่าวว่า การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มีวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้

การทดสอบแบบกล่องดำ (Blackbox Testing)

การทดสอบแบบกล่องดำบางครั้งเรียกว่า “การทดสอบเชิงพฤติกรรม (Behavioral testing)” เนื่องจากเป็นการทดสอบผลการทำงานของซอฟต์แวร์ในแต่ละหน้าที่ตามข้อกำหนดความต้องการเท่านั้น เพื่อดูว่าซอฟต์แวร์ทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงคำสั่งภายใน นอกจากนี้การทดสอบแบบกล่องดำยังใช้การทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์และเงื่อนไขขอบเขตข้อมูลที่จะนำเข้าด้วย การทดสอบกล่องดำไม่ได้ถูกคิดค้นมาเพื่อแทนที่การทดสอบแบบกล่องขาวแต่เป็นการทดสอบที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ทำให้การทดสอบระดับหน่วยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ที่รวบรวมได้จากการศึกษานำมาคำนวณโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551: 144-146)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

1.) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) (สุรศักดิ์และคณะ, 2545: 301)

จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
$\sum X$ แทนผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.) ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (สุระศักดิ์ และคณะ, 2545:301)
จากสูตร

$$S.D. = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}$$

เมื่อ S.D. แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{X}$ แทนเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

สรุปได้ว่าแบบประเมินคุณภาพจำเป็นต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์คุณภาพ เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของการออกแบบและปรับปรุงให้งานออกแบบเป็นงานที่มีคุณภาพที่สุด ผู้ศึกษาจึงนำมาแนวทางในการวัดคุณภาพ

ทฤษฎีความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

ดิเรก (2528) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีต่องานที่ทำของบุคคลที่มีต่องานในทางบวก ความสุขของบุคคลอันเกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลเป็นที่พึงพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้น มีความสุข ความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและมีกำลังใจ มีความผูกพันกับหน่วยงาน มีความภาคภูมิใจในความสำเร็จของงานที่ทำ และสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานส่งผลต่อถึงความก้าวหน้าและความสำเร็จขององค์การอีกด้วย

กิตติมา (2529) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่างๆเมื่อได้รับการตอบสนอง

เทพพนม และสวิง (2540) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นภาวะของความพึงใจหรือภาวะที่มีอารมณ์ในทางบวกที่เกิดขึ้น เนื่องจากการประเมินประสบการณ์ของคนๆหนึ่ง สิ่งที่ขาดหายไประหว่างการเสนอให้กับสิ่งที่ได้รับจะเป็นรากฐานของการพอใจและไม่พอใจได้

สง่า (2540) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

จากการตรวจเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนองความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

วิรุฬ (2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะมีความคาดหมายกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อยสอดคล้องกับ ฉัตรชัย (2535) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น หากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

กาญจนา (2546) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

นภารัตน์ (2544) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกทางบวกความรู้สึกทางลบและความสุขที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน โดยความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกทางบวกมากกว่าทางลบ

ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2002) รายงานว่า พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับดัน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา(biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึง

เครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ฟรอยด์

1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1.1 ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

1.4 ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (self – actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2. ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์

ซิกมันด์ฟรอยด์ (S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ฟรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกจริตอย่างมาก

ขณะที่ ชาริณี (2535) ได้เสนอทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใดๆที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ

1. ความพอใจด้านจิตวิทยา (psychological hedonism) เป็นทรรศนะของความพึงพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ

2. ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (egoistic hedonism) เป็นทรรศนะของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

3. ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (ethical hedonism) ทรรศนะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย สรุปได้ว่าความพึงพอใจคือความต้องการของแต่ละคนที่ไม่เหมือนกันผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการวัดระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานที่ผู้ศึกษาได้จัดทำขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนวินท์ ทิพย์ธาราไลย (2553) ได้ทำการเสนองานวิจัย เรื่อง ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บเป็นการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านที่อยู่ในระบบโครงข่ายภายในบ้านได้โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งงานผ่านหน้าเว็บในการติดต่อกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านรวมทั้งระบบรักษาความปลอดภัยด้วยโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-PIC USB/4550 ของบริษัท Microchip ที่สามารถสื่อสารผ่านพอร์ต 23 USB ตัวบอร์ดประกอบด้วยไอซีเบอร์ PIC18F4550 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวที่ใช้ในการควบคุมการทำงานตามคำสั่งและเงื่อนไข และใช้บอร์ด ET-OPTO AC-OUT4 เป็นชุด OPTO-ISOLATE OUTPUT แบบแรงดันไฟสลับ 220VAC/6A ขนาด 4 ช่อง จำนวน 2 บอร์ดในการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

วิรุต เกตุบำรุง และคณะ (2556) กล่าวว่า ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารผ่าน Web Application ต้องเช็คสถานะการใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน จึงได้จัดทำอุปกรณ์วัดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าขึ้นมา เพื่อวัดว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าอยู่หรือไม่ และส่งค่าสถานะของไฟฟ้าไปยังศูนย์ควบคุม อุปกรณ์นี้ยังสามารถใช้วัดการใช้กระแสของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้ โดยใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ ACS712 เป็นตัวเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า เพื่อนำมาหาค่าของกระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้า

ภาวิชวัฒนวาณิชกรและคณะ (2557) ได้พัฒนาระบบไร้สาย เพื่อให้รองรับการใช้งานได้ในทุกอาคารบ้านเรือนทั่วไปที่ออกแบบระบบไฟฟ้าแบบใช้สวิตช์ 2ทาง และ เพิ่มความสามารถให้สามารถการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมโดยรีโมทคอนโทรล เช่น แอร์ หรือ โทรทัศน์ เป็นต้น อีกทั้ง ยังมีการบันทึกประวัติการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า , มีการเก็บปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อนำไปสรุปผล และแสดงผลในรูปแบบกราฟ นอกจากนี้ระบบยังรองรับการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ต่าง ๆได้โดยสามารถตรวจสอบ,บันทึกค่าเซ็นเซอร์ และนำค่าเซนเซอร์มาใช้ในการสร้างโปรแกรมอัตโนมัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น การนำค่าเซนเซอร์อุณหภูมิมาใช้ในการตั้งโปรแกรมควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศโดย ถ้าตรวจสอบว่าอุณหภูมินอกบ้านน้อยกว่า 25 องศาเซลเซียส ให้ปิดเครื่องทำอากาศแล้วเปิดพัดลมแทน เป็นต้น โดยผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้อย่างง่ายผ่าน Visual Programming Editor

นายพงศกร เทียมวัง (2559) ได้วิจัยเรื่อง ระบบควบคุมไฟฟ้าในบ้านผ่าน Web Application โดยมีวัตถุประสงค์ 1.สามารถควบคุมไฟฟ้าผ่านทาง Mobile App และ Web Application ได้ 2. สามารถบอกสถานะว่าอุปกรณ์ เปิด หรือ ปิด อยู่ได้ 3. ระบบรองรับการเปิด-

ปิดไฟด้วยมือที่มีสวิตซ์ไฟ รวมทั้งในกรณีที่ระบบควบคุมมีปัญหา สวิทซ์ไฟจะยังใช้งานได้ตามปกติ ผลการวิจัยได้ระบบทั้งหมดจะควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi ซึ่งจะเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านทางสาย LAN หรือ Wifi Raspberry Pi จะเชื่อมต่อกับบอร์ด Master ซึ่งเป็นบอร์ดที่ออกแบบเฉพาะ ทำหน้าที่สื่อสารกับอุปกรณ์ลูก (Slave) ผ่านทาง Mod Bus อุปกรณ์ลูก หรือ Slave จะควบคุมการเปิดปิดไฟโดยใช้รีเลย์ และมีเซ้นเซอร์วัดกระแสเพื่อตรวจจับสถานะเปิด-ปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นพบว่าระบบที่สามารถควบคุมและรายงานสถานะเปิด-ปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารได้ผ่านทาง Web Application และ Web Site

ผู้วิจัยได้พัฒนาและทำการทดลองใช้ระ าวบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอพพลิเคชันโดยทำการทดสอบโปรแกรมและวิเคราะห์ผลทั้งหมด 3 วิธี คือ 1. การทดสอบระบบโดยการสั่งให้ช่องอุปกรณ์ทุกช่องเปิดหมด 2. การทดสอบระบบโดยการสั่งให้ช่องอุปกรณ์ทุกช่องปิดหมด และ 3. การทดสอบระบบโดยการสั่งให้ช่องอุปกรณ์ที่เลือกทำการเปิด/ปิด

สรุปโดยรวมได้ว่าระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต จะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุน ให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้นและได้นำมาใช้กับการสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายจะอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานโครงข่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนและไม่ต้องมีโครงสร้างของสถานีฐานและไม่ต้องมีผู้ดูแลระบบ เทคโนโลยีของระบบการเชื่อมต่อแบบไร้สายในปัจจุบันที่เด่น ๆ มีอยู่ 2 มาตรฐานด้วยกันคือ Home RF และ IEEE 802.11b (Wi-Fi หรือ Wireless LAN) ซึ่งมาตรฐานที่สองจะได้ความนิยมอย่างแพร่หลาย และยังมีไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วยในการเป็นหน่วยประมวนผลคำสั่งต่างๆ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กผู้จัดทำจึงนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งที่ต้องการลงในระบบให้โปรแกรมทำงานโดยนำมาเชื่อมต่อกับแผงวงจรขับรีเลย์ ซึ่งแผงวงจรรีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า ผู้ศึกษาจึงนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาการควบคุมเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า