



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ
และระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์

Web Monitoring for Automatic Tank Gauging
and Solar Charger Systems

นายจตุพล คูหา

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

และระบบโซล่าชาร์จเจอร์

Web Monitoring for Automatic Tank Gauging
and Solar Charger Systems

นายจตุพล คูหา

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 148570
วันเดือนปี 6 11 2560

b. 102871503
i.

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา เว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ
และระบบโซล่าชาร์จเจอร์

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายจตุพล คุณา

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณฉัตรวัฒน์ บุรีเทศน์

สถานประกอบการ บริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันบริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด มีระบบมากมายที่ต้องทำการสังเกตการณ์ทำงาน ซึ่งยังคงมีระบบบางระบบหรือบางส่วนของระบบที่ยังไม่มีการนำเอาแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการสังเกตการณ์ ประกอบด้วยระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดทำโครงการจึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการสังเกตการณ์การทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน โดยทำการสังเกตการณ์ให้อย่างอัตโนมัติและทันทีทันใดแล้วนำผลการสังเกตการณ์ของแต่ละระบบมาแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตารางและกราฟเส้น ช่วยให้การทำงานของพนักงานตรวจสอบนั้นสะดวกสบายขึ้น ลดระยะเวลาในการทำงานและยังช่วยให้การเฝ้าสังเกตผลการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ทำให้มองเห็นแนวโน้มของผลการทำงานที่จะเกิดขึ้น เป็นต้น

คำสำคัญ : ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ ระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

Cooperative Title: Web Monitoring for Automatic Tank Gauging
and Solar Charger Systems

Student intern name: Mr. Chatupon Khooha

Faculty: Engineering

Department: Computer Engineering **Program:** Information Engineering

Advisor name: Asst.Prof.Dr. Sutheera Puntheeranurak

Mentor name: Mr. Thirawat Bureetes

Company: PTT ICT Solutions Co., Ltd.

ABSTRACT

Recently, PTT ICT Solutions Co., Ltd. has many systems need to monitoring. There are some systems or part of systems that don't have application monitoring, consist of Automatic Tank Gauging system, Solar Charger system, and Network system. For this reason, we need to develop Web Monitoring for Automatic Tank Gauging and Solar Charger Systems to automatically and real-time monitor Automatic Tank Gauging system, Solar Charger system, and Network system. Then present each result of systems on web application such as table and line chart. Implement this web application to make more efficient and effective monitoring. For example, decrease error of surveillance and make a trend of results visible.

Keywords : Automatic Tank Gauging, Solar Charger, Monitoring

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการเว็บไซต์พลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เป็นโครงการของบริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด โดยโครงการดังกล่าวสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี เพราะได้รับคำแนะนำ และการให้คำปรึกษา ตลอดจนถึงติดตามผลความคืบหน้าจากหลาย ๆ ส่วน ผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ได้มีโอกาสเข้าไปดำเนินงานโครงการ สหกิจศึกษา และเรียนรู้ประสบการณ์การทำงานต่าง ๆ ตลอดจนถึงสิ้นสุดโครงการตั้งแต่วันที่ 8 สิงหาคม 2559 จนถึง 25 พฤศจิกายน 2559

โครงการนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้หากขาดความกรุณาจาก คุณเขมรัฐ โชคมั่งมี หัวหน้าแผนกคุณไทเยนทร์ รัตนวิจารณ์ ที่ปรึกษาอาวุโส คุณฉัตรวัฒน์ บุรีเทศน์ ผู้เป็นที่เลี้ยงที่คอยช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ และให้คำปรึกษาต่าง ๆ มอบความทรงจำและประสบการณ์อันมีค่าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และ ผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์ ผู้เป็นอาจารย์นิเทศโครงการสหกิจศึกษา ที่คอยให้การสนับสนุนติดตามความคืบหน้าของโครงการ ให้คำปรึกษาและแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ที่เป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จทั้งหมด จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

จตุพล คูหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ข้อมูลสถานประกอบการที่เข้าร่วมปฏิบัติงานสหกิจศึกษา.....	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5.1 สำหรับผู้จัดทำโครงการ.....	2
1.5.2 สำหรับผู้ใช้.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา.....	3
1.7.1 ฮาร์ดแวร์.....	3
1.7.2 ซอฟต์แวร์.....	3
1.7.3 ภาษาที่ใช้พัฒนา.....	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ภาษาที่ใช้พัฒนา.....	5
2.1.1 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hyper Text Markup Language: HTML).....	5
2.1.2 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript).....	5
2.1.3 ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheets: CSS).....	6
2.1.4 ภาษาพีเอชพี (Professional Home Page: PHP).....	6
2.1.5 ภาษาไพธอน (Python).....	7
2.1.6 ภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language: SQL).....	7
2.2 แนวคิดและระบบที่ใช้พัฒนา.....	8
2.2.1 เว็บคอมโพเนนต์ (Web Components).....	8
2.2.2 ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ.....	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.2.2 ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

2.2.3	ระบบโซล่าชาร์จเจอร์.....	10
2.2.4	ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML)	10
2.2.5	ผังงาน (Flowchart).....	13
2.3	เครื่องมือที่ใช้พัฒนา.....	14
2.3.1	เอสคิวแอลไลต์ (SQLite).....	14
2.3.2	โพลีเมอร์ (Polymer).....	14
2.3.3	เจควีรี่ (jQuery).....	16
2.3.4	ไฮชาร์ต (Highcharts.js).....	17
2.3.5	วาดีน (Vaadin).....	17
2.3.6	ลีฟเล็ต (Leaflet.js).....	18
2.3.7	เอ็กซ์แอมป์ (XAMPP).....	18
2.3.8	โหนดเจเอส (Node.js).....	19
2.3.9	กัลป์เจเอส (Gulp.js).....	19
2.3.10	โบเวอร์ (Bower).....	20
2.3.11	ไฟล์ซิลล่า (FileZilla).....	20
2.3.12	กิต (Git).....	21
2.3.13	อะตอม (Atom).....	24
2.3.14	เพจเจเอส (Page.js).....	25
2.3.15	ออรากิเลวีเอ็มเวอร์ชวลบ็อกซ์ (Oracle VM VirtualBox).....	26
2.4	โพรโทคอลที่ใช้พัฒนา.....	26
2.4.1	โพรโทคอลเอชทีทีพี (Hypertext Transfer Protocol: HTTP).....	26
2.4.2	โพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ต (WebSocket).....	28
2.4.3	โพรโทคอลเอ็มคิวทีที (Message Queue Telemetry Transport).....	29
2.4.4	โพรโทคอลไอซีเอ็มพี (Internet Control Message Protocol: ICMP)....	30
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน.....	33
3.1	รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้.....	33
3.1.1	เว็บแอปพลิเคชัน.....	33
3.1.2	เซิร์ฟเวอร์.....	36
3.2	การออกแบบระบบ.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3.2.1 ภาพรวมของระบบ (Overall System)..... 37
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.2	กระบวนการทำงานของระบบ 39
3.2.3	แผนภาพลำดับการทำงานของระบบ (Sequence Diagram) 41
3.2.4	ภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน ... 44
3.2.5	ภาพรวมการทำงานของระบบการเก็บข้อมูล 47
3.2.6	ภาพรวมโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 48
บทที่ 4	ผลการดำเนินการ 50
4.1	การพัฒนาและทดสอบระบบย่อย 50
4.1.1	การพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเซิร์ฟเวอร์..... 50
4.1.2	การพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเว็บแอปพลิเคชัน..... 55
4.2	กระบวนการทดสอบและส่งมอบระบบ 58
4.2.1	การทดสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์..... 58
4.2.2	การทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน..... 59
บทที่ 5	สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 66
5.1	สรุปผลการดำเนินงาน 66
5.1.1	เซิร์ฟเวอร์..... 66
5.1.2	เว็บแอปพลิเคชัน..... 66
5.2	ข้อเสนอแนะ..... 66
เอกสารอ้างอิง 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางขั้นตอนการดำเนินการ.....	3
2.1 ตารางเว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับมาตรฐานเว็บคอมโพเนนท์ด้วยโพสไฟล์	9
2.2 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของแผนภาพซีเควนซ์	11
2.3 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของแผนภาพยูสเคส	12
2.4 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของผังงาน.....	13
3.1 ตารางรายละเอียดการแสดงผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ	34
3.2 ตารางรายละเอียดการแสดงผลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์	35
3.3 ตารางหัวข้อการสื่อสารในการสื่อสารของแต่ละระบบ	38
3.4 ตารางแหล่งที่มาของข้อมูลแต่ละระบบ.....	38
3.5 ตารางอธิบายรายละเอียดยูสเคสของระบบ	40
3.6 พจนานุกรมข้อมูลของระบบโซล่าชาร์จเจอร์.....	47
3.7 พจนานุกรมข้อมูลของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ	48
4.1 ผลการทดสอบระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของยูเอเอ็มแอล	10
2.2 องค์ประกอบของโพลิเมอร์	15
2.3 วิธีการที่วีซีเอสอื่น ๆ มองข้อมูล.....	22
2.4 วิธีการที่กิตมองข้อมูล	22
2.5 สถานะการทำงานของกิต	23
2.6 ภาพยูอาร์แอลแบบเอสไอโอ.....	25
2.7 ภาพการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี.....	27
2.8 ภาพการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซอคเก็ต.....	28
3.1 ภาพรวมของระบบ	37
3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบ.....	39
3.3 แผนภาพลำดับการทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์.....	41
3.4 แผนภาพลำดับการทำการสังเกตการณ์ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน.....	42
3.5 แผนภาพลำดับการทำการสังเกตการณ์ระบบโซล่าชาร์จเจอร์	42
3.6 แผนภาพลำดับการทำการสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ.....	43
3.7 ภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน.....	44
3.8 ภาพผังงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน.....	45
3.9 ภาพรวมการทำงานของระบบการเก็บข้อมูล.....	47
3.10 ภาพรวมโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชัน.....	48
4.1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเครื่องแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง	50
4.2 การทดสอบการทำงานของเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์	51
4.3 การทดสอบการรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์	52
4.4 การทดสอบการรับข้อมูลของเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์	52
4.5 การทดสอบการเก็บข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์	53
4.6 การจัดการไฟล์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรแกรมไฟล์ซิลล่า	54
4.7 การทดสอบแอนิเมชันแฮตเตอร์ของเว็บแอปพลิเคชัน	56
4.8 การทดสอบการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลผ่านยูอาร์แอล.....	57
4.9 การทดสอบการสื่อสารของเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์	57
4.10 การทดสอบการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์	58
4.11 การทดสอบการทำงานโดยรวมหน้า Dashboard.....	59
4.12 การทดสอบการเชื่อมต่อเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์.....	59

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 การทดสอบการจัดเรียงลำดับการแสดงผลข้อมูลตาราง.....	60
4.14 การทดสอบการเลือกเปิดดูหรือซ่อนข้อมูลตาราง.....	61
4.15 การทดสอบการเลือกแสดงผลข้อมูลตาราง.....	61
4.16 การทดสอบกราฟผลการทำงานรวมของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติก่อนเลือกสถานี.....	62
4.17 การทดสอบกราฟผลการทำงานย่อยของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติก่อนเลือกสถานี.....	62
4.18 การทดสอบกราฟผลการทำงานรวมของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติหลังเลือกสถานี.....	63
4.19 การทดสอบกราฟผลการทำงานย่อยของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติหลังเลือกสถานี.....	63
4.20 การทดสอบการเลือกหรือการเปลี่ยนสถานีของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ.....	64
4.21 การทดสอบการแสดงกราฟผลการทำงานรวมของระบบโซล่าชาร์จเจอร์.....	64



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ข้อมูลสถานประกอบการที่เข้าร่วมปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

บริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด เป็นบริษัทในกลุ่มบริษัท ปตท. ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2549 ให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างครบวงจรโดยครอบคลุมถึงการออกแบบการพัฒนา และการดูแลรักษาระบบงานที่สอดคล้องกับความต้องการขององค์กรธุรกิจ

วัตถุประสงค์หลักของบริษัท คือ เพื่อสร้างความร่วมมือและมูลค่าภายในกลุ่มบริษัท ปตท. ด้วยการจัดการและลงทุนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการปฏิบัติการร่วมกันเป็นหนึ่งเดียว (Group Synergy) เพื่อสร้างความร่วมมือและมูลค่าภายในกลุ่มบริษัท ปตท. [1]

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันภายในทีม Technology & Analytics Application / Automation (ATA/A) ของบริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด มีระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ (Automatic Tank Gauging System: ATG System) และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ (Solar Charger System) ซึ่งยังไม่มี การติดตาม และเฝ้าสังเกตผลการทำงาน อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยประหยัดเวลาและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการจัดทำเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ (Web Monitoring for Automatic Tank Gauging and Solar Charger Systems) ขึ้นมา เพื่อคอยติดตามและเฝ้าสังเกตผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ รวมถึงคอยตรวจสอบการทำงานของระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันตาม ที่ต่าง ๆ ที่ทีม ATA/A คอยดูแล ให้โดยอัตโนมัติ และเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น สามารถตรวจสอบผลการทำงานย้อนหลัง และทำให้มองเห็นความเป็นไปได้ของการทำงานที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ เป็นต้น

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามและการสังเกตผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์

2) เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วต่อผู้ดูแลระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เพื่อคอยตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันแต่ละสถานีให้โดยอัตโนมัติ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) สำหรับติดตามและสังเกตผลการทำงานจากระบบ 3 ระบบ ได้แก่

- 1) ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ
- 2) ระบบโซล่าชาร์จเจอร์
- 3) ระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

1.4.2 พัฒนาระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

1.4.3 พัฒนาระบบการเก็บข้อมูล สำหรับระบบ 2 ระบบ ได้แก่

- 1) ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ
- 2) ระบบโซล่าชาร์จเจอร์

1.4.4 ติดตั้งและพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ (Server) สำหรับการเปิดให้บริการดังนี้

- 1) เอ็มคิวทีทีโพรโทคอล (MQTT Broker)
- 2) เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)
- 3) ระบบการเก็บข้อมูล
- 4) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สำหรับผู้จัดทำโครงการ

1) ได้รับความรู้จากการศึกษา การพัฒนา และการติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันอย่างครบวงจร (Full- Stack Web Developer)

2) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งและการพัฒนาระบบเซิร์ฟเวอร์

3) ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบเน็ตเวิร์ก

4) ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ ที่อยู่ในการดูแลของทางบริษัท พีทีที ไอซีที โซลูชันส์ จำกัด

5) ได้รับความรู้ทางด้านการติดต่อสื่อสารของระบบอินเทอร์เน็ตออฟฟิงส์ (Internet of Things: IoT) โดยการใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีที (MQTT)

1.5.2 สำหรับผู้ใช้

1) เพิ่มความสะดวกในการติดตามและเฝ้าดูผลการทำงานของระบบ

2) เพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลระบบ

3) เพิ่มความรวดเร็วในการทำงานของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ในการดำเนินการจัดทำโครงการงานเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินการ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนการดำเนินการ

หัวข้อ	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
วางแผนโครงการ	→															
เก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้		→														
ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง			→	→												
วิเคราะห์และออกแบบระบบ				→												
พัฒนาระบบเซิร์ฟเวอร์					→	→	→	→								
พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน									→	→	→	→				
ทดสอบการทำงานของระบบ													→	→	→	→
ปรับปรุงระบบให้ตรงความต้องการ														→	→	→
ติดตั้งโปรแกรมเพื่อใช้งานจริง																→
จัดทำเอกสารประกอบโครงการ																→

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.7.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- 1) คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กสำหรับพัฒนาโปรแกรม
- 2) เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ระบบวินโดวส์เอ็มเบดเด็ด (Windows Embedded)
- 3) เครื่องแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง (AC-DC Inverter)

1.7.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1.7.2.1 ซอฟต์แวร์ทั่วไป

- 1) ระบบปฏิบัติการอูบุนตุ (Ubuntu)
- 2) กิต (Git)
- 3) ทอร์ทอยส์กิต (TortoiseGit)
- 4) อะตอม (Atom)
- 5) ไฟล์ซิลล่า (FileZilla)
- 6) ออราเคิลวีเอ็มแวร์ชวลบ็อกซ์ (Oracle VM VirtualBox)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.2.2 ซอฟต์แวร์ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

- 1) เอ็กซ์เอ็มพี (XAMPP)
- 2) โบเวอร์ (Bower)
- 3) กัลฟ์เจเอส (Gulp.js)
- 4) โหนดเจเอส (Node.js)
- 5) โพลีเมอร์ (Polymer)
- 6) เอสคิวแอลไลต์ (SQLite)
- 7) เพจเจเอส (Page.js)
- 8) เจควีรี่ (jQuery)
- 9) ไฮชาร์ต (Highcharts)
- 10) วาดิน (Vaadin)
- 11) ลีฟเล็ต (Leaflet)

1.7.2.3 ซอฟต์แวร์โปรโตคอลเอ็มคิวทีที

- 1) พาโฮ (Paho)
- 2) มอสควิทโท (Mosquitto)

1.7.3 ภาษาที่ใช้พัฒนา (Programming Language)

- 1) ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML)
- 2) ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)
- 3) ภาษาซีเอสเอส (CSS)
- 4) ภาษาพีเอชพี (PHP)
- 5) ภาษาไพธอน (Python)
- 6) ภาษาเอสคิวแอล (SQL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาษาที่ใช้พัฒนา

2.1.1 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hyper Text Markup Language: HTML)

ภาษาเอชทีเอ็มแอล คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ในปัจจุบันถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรเวปด์เว็บคอนซอร์เทียมหรือดับเบิลยูทีซี (World Wide Web Consortium: W3C) โดยถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เอชทีเอ็มแอล 1 เอชทีเอ็มแอล 2.0 เอชทีเอ็มแอล 3.0 เอชทีเอ็มแอล 3.2 เอชทีเอ็มแอล 4.0 เอ็กซ์เอชทีเอ็มแอล และในปัจจุบันเป็นเอชทีเอ็มแอล 5 สำหรับการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) ต่าง ๆ หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ดรีมวีฟเวอร์ (Dream Weaver) ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากจะมีการเขียนภาษาเอชทีเอ็มแอลบางส่วนให้โดยอัตโนมัติ ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของภาษาเอชทีเอ็มแอลที่เขียนขึ้นมาแล้ว จะใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เช่น กูเกิลโครม (Google Chrome) ไมโครซอฟท์อินเทอร์เน็ตเอกซ์พลอเรอร์ (Microsoft Internet Explorer: IE) มอซิลลาไฟร์ฟอก (Mozilla Firefox) ซาฟารี (Safari) และโอเปรา (Opera) เป็นต้น [2]

2.1.1.1 ลักษณะของภาษาเอชทีเอ็มแอล

ภาษาเอชทีเอ็มแอลมีลักษณะของโค้ดที่เฉพาะแตกต่างจากภาษาโปรแกรมมิ่งทั่ว ๆ ไป เนื่องจากเป็นภาษาที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน โดยโค้ดจะมี 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นแท็ก (Tag) ในการเขียนโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอลนั้น จะมีรูปแบบโครงสร้างหลักที่ตายตัว เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งผู้พัฒนาจะสามารถสร้างโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันของตัวเองได้ภายในแท็ก <body> และทำการกำหนดหรือประกาศสิ่งต่าง ๆ ได้ภายในแท็ก <head>

2.1.2 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

ภาษาจาวาสคริปต์ คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่เป็นภาษาสคริปต์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้งานร่วมกับภาษาเอชทีเอ็มแอล เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันมีการเคลื่อนไหวและสามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ในปัจจุบันภาษาจาวาสคริปต์ถูกกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรดับเบิลยูทีซี เว็บเบราว์เซอร์ทุกค่ายสามารถรองรับการทำงานของภาษาจาวาสคริปต์ได้ และภาษาจาวาสคริปต์สามารถทำงานได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โหนดเจเอสในการประมวลผลการทำงานของภาษาจาวาสคริปต์แทนเว็บเบราว์เซอร์ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 ลักษณะของภาษาจาวาสคริปต์

ภาษาจาวาสคริปต์โดยพื้นฐานมีลักษณะการทำงานแบบอินเตอร์พรีตีต (Interpreted) แต่ก็มีลักษณะแบบคอมไพล์ด (Compiled) ด้วยเช่นกัน เช่น การอ่านคำสั่งประกาศตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำการประกาศไว้ไม่ว่าจะอยู่บรรทัดไหนแต่จะยังไม่กำหนดค่าให้ โดยจะกำหนดค่าให้เมื่อมีการทำงานถึงคำสั่งที่มีการกำหนดค่า และมีลักษณะโค้ดที่ค่อนข้างอิสระ เช่น สามารถเรียกใช้ตัวแปรได้เลยโดยไม่ต้องประกาศตัวแปรนั้น แต่ปัจจุบันก็มีมาตรฐานในการเขียนเพื่อกำหนดให้ผู้พัฒนาทุกคนเขียนโค้ดไปในทางเดียวกัน โดยมาตรฐานนี้ผู้พัฒนาจะเลือกใช้หรือไม่ก็ได้

2.1.2.2 ข้อดีของภาษาจาวาสคริปต์

- 1) มีการประมวลผลที่รวดเร็วมาก
- 2) สามารถพัฒนาแบบออปเจกต์โอเรียนเทดได้
- 3) สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลายระบบ
- 4) ง่ายต่อการเรียนรู้เนื่องจากมีผู้ใช้งานจำนวนมาก
- 5) สามารถพัฒนาได้หลากหลายแบบ

2.1.3 ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheets: CSS)

ภาษาซีเอสเอส เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ใช้สำหรับจัดรูปแบบการแสดงผลและการตกแต่งเอกสารเอชทีเอ็มแอลหรือหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง ฯลฯ ตามที่ต้องการ ซึ่งภาษาซีเอสเอสได้ถูกกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรดับเบิลยูทีซี การใช้ภาษาซีเอสเอสในการจัดรูปแบบการแสดงผล จะช่วยลดการใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลในการตกแต่งหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้โค้ด (Code) ของเว็บเพจเหลือแต่เพียงส่วนเนื้อหา ทำให้สามารถเข้าใจโค้ดได้ง่ายขึ้น การแก้ไขเอกสารทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น และเอกสารมีขนาดเล็กลง จึงทำให้เว็บเบราว์เซอร์สามารถดาวน์โหลดหน้าเว็บแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้นอีกด้วย [4]

2.1.3.1 ลักษณะของภาษาซีเอสเอส

ภาษาซีเอสเอสมีโครงสร้างของภาษาที่เฉพาะตัว ซึ่งเอาไว้ใช้งานกับภาษาเอชทีเอ็มแอลโดยเฉพาะ และมีลักษณะโค้ดที่เข้าใจได้ง่ายโดยการเขียนจะมีทั้งแบบเขียนไว้ในภาษาเอชทีเอ็มแอลและเขียนแยกเป็นไฟล์

2.1.4 ภาษาพีเอชพี (Professional Home Page: PHP)

ภาษาพีเอชพี คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่เป็นภาษาสคริปต์ แต่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นคือ ภาษาพีเอชพีได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบภาษาเอชทีเอ็มแอล โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ เพราะว่าภาษาพีเอชพีเป็นภาษาที่ทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side) คือในทุก ๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งให้บริการเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่เขียนด้วยภาษาพีเอชพีให้เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จก่อน แล้วจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปให้เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งต่อให้ผู้ใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบราว์เซอร์ในรูปแบบของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ภาษาพีเอชพีเป็นภาษาที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้สามารถสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น [5]

2.1.4.1 ลักษณะของภาษาพีเอชพี

ภาษาพีเอชพีมีลักษณะการทำงานแบบอินเทอร์พรีเตอร์ มีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนมาก และมีลักษณะโค้ดที่ค่อนข้างเหมือนกับภาษาโปรแกรมมิ่งทั่ว ๆ ไป เช่น มีการใช้อัฒภาคปิดท้ายแต่ละคำสั่ง เป็นต้น และส่วนที่แตกต่าง เช่น การประกาศและเรียกใช้ตัวแปร

2.1.4.2 ข้อดีของภาษาไพธอน

- 1) ใช้ร่วมกับภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML) และเอสคิวแอลได้ดี
- 2) สามารถพัฒนาแบบออบเจกต์โอเรียนเทดได้
- 3) สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลายระบบ

2.1.5 ภาษาไพธอน (Python)

ภาษาไพธอน คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ถูกสร้างขึ้นโดย Guido Van Rossum และในปัจจุบันถูกดูแลโดยไพธอนซอฟต์แวร์ฟาว์นเดชัน (Python Software Foundation: PSF) โค้ดของภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี (C) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มใด ๆ (Cross Platform) หรือก็คือภาษาไพธอนสามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (Unix) ลินุกซ์ (Linux) วินโดวส์เอ็นที วินโดวส์ 2000 วินโดวส์ เอ็กซ์พี หรือแม้แต่ระบบฟรีบีเอสดี (FreeBSD) และภาษาไพธอนถึงแม้จะถูกสร้างจากภาษาซี แต่สามารถสนับสนุนแนวคิดแบบออบเจกต์โอเรียนเทด หรือที่เรียกว่าโอโอพี (Object Oriented Programming: OOP) นอกจากนี้ภาษาไพธอนนั้นสามารถเปลี่ยนชนิดของข้อมูลได้ง่ายและสะดวก (Dynamic Typing) และมีเครื่องมือหรือไลบรารี (Library) ต่าง ๆ มากมายให้เลือกใช้ [6, 7]

2.1.5.1 ลักษณะของภาษาไพธอน

ภาษาไพธอนมีลักษณะการทำงานแบบอินเทอร์พรีเตอร์ สามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีความสามารถไม่สูงมากได้ ส่วนลักษณะโค้ดของภาษาไพธอนนั้นจะใช้การย่อหน้าของตัวอักษรในการแบ่งบล็อกของคำสั่งต่าง ๆ และไม่จำเป็นต้องมีการใช้อัฒภาคปิดท้ายแต่ละคำสั่งเหมือนภาษาโปรแกรมมิ่งทั่ว ๆ ไป

2.1.5.2 ข้อดีของภาษาไพธอน

- 1) ง่ายต่อการเรียนรู้เนื่องจากมีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อน
- 2) สามารถพัฒนาแบบออบเจกต์โอเรียนเทดได้
- 3) มีไลบรารีให้เลือกใช้มาก

2.1.6 ภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language: SQL)

ภาษาเอสคิวแอล คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับฐานข้อมูล (Database) ที่เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) และเป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (Open System) หมายถึงภาษาเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดต้องการนำคำไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอสคิวแอลไม่ติดยึดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง สามารถใช้คำสั่งภาษาเอสคิวแอลกับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และคำสั่งภาษาเอสคิวแอลเดียวกันเมื่อสั่งงานผ่านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) ที่แตกต่างกัน จะได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน โดยภาษาเอสคิวแอลสามารถแบ่งประเภทของคำสั่งได้ 3 แบบ ดังนี้ [8]

1) ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language: DDL) ประกอบด้วย คำสั่ง CREATE DROP และ ALTER เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล กำหนดโครงสร้างข้อมูล (Attribute) การเปลี่ยนแปลงตารางข้อมูล และการสร้างดัชนี

2) ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language: DML) ประกอบด้วยคำสั่ง SELECT INSERT UPDATE และ DELETE เป็นคำสั่งที่ใช้ในการดึงข้อมูล เพิ่มข้อมูล เปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง และลบข้อมูล

3) ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language: DCL) ประกอบด้วย คำสั่ง GRANT และ REVOKE เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาต หรือยกเลิกการเข้าถึงฐานข้อมูล เพื่อป้องกันความปลอดภัยของฐานข้อมูล

2.2 แนวคิดและระบบที่ใช้พัฒนา

2.2.1 เว็บคอมโพเนนต์ (Web Components)

เว็บคอมโพเนนต์ คือมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดยองค์กรดับเบิลยูทีซี โดยมีแกนหลักคือกูเกิล (Google) ซึ่งมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานเอชทีเอ็มแอล 5 โดยตรง แต่เป็นส่วนขยายที่เรียกใช้งานเทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันหลาย ๆ ตัว เช่น เอชทีเอ็มแอล 5 ซีเอสเอส และดอม (Document Object Model: DOM) ซึ่งดอมคือโครงสร้างแบบต้นไม้ของเอกสารเอชทีเอ็มแอล เว็บเบราว์เซอร์จะแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยดูจากโครงสร้างนี้ มาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์เกิดขึ้นมาเพื่อทำให้การพัฒนาชิ้นส่วนหรือคอมโพเนนต์ (Component) ต่าง ๆ บนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ปุ่มกด ตาราง และกล่องข้อความ เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน หรือก็คือเพื่อให้นักพัฒนาทุกคนพัฒนาคอมโพเนนต์ต่าง ๆ ไปทิศในทางเดียวกัน เพื่อที่จะได้แบ่งปัน (Share) และนำมาใช้ซ้ำ (Reuse) ได้ง่าย โดยมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์นั้นประกอบไปด้วย 4 ส่วนย่อย ๆ ดังนี้ [9]

1) แม่แบบเอชทีเอ็มแอล (HTML Templates) คือ การกำหนดมาร์กอัพ (Markup) หรือการแสดงผล ซึ่งเป็นการจัดชุดของเอลเมนต์ (Elements) ในเอกสารเอชทีเอ็มแอลหลาย ๆ ชิ้นเข้าด้วยกัน

2) ซาโดว์ดอม (Shadow DOM) คือดอมอีกประเภทหนึ่ง โดยซาโดว์ดอมจะถูกแสดงผลออกมาเหมือนดอมแบบปกติ แต่จะไม่ได้รับผลใด ๆ จากภาษาซีเอสเอสและภาษาจาวาสคริปต์ของหน้าเว็บแอปพลิเคชันนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) คัสตอมเอเลเมนต์ (Custom Elements) คือ การสร้างเอชทีเอ็มแอลเอเลเมนต์ ใหม่ขึ้นมาใช้เอง

4) เอชทีเอ็มแอลอิมพอร์ต (HTML Imports) คือ การนำเข้า (Import) คอมโพเนนต์หรือไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลต่าง ๆ มาใช้กับเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งไฟล์จะประกอบด้วยแม่แบบเอชทีเอ็มแอล ซาโดว์คอม และคัสตอมเอเลเมนต์

2.2.1.1 การรองรับการใช้งาน

เว็บคอมโพเนนต์สามารถใช้ได้เฉพาะเว็บเบราว์เซอร์ใหม่ ๆ อย่าง กูเกิลโครม มอซิลลาไฟร์ฟอก และโอเปรา เท่านั้น เพราะการใช้เว็บคอมโพเนนต์ได้อย่างสมบูรณ์แบบนั้น เว็บเบราว์เซอร์จำเป็นต้องรองรับมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์ครบทั้ง 4 ส่วน แต่ก็สามารถใช้โพลีฟิลล์ หรือเว็บคอมโพเนนต์เจเอส (Polyfills / webcomponents.js) เพื่อให้การใช้งานเว็บเบราว์เซอร์ที่ยังไม่สามารถรองรับมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์ สามารถรองรับการทำงานของเว็บคอมโพเนนต์ได้ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1 [10]

ตารางที่ 2.1 ตารางเว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์ด้วยโพลีฟิลล์

Polyfills	Internet Explorer (IE)	Chrome	Firefox	Safari	Opera
HTML Templates	✓ Version 11+	✓ Version 31+	✓ Version 38+	✓ Version 7.1+	✓ Version 30+
Shadow DOM	✓ Version 11+	✓ Version 42+	✓ Version 38+	✓ Version 7.1+	✓ Version 30+
Custom Elements	✓ Version 10+	✓ Version 31+	✓ Version 38+	✓ Version 7.1+	✓ Version 30+
HTML Imports	✓ Version 10+	✓ Version 42+	✓ Version 38+	✓ Version 7.1+	✓ Version 30+

2.2.2 ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

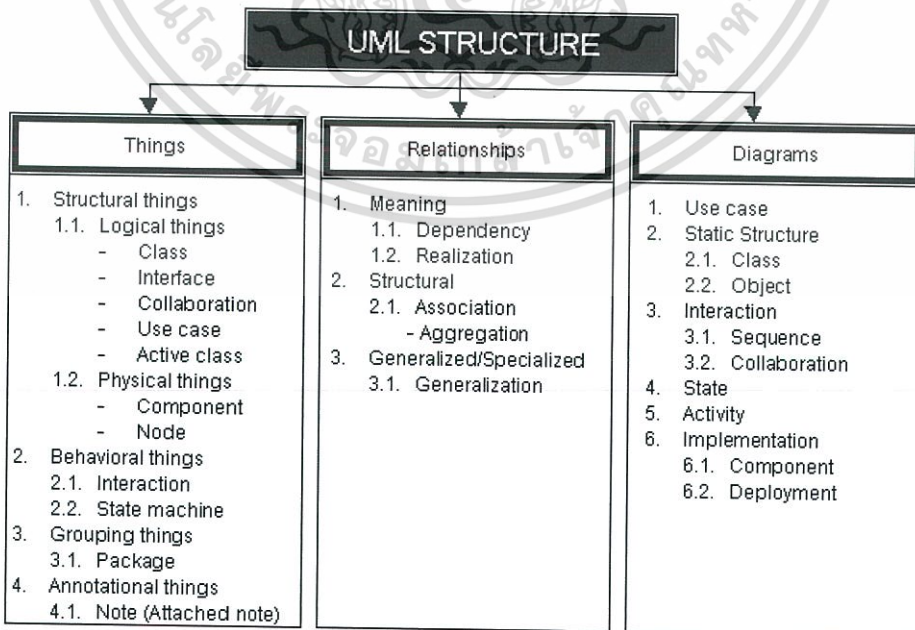
ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ เป็นระบบที่มีการใช้เครื่องวัดระดับน้ำมัน ในการวัดค่าต่าง ๆ ในถังน้ำมันที่อยู่ใต้ดิน เพื่อทำการตรวจสอบน้ำมันคงคลังรวม รวมถึงค่าอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิและน้ำ ซึ่งทำให้การวัดมีความเที่ยงตรงหรือแม่นยำมากขึ้น ลดการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรมนุษย์และช่วยป้องกันการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ภายในสถานบริการหรือสถานีน้ำมัน เช่น กรณีเกิดน้ำมันรั่วออกนอกถังน้ำมันที่อยู่ใต้ดินหรือท่อส่ง ช่วยให้การบริหารน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันสุขภาพของพนักงานจากการสูดดมไอระเหยขณะทำการวัดระดับน้ำมันใต้ดิน โดยการใช้ไม้วัดระดับน้ำมัน เป็นต้น [11; 12] ยখনด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ระบบโซล่าชาร์จเจอร์

ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ คือระบบที่มีการนำโซล่าเซลล์มาผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อนำไปชาร์จอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยระบบโซล่าชาร์จเจอร์ที่โครงงานเล่มนี้กล่าวถึง จะเป็นระบบที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง (Stand-alone / Off-grid) ซึ่งเป็นระบบปิดที่ไม่มีไฟฟ้าของการไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง การทำงานของระบบนี้จะมีการนำไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์ ส่งไปยังโซล่าชาร์จคอนโทรลเลอร์ (Solar Charge Controller) เพื่อจำกัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม เพื่อที่จะนำไปชาร์จแบตเตอรี่ แล้วนำไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปให้บริการประชากรในละแวกนั้น ในการชาร์จอุปกรณ์สมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยากต่อการหาไฟฟ้าในการชาร์จ [13]

2.2.4 ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML)

ยูเอ็มแอล คือภาษาสัญลักษณ์รูปภาพหรือโมเดลมาตรฐานที่ใช้อธิบายแบบจำลองของระบบงานต่าง ๆ โดยใช้หลักการออกแบบเชิงวัตถุหรือออบเจกต์โอเรียนเทด รูปแบบของยูเอ็มแอลจะประกอบด้วยสัญลักษณ์ (Notation) ซึ่งเป็นสิ่งที่จะนำไปใช้สร้างโมเดลต่าง ๆ ซึ่งยูเอ็มแอลจะมีข้อกำหนดต่าง ๆ ในการเขียน โดยข้อกำหนดต่าง ๆ จะมีความหมายต่อการเขียนโปรแกรม ทำให้ยูเอ็มแอลง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ได้ และประโยชน์ของการใช้ยูเอ็มแอลในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบงาน คือ เพื่อให้ได้มาซึ่งวงจรการพัฒนาที่สั้นที่สุด (Shortest Development Life Cycle) ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Increase productivity) เป็นการปรับปรุงคุณภาพซอฟต์แวร์ให้ดียิ่งขึ้น (Improve software quality) รวมถึงสนับสนุนระบบการสืบทอดมรดก (Support legacy system) และปรับปรุงการเชื่อมต่อของทีม (Improve team connectivity) โดยยูเอ็มแอลประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังภาพที่ 2.1 [14]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 2.1 โครงสร้างของยูเอ็มแอล [14] ชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





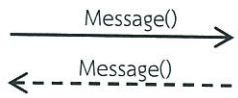

จากภาพที่ 2.1 ยูเอ็มแอลจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ วัตถุหรือสัญลักษณ์ของยูเอ็มแอล (Things) รูปแบบความสัมพันธ์ (Relationships) และรูปแบบของแผนภาพหรือโมเดล (Diagrams) โดยในรูปแบบโครงการนี้จะมีการใช้แผนภาพในการอธิบายระบบงานต่าง ๆ ประกอบด้วยแผนภาพดังนี้

1) แผนภาพยูสเคส (Use case Diagram) เป็นแผนภาพที่เกิดจากการเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ (Capture requirement)

2) แผนภาพซีควเन्ซ์ (Sequence Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงลำดับการทำงานของระบบ โดยจะมีอ็อบเจกต์และเวลา เป็นตัวกำหนดลำดับของงาน

แผนภาพทั้งสองจะประกอบด้วย สัญลักษณ์ และรูปแบบความสัมพันธ์ อธิบายในตารางที่ 2.2 และ 2.3 [15, 16]

ตารางที่ 2.2 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของแผนภาพซีควเन्ซ์

รูปสัญลักษณ์	ชื่อรูปสัญลักษณ์	ความหมาย
	Actor	ผู้ที่กระทำกับระบบ
	Object	สิ่งที่จะต้องทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อการกระทำต่าง ๆ ของ Actor
	Lifeline	เส้นแสดงชีวิตหรือเวลาการทำงานของ Object
	Focus of Control/Activation	เส้นแสดงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกิจกรรมระหว่างที่ Object มีชีวิตอยู่
	Message	คำสั่งหรือข้อความที่ Object หนึ่งส่งไปให้อีก Object
	Callback/Self Delegation	การประมวลผลและคืนค่าที่ได้ภายใน Object เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของแผนภาพยูสเคส













รูปสัญลักษณ์	ชื่อรูปสัญลักษณ์	ความหมาย
	Use Case	สิ่งที่ระบบต้องกระทำ
	Actor	ผู้ที่กระทำกับระบบ มีทั้งที่เป็นมนุษย์และไม่ใช่มนุษย์
	System Boundary	กรอบแบ่งของเขตระหว่างระบบกับผู้ที่ทำกับระบบ
	Connection	เส้นที่ลากเชื่อมต่อระหว่าง Actor กับ Use Case หรือ Use Case กับ Use Case กรณีที่มีปฏิสัมพันธ์กัน
	Extend Relationship	ความสัมพันธ์แบบขยายหรือเพิ่ม ซึ่งอาจจะไม่เกิดขึ้นทุกครั้ง โดยจะเกิดขึ้นเมื่อ Base Use Case ถูกลบกวนโดย Extending Use Cases
	Include Relationship	ความสัมพันธ์แบบเรียกใช้ ซึ่งจะเกิดขึ้นทุกครั้ง โดยจะเกิดขึ้นเมื่อ Base Use Case หนึ่งไปเรียกใช้กิจกรรมของอีก Included Use Case
	Generalization/Specialization Relationship	ความสัมพันธ์ที่ใช้แสดงการจำแนกแยกแยะประเภทของ Use Case เช่น ในกรณีที่ Parent Use Case สามารถสามารถทำกิจกรรมได้หลายแบบ จะแยกเป็น Child Use Case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ผังงาน (Flowchart)

ผังงาน คือแผนภาพที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบงาน เพื่ออธิบายขั้นตอนการทำงานหรืออัลกอริทึม (Algorithm) ทำให้เห็นลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน เข้าใจและแยกแยะปัญหาได้ง่ายขึ้น และการเขียนผังงานนั้นไม่ขึ้นอยู่กับภาษาใดภาษาหนึ่ง ผังงานประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.4 [17, 18]

ตารางที่ 2.4 ตารางอธิบายสัญลักษณ์ของผังงาน

รูปสัญลักษณ์	ชื่อรูปสัญลักษณ์	ความหมาย
	Terminator	จุดเริ่มต้องและจุดสิ้นสุด
	Process	การกำหนดค่า การประมวลผล หรือ การทำงาน
	Input/Output	รับข้อมูล ส่งออกหรือแสดงผลข้อมูล
	Manual Input	รับข้อมูลจากแป้นพิมพ์
	Decision	เปรียบเทียบเงื่อนไข
	Document	แสดงผลข้อมูลบนเครื่องพิมพ์
	On-page Connector	จุดเชื่อมผังงานในหน้าเดียวกัน
	Off-page Connector	จุดเชื่อมผังงานที่อยู่ต่างหน้ากัน
	Direction Flow	ทิศทางการทำงาน
	Display	แสดงผลข้อมูลบนจอภาพ
	Predefined Process	โปรแกรมย่อย
	Storage Data	แหล่งเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องมือที่ใช้พัฒนา

2.3.1 เอสคิวแอลไลต์ (SQLite)

เอสคิวแอลไลต์ เป็นไลบรารีฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็กมาก เก็บฐานข้อมูลเป็นไฟล์โดยไม่จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์ โดยเอสคิวแอลไลต์จะอ่านและบันทึกข้อมูลกับไฟล์ฐานข้อมูลโดยตรง และสามารถจัดการฐานข้อมูลเอสคิวแอลไลต์ได้โดยใช้คำสั่งของภาษาเอสคิวแอลเหมือนกับมายเอสคิวแอล (MySQL) และเนื่องจากมีขนาดเล็กมาก เอสคิวแอลไลต์จึงนิยมนำไปติดตั้งลงในอุปกรณ์พกพาหลายชนิด เช่น สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์ฝังตัว (Embedded Devices) รวมถึงเว็บแอปพลิเคชันที่มีผู้ใช้งานขนาดต่ำถึงขนาดกลาง เนื่องจากเอสคิวแอลไลต์ไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีขนาดมากได้ [19, 20]

2.3.1.1 ข้อดีของเอสคิวแอลไลต์

- 1) ง่ายต่อการติดตั้งและเหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลขณะทดสอบ
- 2) มีการทำงานที่รวดเร็วและใช้หน่วยความจำน้อย
- 3) เป็นฐานข้อมูลเอ็มเบดเด็ดจึงไม่มีปัญหาเรื่องการถูกล้วงข้อมูล
- 4) โค้ดของเอสคิวแอลไลต์มีความยาวไม่มากเหมาะสำหรับการ

อ่านเพื่อทำความเข้าใจการทำงานภายในของเอสคิวแอลไลต์

2.3.1.2 ข้อเสียของเอสคิวแอลไลต์

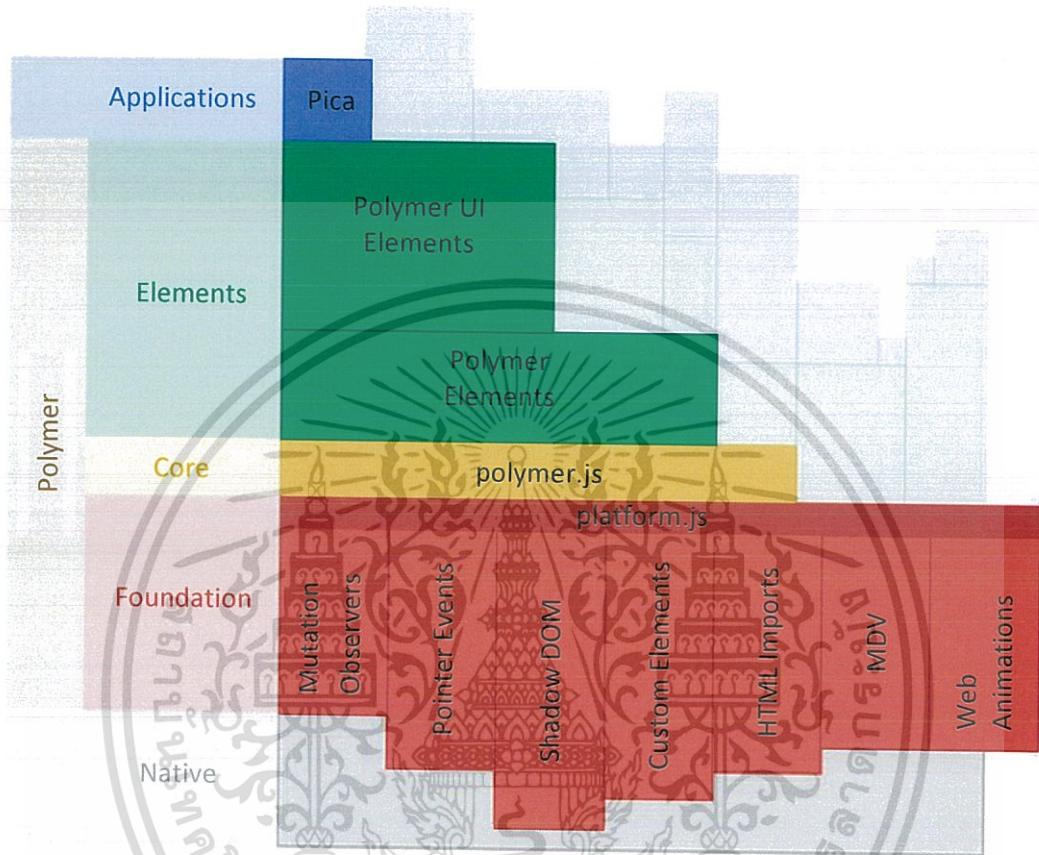
- 1) ประสิทธิภาพโดยรวมด้อยกว่าฐานข้อมูลแบบอื่น
- 2) ไม่เหมาะสำหรับการจัดการข้อมูลที่มีขนาดใหญ่
- 3) ไม่มีการจัดการผู้ใช้งานทำให้ไม่ปลอดภัยเมื่อผู้อื่นเข้าถึงได้

2.3.2 โพลีเมอร์ (Polymer)

โพลีเมอร์ เป็นไลบรารีที่ใช้พัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยกูเกิลและมีรากฐาน (Foundation) มาจากแนวคิดของเว็บคอมโพเนนต์ กล่าวคือ ในหน้าเว็บแอปพลิเคชันหนึ่ง ๆ จะมองสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันออกเป็นชิ้น ๆ หรือเรียกว่าคอมโพเนนต์ทั้งหมด ดังนั้นโพลีเมอร์จึงแตกต่างจากไลบรารีที่ใช้พัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชันตัวอื่น ๆ ในปัจจุบัน เช่น บูทสเตรป (Bootstrap) และเจควีรีโมบายล์ (jQuery Mobile) พอสมควรในแง่ของเทคนิค เนื่องจากไลบรารีส่วนมากในปัจจุบันจะทำการอ้างอิงสิ่งของต่าง ๆ อยู่บนแท็ก <div> เป็นหลัก แล้วค่อยแปลงกายแท็ก <div> ด้วยภาษาจาวาสคริปต์หรือภาษาซีเอสเอสในภายหลัง แต่ในกรณีของโพลีเมอร์จะมองว่าวัตถุทุกอย่างคือเอเลเมนต์ของเอชทีเอ็มแอลที่แตกต่างกันไป ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างเว็บเบราว์เซอร์กับเอเลเมนต์จึงแตกต่างออกไป โดยในปัจจุบันโพลีเมอร์สามารถทำงานได้สมบูรณ์บนเบราว์เซอร์มอซิลลาไฟร์ฟอก และกูเกิลโครมทั้งในคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน และทำงานได้เกือบสมบูรณ์บนซาฟารีในสมาร์ทโฟน และซาฟารี 6.0 ขึ้นไป ส่วนไมโครซอฟท์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเทอร์เน็ทเอกซ์พลอเรอร์นั้นต้องใช้เวอร์ชัน 10 ขึ้นไปและรองรับคุณลักษณะ (Feature) ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น [21]

2.3.2.1 องค์ประกอบของโพลิเมอร์



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของโพลิเมอร์ [21]

จากภาพที่ 2.2 โพลิเมอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1) รากฐาน ส่วนนี้มีหน้าที่ทำให้เว็บเบราว์เซอร์รู้จักและสามารถเรียกใช้งานเว็บคอมโพเนนต์ได้ หรือก็คือโพลิฟิลล์เพราะปัจจุบันยังมีแค่เว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ๆ เท่านั้นที่รู้จักเว็บคอมโพเนนต์ ส่วนนี้จึงถูกนำมาใช้กับเว็บเบราว์เซอร์อื่นหรือรุ่นเก่า ๆ โดยส่วนนี้จะถูกนำออกไปตามกาลเวลาเมื่อเว็บเบราว์เซอร์สามารถรองรับมาตรฐานเว็บคอมโพเนนต์ได้มากขึ้น

2) แกนกลาง (Core) คือส่วนเสริมที่ช่วยทำให้การใช้งานโพลิเมอร์สะดวกมากขึ้น เช่น การผูกข้อมูล (Data-binding) เป็นต้น

3) เอลิเมนต์ ส่วนนี้คือเว็บคอมโพเนนต์ หรือชิ้นส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชันสำเร็จรูป ที่โพลิเมอร์สร้างเตรียมไว้ให้นำไปใช้ต่อได้ทันที โดยส่วนใหญ่เอลิเมนต์พวกนี้จะใช้การออกแบบตามแนวทางเมทที่เรียลดีไซน์ (Material Design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 เอลิเมนต์เบื้องต้น

โพลิเมอร์ได้เตรียมคอมโพเนนต์พื้นฐาน หรือ เอลิเมนต์พื้นฐานไว้ให้เลือกใช้ได้ตามต้องการ และยังสามารถสร้างเอลิเมนต์ขึ้นมาใช้เองได้ โดยเอลิเมนต์พื้นฐานของโพลิเมอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) คอร์เอลิเมนต์ (Core Elements) คือสิ่งที่เป็นพื้นฐานของโพลิเมอร์สามารถนำไปใช้กับงานได้หลายอย่าง เช่น ไอคอน (Icon) และทูลบาร์ (Toolbar) รวมถึงเอลิเมนต์ที่ไม่ได้เป็นชิ้นส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยตรง เช่น เอแจ็กซ์ (AJAX) และแหล่งเก็บข้อมูล (Storage) เป็นต้น

2) เปเปอร์เอลิเมนต์ (Paper Elements) คือเอลิเมนต์ที่มีการใช้งานบ่อยในการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ปุ่ม ช่องทำเครื่องหมาย ช่องกรอกข้อมูล และเมนู เป็นต้น

2.3.3 เจควีรี่ (jQuery)

เจควีรี่ คือไลบรารีภาษาจาวาสคริปต์ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียนภาษาจาวาสคริปต์นั้นมีความสะดวก รวดเร็ว และง่ายขึ้น เพราะว่าการนำเอาภาษาจาวาสคริปต์ไปใช้กับงานจำพวกเว็บแอปพลิเคชันนั้นเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก เช่น เรื่องความไม่เข้ากันของเว็บเบราว์เซอร์แต่ละค่ายในการแสดงหน้าเว็บแอปพลิเคชันจากคอมเป็นต้น ดังนั้นเจควีรี่จึงได้รวมเอาอ็อบเจกต์ (Object) และคำสั่งต่าง ๆ ที่จำเป็นมารวบรวมไว้ให้อยู่ในรูปแบบของไลบรารี ทำให้ไม่ว่าเดิมทีโค้ดที่เขียนจะใช้ภาษาจาวาสคริปต์หลายบรรทัดขนาดไหนก็ตาม ก็สามารถทำให้สั้นลงได้ ทำให้มีการใช้งานที่ง่าย และเจควีรี่นั้นยังมีโปรแกรมเสริมหรือปลั๊กอิน (Plugin) มากมายให้ใช้ เช่น การเช็คฟอร์ม (Form) เช็คอีเมล (Email) ว่ารูปแบบถูกต้องหรือไม่ หรือปลั๊กอินปฏิทินสำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถคลิกเลือกวันที่ได้โดยไม่ต้องทำการกรอกข้อมูลวันที่เอง หรือไม่ว่าจะเป็นการดึงเอาข้อมูลเอกซ์เอ็มแอลและข้อมูลเจสัน (JSON) จากส่วนอื่น ๆ เป็นต้น และนอกจากนี้เจควีรี่ยังมีความสามารถในการทำงานแบบเอแจ็กซ์อีกด้วย [22]

2.3.3.1 คุณลักษณะของเจควีรี่

1) การจัดการเกี่ยวกับกับเอชทีเอ็มแอลและดอม (HTML/DOM manipulation) เช่น การเชื่อมโยงค่าระหว่างแท็กเอชทีเอ็มแอล

2) การจัดการเกี่ยวกับซีเอสเอส (CSS manipulation)

3) มีคำสั่งที่ใช้จัดการกิจกรรมต่าง ๆ ของเอชทีเอ็มแอล (HTML event methods) ช่วยทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันง่ายขึ้น

4) การทำเอฟเฟกต์และแอนิเมชันต่าง ๆ (Effects & Animations)

5) มีเอแจ็กซ์เทคโนโลยีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลให้ใช้งาน

6) มีคำสั่งในการจัดการทั่วไป (Utilities) มากมายให้เลือกใช้

งาน เช่น การตรวจสอบชนิดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ไฮชาร์ต (Highcharts.js)

ไฮชาร์ต คือไลบรารีภาษาจาวาสคริปต์สำหรับไว้สร้างกราฟบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถใช้ไฮชาร์ตสร้างกราฟได้หลายรูปแบบ เช่น กราฟเส้น กราฟเส้นโค้ง กราฟพื้นที่ กราฟแท่ง กราฟวงกลม และกราฟการกระจาย เป็นต้น สามารถแต่งเติมกราฟของไฮชาร์ตได้หลายแบบ และสามารถแสดงผลได้ในทุกเว็บเบราว์เซอร์ รวมทั้งสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต โดยสามารถดาวน์โหลดไฮชาร์ตมาใช้งานได้ฟรีในการพัฒนาสำหรับใช้ส่วนตัว นอกจากนี้ไฮชาร์ตยังมีความสามารถอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การนำกราฟออกมาเป็นไฟล์ภาพ การใช้ข้อมูลจากเอกซ์เอ็มแอลและเจสันมาสร้างกราฟ หรือจะลากเส้นกราฟเองทั้งหมดก็ทำได้ [23]

2.3.4.1 ข้อดีของไฮชาร์ต

- 1) สามารถนำกราฟมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีความสามารถในการออกแบบ เนื่องจากกราฟพื้นฐานมีความสวยงามอยู่แล้ว
- 2) การปรับแต่งทุกอย่างสามารถทำได้โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญภาษาจาวาสคริปต์และซีเอสเอสของผู้พัฒนา
- 3) ไฮชาร์ตสามารถรองรับการทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน รวมถึงรองรับการทำงานบนเบราว์เซอร์รุ่นเก่า
- 4) สามารถนำไปพัฒนาเป็นเอเลเมนต์เพื่อเก็บไว้ใช้งานได้

2.3.5 วาดิน (Vaadin)

วาดิน เป็นเว็บแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Framework) ที่มีพื้นฐานมาจากกูเกิลเว็บทูลคิท (Google Web Toolkits: GWT) ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา (Java) ภายใต้แนวคิดที่ว่าทุกอย่างจะถูกเขียนอยู่ที่หลังบ้านหรือฝั่งเซิร์ฟเวอร์นั่นเอง ส่วนทางด้านหน้าของแอปพลิเคชันจะถูกสร้างด้วยไลบรารีฝั่งไคลเอนต์ของวาดิน โดยแสดงผลด้วยการใช้ภาษาจาวาสคริปต์และใช้เทคโนโลยีเอแจ็กซ์เป็นหลัก [24] ถึงแม้ว่าวาดินจะเป็นเฟรมเวิร์คแต่มีเอเลเมนต์ต่าง ๆ มากมายที่สามารถนำไปใช้กับเฟรมเวิร์คหรือไลบรารีตัวอื่น ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ เช่น โพลีเมอร์และแองกูล่า 2 (Angular2) ซึ่งเอเลเมนต์ต่าง ๆ ถูกสร้างขึ้นตามแนวคิดเมทที่เรียลไทม์ เช่น วาดินกริด (Vaadin Grid) ซึ่งเป็นตารางแสดงผลและวาดินไอคอน (Vaadin Icons) เป็นต้น โดยจะมีทั้งเอเลเมนต์ที่ใช้ได้ฟรีและที่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ [25]

2.3.5.1 ข้อดีของวาดิน

- 1) มีตัวอย่างและเนื้อหาการใช้งานที่ดี
- 2) วาดินสามารถรองรับการทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน เป็นต้น
- 3) วาดินสามารถรองรับการทำงานร่วมกับไลบรารีโพลีเมอร์และเฟรมเวิร์คแองกูล่า 2 เนื่องจากเอเลเมนต์ต่าง ๆ ถูกพัฒนาตามแนวคิดเว็บคอมโพเนนท์ทำให้สามารถนำคอมโพเนนท์ต่าง ๆ ของวาดินไปใช้ได้

4) แต่ละเอเลเมนต์มีฟังก์ชันพื้นฐานติดมาให้ใช้งาน เช่น การเลือก แสดงผลข้อมูลและการจัดรูปแบบตารางของวาตินกริด เป็นต้น

2.3.6 ลีฟเล็ต (Leaflet.js)

ลีฟเล็ต เป็นไลบรารีภาษาจาวาสคริปต์และเป็นโรบรารีที่สามารถใช้งานได้ฟรีและสามารถนำโรบรารีไปพัฒนาต่อเองได้ หรือเรียกได้อีกอย่างว่าเป็นโอเพนซอร์ซ (Open Source) ลีฟเล็ตใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการพัฒนาหรือสร้างแผนที่ โดยมีน้ำหนักเบาเพียง 33 กิโลไบต์ สามารถแต่งเติมแผนที่ได้หลากหลาย ใช้งานง่าย แสดงผลได้หลากหลายตามขนาดหน้าจอ และสามารถนำไปใช้กับปลั๊กอินต่าง ๆ ได้ [26]

2.3.6.1 ข้อดีของลีฟเล็ต

- 1) มีตัวอย่างและเนื้อหาการใช้งานที่ครอบคลุมเกือบทุกอย่าง
- 2) ลีฟเล็ตสามารถที่จะรองรับการทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน เป็นต้น
- 3) ลีฟเล็ตสามารถจัดการกับจุดชี้ตำแหน่งบนแผนที่ได้หลากหลาย เช่น แบ่งจุดชี้ตำแหน่งเป็นกลุ่ม ๆ จัดการการแสดงผลของจุดชี้ตำแหน่งเป็นกลุ่มได้
- 4) มีแผนที่ที่สวยงามและหลากหลายแบบให้เลือกใช้
- 5) มีการทำงานที่รวดเร็วและมีน้ำหนักที่เบา

2.3.7 เอ็กซ์แอมป์ (XAMPP)

เอ็กซ์แอมป์ เป็นโปรแกรมที่เอาไว้จำลองเว็บเซิร์ฟเวอร์หรือเรียกว่าอะแพชีเซิร์ฟเวอร์ (Apache Web Server) เพื่อใช้ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันในเครื่องของผู้พัฒนา โดยที่ไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใด ๆ ใช้งานง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน เอ็กซ์แอมป์จะมาพร้อมกับภาษาพีเอชพี ซึ่งเป็นภาษาที่เป็นที่นิยมสำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน มายเอสคิวแอลหรือฐานข้อมูลอะแพชีทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และรองรับภาษาเพิร์ล (Perl) อีกทั้งยังรองรับการใช้งานเทคโนโลยีโอเพ่นเอสเอสแอล (OpenSSL) มีพีเอชพีมายแอดมิน (phpMyadmin) หรือระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดยพีเอชพีเพื่อใช้เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล และยังสนับสนุนการทำงานกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลและเอสคิวแอลไลท์ [27]

2.3.7.1 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ

เอ็กซ์แอมป์สามารถใช้งานได้บน 4 ระบบปฏิบัติการ ได้แก่

- 1) วินโดวส์ สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการรุ่น 2000 รุ่น 2003 รุ่นเอ็กซ์พี รุ่นวิสตา (vista) และรุ่นวินโดวส์ 7
- 2) ลินุกซ์ สำหรับระบบปฏิบัติการแบบ เอสยูเอสอี (SUSE) เรดแฮท (RedHat) แมนด레이크 (Mandrake) เดเบียน (Debian) และอูบุนตุ
- 3) แมคโอเอสเอ็กซ์ (Mac OS X)
- 4) โซลาริส (Solaris) สำหรับระบบปฏิบัติการรุ่น 8 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้เห็นฉบับนี้ขอสงวนสิทธิ์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.2 ข้อจำกัดด้านเทคนิคของโปรแกรม

- 1) คอมพิวเตอร์ควรมีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 128 เมกะไบต์
- 2) ฮาร์ดดิส (Harddisk) ต้องมีพื้นที่มากกว่า 320 เมกะไบต์
- 3) หน่วยประมวลผลกลางควรมีความเร็วประมวลผลที่เพียงพอ

2.3.8 โหนดเจเอส (Node.js)

โหนดเจเอส คือแพลตฟอร์มที่จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์สามารถประมวลผล (Compile) ภาษาจาวาสคริปต์ได้ (Platform JavaScript Runtime Environment) เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ ซึ่งถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวาสคริปต์มีแพ็คเกจที่ถูกติดตั้งมาให้ตั้งแต่แรก (Built-in Package) ให้ใช้และยังสามารถติดตั้งแพ็คเกจเสริมต่าง ๆ ได้เอง ผ่านทางเอ็นพีเอ็ม (Node Package Manager: npm) เป็นตัวช่วยที่คอยทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแพ็คเกจของโหนดเจเอสให้ เช่น การติดตั้งแพ็คเกจ ซึ่งส่วนมากแพ็คเกจต่าง ๆ นั้นมีคนเขียนไว้อยู่แล้วมากมาย ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปเขียนซ้ำอีกรอบ แค่ นำแพ็คเกจเหล่านั้นมาใช้งานผ่านทางเอ็นพีเอ็มได้เลย โหนดเจเอสมีลักษณะการทำงานแบบกระจายงานหรือทำงานได้หลายงานพร้อมกันอย่างอิสระ (Asynchronous Event Driven) และใช้ส่วนประมวลผลจาวาสคริปต์เอ็นจินวี 8 (JavaScript engine V8) ของกูเกิล [28, 29, 30]

2.3.8.1 ข้อดีของโหนดเจเอส

- 1) มีการประมวลผลการทำงานของโค้ดที่รวดเร็วมาก
- 2) เป็นที่นิยมอย่างมากทำให้การหาข้อมูลและการดัดแปลงง่าย
- 3) สามารถทำงานบนแพลตฟอร์มได้ทุกแพลตฟอร์ม
- 4) มีการพัฒนาที่รวดเร็วทำให้สามารถทำอะไรใหม่ ๆ ได้รวดเร็ว

2.3.9 กัลฟ์เจเอส (Gulp.js)

กัลฟ์เจเอส คือแพ็คเกจของโหนดเจเอสซึ่งเป็นเครื่องมือที่เป็นเหมือนกับคนใช้ของผู้พัฒนา ที่จะช่วยทำงาน (Task) ต่าง ๆ แทนผู้พัฒนา แต่เดิมที่ผู้พัฒนาอาจต้องทำงานเหล่านั้นเอง แต่ถ้าใช้กัลฟ์เจเอสผู้พัฒนาสามารถทำการบอกกัลฟ์เจเอสว่างานทั้งหมดที่จะต้องทำนั้นมีอะไรบ้าง โดยทำการเขียนโค้ดสั่งให้กัลฟ์เจเอสทำงานต่าง ๆ ที่ต้องการเท่านั้นเอง เช่น การย่อขนาดของไฟล์ต่าง ๆ (Minify) การรวมไฟล์ชนิดเดียวกันหลาย ๆ ไฟล์ให้กลายเป็นไฟล์เดียว และการรีเฟรช (Refresh) เว็บไซต์ให้โดยอัตโนมัติเมื่อไฟล์ถูกแก้ไขในขณะที่ใช้การจำลองเซิร์ฟเวอร์ด้วยกัลฟ์เจเอสอยู่ เป็นต้น โดยงานต่าง ๆ ที่จะให้กัลฟ์เจเอสช่วยทำนั้น ผู้พัฒนาจะต้องเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาจาวาสคริปต์และส่วนมากงานต่าง ๆ จะมีปลั๊กอินให้ใช้อยู่แล้ว สามารถโหลดปลั๊กอินของกัลฟ์เจเอสมาใช้เลย [31]

2.3.9.1 ข้อดีของกัลฟ์เจเอส

- 1) ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถเอาเวลาไปสนใจที่การเขียนโค้ดและทำ

ให้การทำงานของพัฒนายรวดเร็วมากขึ้น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มีปลั๊กอินให้เลือกใช้มากมายแม้กระทั่งปลั๊กอินเกี่ยวกับการ
เทสหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การเซิร์ฟ (Serve) เว็บแอปพลิเคชัน

3) เป็นที่นิยมทำให้การหาข้อมูลและการดัดแปลงต่าง ๆ ไม่ยากนัก

2.3.10 โบเวอร์ (Bower)

โบเวอร์ คือเครื่องมือในการจัดการแพ็คเกจหรือไลบรารีทางฝั่งหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Client-Side Package Manager) ถูกพัฒนาโดยทวิตเตอร์ (Twitter) โดยก่อนที่จะใช้โบเวอร์จะต้องมีการติดตั้งโหนดเจเอสกับกิตด้วย หน้าที่ของโบเวอร์คือใช้สำหรับติดตั้ง ค้นหาและอัปเดตแพ็คเกจย่อยต่าง ๆ (3rd-Party Package) ได้สะดวกมากขึ้น สามารถใช้งานผ่านเทอร์มินอล (Terminal) ได้เลย และยังสามารถดูรายชื่อแพ็คเกจ (Package) ที่ติดตั้งไว้แล้ว โดยมีการบอกด้วยว่าแพ็คเกจไหนมีเวอร์ชันใหม่ออกมาหรือยัง รวมถึงมีการบอกลำดับของแพ็คเกจที่มีแพ็คเกจอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้งานด้วย หรือเรียกว่าดีเพนเดนซี (Dependency) ส่วนในการติดตั้งแพ็คเกจนั้น โดยปกติแล้วโบเวอร์จะทำการติดตั้งแพ็คเกจเวอร์ชันล่าสุดให้เสมอ แต่ผู้พัฒนาก็สามารถระบุเวอร์ชันของแพ็คเกจที่จะติดตั้งได้เอง และในกรณีที่แพ็คเกจนั้นมีดีเพนเดนซีอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้งานด้วย เช่น บุกสแตร์ปที่มี เจคิวรีเป็นดีเพนเดนซี เมื่อทำการติดตั้งบุกสแตร์ปก็จะมีเจคิวรีเข้ามาให้ด้วยโดยอัตโนมัติ [32, 33]

2.3.10.1 ข้อดีของโบเวอร์

- 1) ผู้พัฒนาไม่ต้องดาวน์โหลดแพ็คเกจต่าง ๆ จากเว็บไซต์ หรือจากกิตฮับ (Github) เพื่อทำการติดตั้งแพ็คเกจเหล่านั้น และหลังจากได้ไฟล์มาแล้วก็ไม่ต้องมาหาไฟล์ของแพ็คเกจที่จะนำไปใช้งาน แล้วย้ายไฟล์ไปยังโฟลเดอร์ (Folder) ที่เก็บโปรเจกต์ไว้
- 2) ผู้พัฒนาไม่ต้องทำการอัปเดตแพ็คเกจเองที่ละอัน ในกรณีที่แพ็คเกจใดก็ตามมีการอัปเดตหรือมีเวอร์ชันใหม่ออกมา
- 3) ผู้พัฒนาไม่ต้องค้นหาและติดตั้งดีเพนเดนซีหรือแพ็คเกจอื่น ๆ ที่ผู้พัฒนาจำเป็นต้องมีด้วยตัวเอง เพื่อให้แพ็คเกจหลักสามารถทำงานได้
- 4) ในโปรเจกต์ที่มีการใช้กิตนั้น โฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลแพ็คเกจของโบเวอร์ควรจะถูกเพิ่มอยู่ในไฟล์ที่ไม่ต้องการให้กิตไปติดตามหรือเรียกว่าไฟล์กิตอิกนอร์ (.gitignore file) อยู่แล้ว ดังนั้นผู้พัฒนาสามารถติดตั้งแพ็คเกจทั้งหมดได้ โดยผ่านคำสั่งของโบเวอร์เพียงคำสั่งเดียว
- 5) สามารถทำงานร่วมกับเครื่องมืออื่นได้ เช่น กรันท์ (Grunt) หรือ กิลท์เจเอสเพื่อทำงานต่าง ๆ ให้โดยอัตโนมัติ เช่น การรวมไฟล์ให้เป็นไฟล์เดียวและการย่อขนาดไฟล์เพื่อลดจำนวนและขนาดของไฟล์ เมื่อจะใช้งานไฟล์เหล่านั้นในการทำงานจริง

2.3.11 ไฟล์ซิลล่า (FileZilla)

ไฟล์ซิลล่า เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ฟรี ใช้ในการถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลขึ้นไปยังเครื่องปลายทาง รวมถึงการดึงไฟล์จากเครื่องปลายทางลงมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยใช้โพรโทคอลเอฟทีพี (File Transfer Protocol: FTP) ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในทางวิชาการเท่านั้น เมื่อถูกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อถ่ายโอนไฟล์กับเซิร์ฟเวอร์ ที่ได้ทำการติดตั้งอยู่บนเครื่องปลายทาง โปรแกรมไฟล์ซึลล่าสามารถรองรับการถ่ายโอนไฟล์อย่างปลอดภัย (Secure File Transfer Protocol: SFTP) ผ่าน โพรโทคอลเอสเอสเอส (Secure Shell: SSH) และทำงานได้ดีผ่านไฟร์วอลล์ (Firewall) และพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server) โปรแกรมไฟล์ซึลล่ามีวิธีการใช้งานที่สะดวกและง่าย โดยหน้าจอของโปรแกรมจะมีการแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนที่แสดงไฟล์ต่าง ๆ ในฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับในฝั่งเครื่องปลายทาง ในการใช้งานนั้น ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องปลายทางได้โดยทำการป้อนข้อมูลของเครื่องปลายทาง ซึ่งประกอบด้วยที่อยู่ของเครื่องปลายทาง ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน [34, 35]

2.3.11.1 ข้อดีของไฟล์ซึลล่า

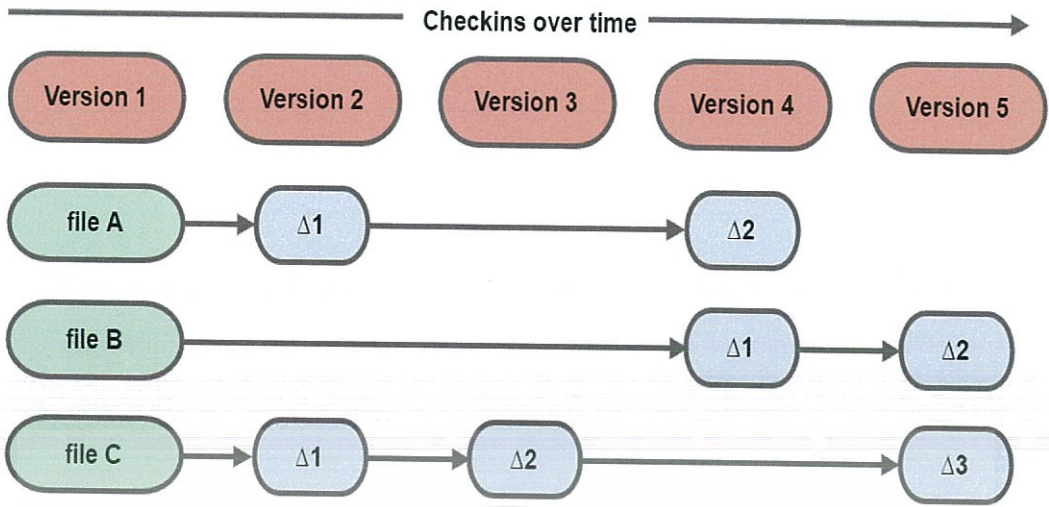
- 1) โปรแกรมไฟล์ซึลล่าสามารถรองรับการกลับมาถ่ายโอนไฟล์ต่ออีกครั้ง ในกรณีที่การถ่ายโอนไฟล์เกิดล้มเหลว
- 2) โปรแกรมไฟล์ซึลล่ามีการเก็บรายละเอียดของเครื่องปลายทางที่ใช้เป็นประจำ เพื่อให้การเชื่อมต่อครั้งต่อไปทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น
- 3) หลังจากทำการเชื่อมต่อสำเร็จสามารถลากและวาง (drag and drop) ไฟล์ต่าง ๆ ไปมาระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เลย โดยไฟล์ระหว่างสองฝั่งจะถูกทำการถ่ายโอนในทันที แต่ในการเข้าถึงไฟล์ต่าง ๆ บนเครื่องปลายทางยังคงถูกจำกัดสิทธิ์ตามผู้ใช้

2.3.12 กิต (Git)

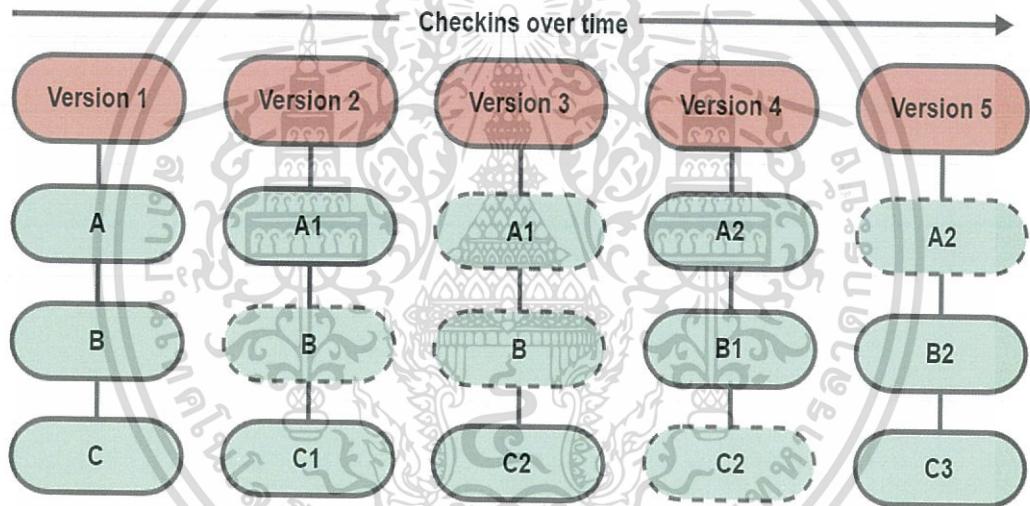
กิต คือเครื่องมือหรือระบบที่ใช้ในการจัดการโปรเจกต์หรือวีซีเอส (Version Control System: VCS) ตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นเหมือนกับระบบไฟล์ที่มีหน้าที่ในการจัดเก็บการเปลี่ยนแปลงของไฟล์ต่าง ๆ ในโปรเจกต์ของผู้ใช้ มีการสำรอง (Backup) โค้ดให้ โดยสามารถที่จะเรียกดูหรือย้อนกลับไปใช้ไฟล์เวอร์ชันต่าง ๆ ที่ใดและเวลาใดก็ได้ หรือแม้แต่จะดูว่าไฟล์นั้น ๆ ณ ไฟล์เวอร์ชันไหนก็ตาม ใครเป็นคนเพิ่มหรือแก้ไข ถูกเขียนโดยใครบ้างก็สามารถทำได้ ความแตกต่างระหว่างกิตและระบบที่ใช้ในการจัดการโปรเจกต์อื่น ๆ เช่น ซับเวอร์ชัน (Subversion) คือ วิธีที่กิตมองข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งโดยทั่วไประบบอื่น ๆ มักจะเก็บข้อมูลในรูปแบบของการแก้ไขที่เกิดขึ้นกับไฟล์แต่ละไฟล์ หรือก็คือการมองข้อมูลในรูปแบบของไฟล์และการแก้ไขต่าง ๆ ที่ได้เกิดขึ้นกับไฟล์แต่ละไฟล์ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 [36, 37]

ในภาพที่ 2.3 กิตไม่ได้มองและจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในลักษณะนี้ แต่จะมองว่าข้อมูลของโปรเจกต์เป็นเหมือนภาพถ่าย (Snapshot) ของระบบไฟล์ขนาดเล็ก ๆ โดยในทุกครั้งที่มีการบันทึกหรือยืนยันสถานะ (Commit) ของโปรเจกต์ เมื่อมีการแก้ไข เพิ่ม หรือลบไฟล์ลงไปในกิตแล้ว กิตจะทำการถ่ายภาพของไฟล์ทั้งหมดในตอนนั้น แล้วทำการบันทึกการอ้างอิงไปยังภาพถ่ายนั้น และเพื่อให้การจัดเก็บข้อมูลมีประสิทธิภาพ ไฟล์ใดที่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงกิตก็จะไม่ทำการบันทึกไฟล์นั้นอีกรอบ แต่จะทำการเชื่อมโยงไปยังไฟล์เดิมเวอร์ชันล่าสุดที่ได้ถูกบันทึกเอาไว้ก่อนหน้านี้นี้แล้ว ดังแสดงในภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 วิธีการที่วีซีเอสอื่น ๆ มองข้อมูล [36]



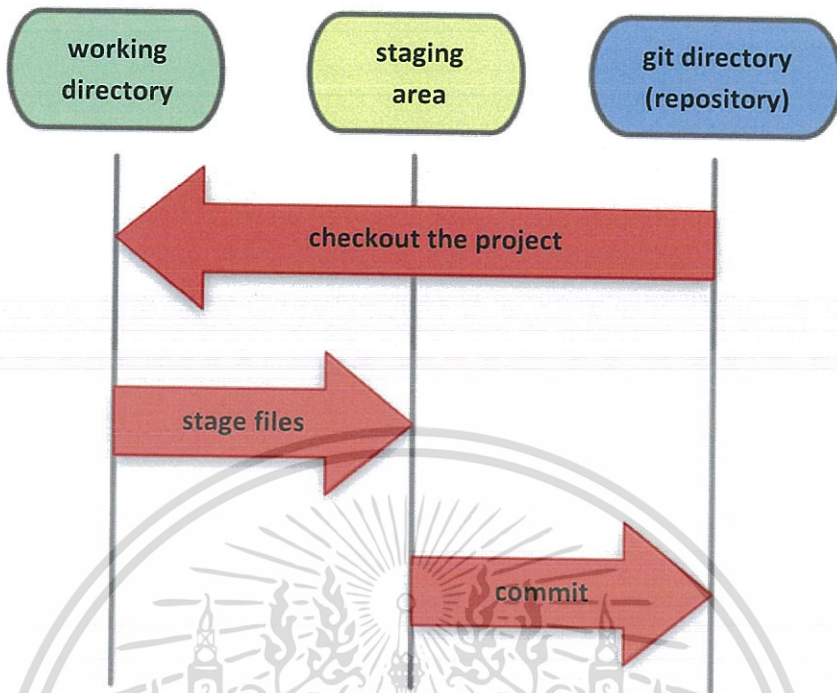
ภาพที่ 2.4 วิธีการที่กิตมองข้อมูล [36]

2.3.12.1 สถานะการทำงานของกิต

กิตจะแบ่งสถานะการทำงานกับไฟล์ผู้ใช้ของออกเป็น 3 ส่วน ดังนั้นไฟล์ของผู้ใช้ที่อยู่ในกิตจะมีอยู่ 3 สถานะด้วยกันคือ ยืนยันสถานะแล้ว (Committed) ถูกแก้ไขแล้ว (Modified) และอยู่ในขั้นตอนแล้ว (Staged) โดยสถานะยืนยันสถานะแล้วหมายถึงข้อมูลในไฟล์ของผู้ใช้ได้ถูกทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลที่อยู่ในเครื่องของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว สถานะแก้ไขแล้วหมายถึงไฟล์ของผู้ใช้ถูกทำการแก้ไขแล้วแต่ยังไม่ได้ถูกทำการยืนยันสถานะลงในฐานข้อมูลที่อยู่ในเครื่องของผู้ใช้ และสถานะอยู่ในขั้นตอนแล้วหมายถึงผู้ใช้ได้ทำเครื่องหมายไว้ที่ไฟล์ของผู้ใช้ที่ทำการแก้ไขในเวอร์ชันล่าสุดแล้วเพื่อรอทำการยืนยันสถานะต่อไป ดังนั้นโปรเจกต์ที่ใช้กิตจะประกอบด้วย 3 ส่วนดังแสดงในภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Local Operations



ภาพที่ 2.5 สถานะการทำงานของกิต [36]

จากภาพที่ 2.5 อธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

1) กิตไดเรกทอรี (Git Directory) เป็นส่วนที่กิตใช้ในการเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการกำกับและอธิบายข้อมูลอื่นหรือเรียกว่าข้อมูลอภิพันธุ์ (Metadata) และใช้ในการเก็บอ็อบเจกต์ของฐานข้อมูลของโปรเจกต์ ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของกิต และเป็นส่วนที่จะถูกทำการคัดลอกออกมาเมื่อผู้ใช้มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นทำการโคลน (Clone) โปรเจกต์ออกมาจากกิต โดยเมื่อไฟล์ต่าง ๆ ของโปรเจกต์อยู่ในไดเรกทอรีของกิตจะถือว่ามีสถานะเป็นยืนยันสถานะแล้ว

2) สเตจจิงแอร์เรีย (Staging Area) เป็นส่วนที่มีไฟล์ธรรมดาไฟล์หนึ่งซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในไดเรกทอรีของกิตเป็นไฟล์ที่เก็บข้อมูลส่วนที่จะทำการยืนยันสถานะในครั้งต่อไป โดยถ้าข้อมูลของไฟล์ไหนถูกทำการแก้ไขแล้วถูกเพิ่มลงในสเตจจิงแอร์เรียจะถือว่ามีสถานะเป็นอยู่ในขั้นตอนแล้ว

3) เวิร์กดิเรกทอรี (Working Directory) เป็นส่วนที่ผู้ใช้ใช้ทำงานกับเวอร์ชันหนึ่งของไฟล์ในโปรเจกต์ซึ่งถูกบีบอัดไว้ในไดเรกทอรีของกิตแล้วถูกทำการโคลนออกมาจากฐานข้อมูลของกิต และเก็บไว้ในเครื่องของผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้นำไปใช้หรือเอามาแก้ไขต่อไป โดยถ้าไฟล์ไหนถูกทำการแก้ไขแล้วหลังถูกทำการโคลนออกมา แต่ไม่ได้ถูกเพิ่มลงในสเตจจิงแอร์เรียจะถือว่า มีสถานะเป็นถูกแก้ไขแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.12.2 หลักการทำงานเบื้องต้น

ในการทำงานของกิตโดยส่วนใหญ่จะใช้ไฟล์และทรัพยากรในเครื่องของผู้ใช้เท่านั้น โดยในเครื่องของผู้ใช้จะมีประวัติการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของโปรเจกต์เก็บไว้อยู่แล้ว จึงทำให้กิตทำงานได้อย่างรวดเร็ว และทำให้ผู้ใช้สามารถใช้กิตได้ในขณะที่ออฟไลน์อยู่ได้ โดยสามารถที่จะ ยืนยันสถานะของโปรเจกต์ไว้ก่อน จนกว่าจะมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอีกครั้งแล้วจึงทำการอัปเดตขึ้นไปยังกิต และนอกจากนี้กิตยังมีความเที่ยงตรง โดยทุกอย่างที่ได้ทำการบันทึกเอาไว้แล้วจะถูกทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยวิธีผลรวมตรวจสอบ (Checksum) เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นตัวอ้างอิง ทำให้ไม่มีทางที่ผู้ใช้จะทำการแก้ไขข้อมูลของไฟล์ใด ๆ แล้วกิตจะไม่รู้ และทำให้ไม่มีทางที่ กิตจะทำข้อมูลสูญหายระหว่างการโยกย้ายไฟล์หรือรับไฟล์ที่เสียหายไปเก็บไว้ ซึ่งกิตจะสามารถตรวจพบได้ และเทคนิคที่ใช้ในการทำผลรวมตรวจสอบข้อมูลของไฟล์ คือการแฮช (Hash) แบบชววิน (SHA-1) โดยกิตจะนำค่าแฮชไปใช้ในการอ้างอิงถึงไฟล์แต่ละไฟล์ เนื่องจากกิตไม่ได้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกอย่างตามชื่อไฟล์ แต่จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกอย่างไว้ในฐานข้อมูลของกิตเอง และผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมที่เป็นส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้หรือเรียกว่าจียูไอ (Graphical User Interface: GUI) ของกิตในการใช้งานกิตได้ เช่น ทอร์ทอยส์กิตสำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยทอร์ทอยส์กิตสามารถทำคำสั่งทั่ว ๆ ไปของกิตได้โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่งเองผ่านซีแอลไอ (Command Line Interface: CLI) ขั้นตอนการทำงานพื้นฐานของกิตมีลักษณะดังนี้ [38]

- 1) ผู้ใช้ทำการโคลนโปรเจกต์จากโดเรกทอรีของกิต
- 2) ผู้ใช้ทำการแก้ไขไฟล์ในเครื่องของผู้ใช้
- 3) ผู้ใช้ทำให้ไฟล์ที่ถูกแก้ไขมีสถานะเป็นอยู่ในขั้นตอนแล้วเพื่อให้มีการเพิ่มภาพถ่ายลงไปบนสแตจจิงเจอร์เรีย
- 4) ผู้ใช้ทำการยืนยันสถานะไฟล์ที่ถูกทำให้อยู่ในขั้นตอนแล้วซึ่งจะนำไฟล์ที่อยู่ในสแตจจิงเจอร์เรียไปเก็บอย่างถาวรในโดเรกทอรีของกิต

2.3.13 อะตอม (Atom)

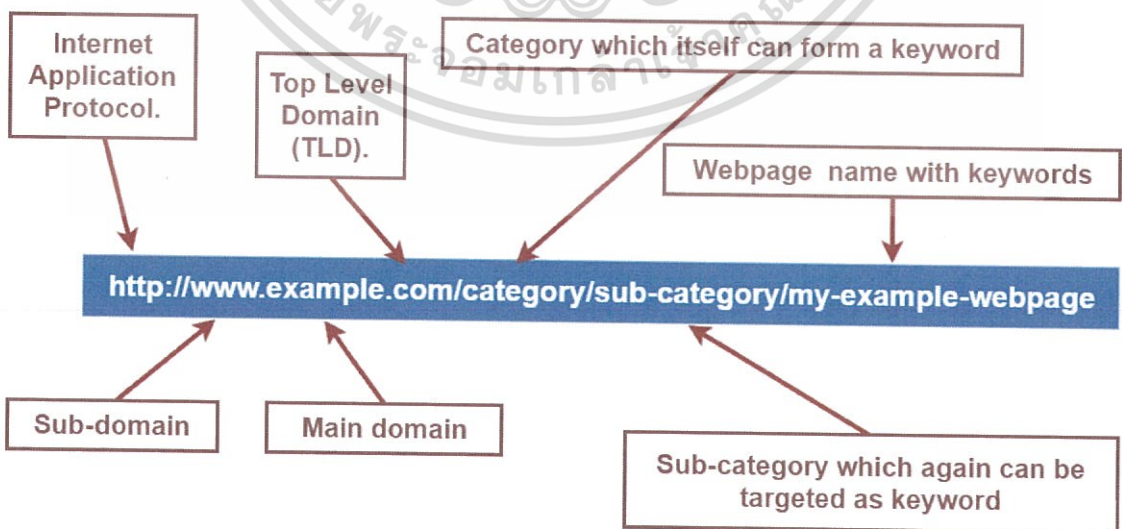
อะตอม เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ไขข้อความหรือก็คือโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโค้ด อะตอมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย มีหน้าต่างของโปรแกรมที่สวยงาม และสามารถใช้งานได้ฟรี โดยถูกอะตอมพัฒนามาจากกิตฮับ อะตอมความสามารถพื้นฐานที่โปรแกรมสามารถทำได้เลยคือสามารถเดาแท็กหรือคำสั่งในการเขียนโค้ดให้โดยอัตโนมัติ สามารถเปิดไฟล์เพื่อแก้ไขข้อความได้หลายไฟล์พร้อมกัน สามารถแบ่งหน้าจอของโปรแกรม (Workspace) ออกเป็นหลาย ๆ ส่วนได้ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขข้อความหลาย ๆ ไฟล์พร้อมกัน และสามารถเปิดไฟล์ได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถปรับแต่งโปรแกรมอะตอมเพิ่มเติมได้หลายอย่างจากการติดตั้งปลั๊กอินเพิ่มเติม เพื่อให้โปรแกรมอะตอมสามารถทำงานได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมเข้ากับกิต ทำให้โปรแกรมมีการเน้นบรรทัดที่ถูกแก้ไขจากการยืนยันสถานะในกิตครั้งก่อนหน้านี้ และมีการบอกชื่อกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้าน (Branch) ของกิตก้ากับไว้ด้วย พร้อมทั้งมีการสรุปให้ดูว่ามีการแก้ไขข้อความในไฟล์ไปทั้งหมดกี่บรรทัด เป็นต้น ซึ่งปลั๊กอินเหล่านี้ก็สามารถนำมาใช้งานได้ฟรีเช่นเดียวกัน [39, 40]

2.3.14 เพจเจเอส (Page.js)

เพจเจเอส คือไลบรารีภาษาจาวาสคริปต์ที่ใช้ทำการเชื่อมโยงเส้นทางต่าง ๆ หรือเรียกว่าการทำเราตติ้ง (Routing) ของหน้าเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถเชื่อมต่อไปยังปลายทางได้ เช่น ใช้ในการเชื่อมปุ่มเมนูกับหน้าเว็บหน้าอื่น การกำหนดหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชัน และการกำหนดให้เว็บแอปพลิเคชันเปิดหน้าเว็บหน้าหนึ่งเมื่อออกจากหน้าเว็บอีกหน้าหนึ่ง เป็นต้น เพจเจเอสเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซจากกิตฮับถูกพัฒนาขึ้นโดยมีแรงบันดาลใจจากเอ็กซ์เพรสส์เจเอส (Express.js) ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คที่ใช้สร้างเว็บแอปพลิเคชันตัวหนึ่งที่มีการทำเราตติ้ง เชื่อมโยงหน้าเว็บแอปพลิเคชันหน้าต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ โดยเพจเจเอสทำให้ยูอาร์แอล (Uniform Resource Locator: URL) อยู่ในรูปที่มนุษย์สามารถอ่านและเข้าใจได้โดยง่ายหรือเรียกว่าเป็นยูอาร์แอลแบบเอสอีโอ (Search engine optimization: SEO) ซึ่งเป็นการพัฒนาหรือปรับปรุงเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้ติดอันดับต้น ๆ ของหน้าผลการค้นหาของเสิร์ชเอนจิน (Search Engine) และเพื่อให้แอปพลิเคชันที่ทำการพัฒนาขึ้นเป็นซิงเกิลเพจแอปพลิเคชัน (Single Page Applications: SPA) คือการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้เซิร์ฟเวอร์ที่เอ็มแอลแค่หน้าเดียว หลังจากที่มีการโหลดหน้าเว็บแอปพลิเคชันเสร็จแล้ว จะไม่มีการรีเฟรชเว็บเบราว์เซอร์เพื่อเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันหน้าใหม่ แต่จะมีการโหลดเนื้อหาใหม่มาเพิ่มบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันเดิมหรือแทนที่ส่วนหนึ่งของหน้าเว็บแอปพลิเคชันเดิม ซึ่งจะมีข้อดีคือทำให้เว็บเซิร์ฟเวอร์ไม่ต้องทำงานหนัก ลดข้อมูลที่ต้องทำการส่งผ่านอินเทอร์เน็ต และทำให้ผู้ใช้อยู่บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันได้นานขึ้น แต่ก็มีข้อเสียหลัก ๆ คือเรื่องของความปลอดภัย เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันมีการทำงานบนหน้าเว็บหน้าเดียวจึงต้องทำการป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงโค้ดและข้อมูลทั้งหมดได้ เพจเจเอสสามารถใช้งานร่วมกับภาษาเซิร์ฟเวอร์เอเอ็มแอล 5 ได้ [41, 42, 43]



ภาพที่ 2.6 ภาพยูอาร์แอลแบบเอสอีโอ [44]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.6 ยูอาร์แอลของเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้เพจเจเอสในการทำเรา
ดิ่งจะเป็นดังรูป จะเห็นว่าจะมีการใช้ที่อยู่ของหน้าเว็บหลักและย่อย ข้อมูลต่าง ๆ ของเว็บ หรือ
บางครั้งก็มีการใช้พารามิเตอร์ (Parameter) ที่รับส่งระหว่างเว็บเบราว์เซอร์กับเซิร์ฟเวอร์เป็นส่วน
หนึ่งของยูอาร์แอล ทำให้ยูอาร์แอลมีความหมายและสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น แต่ข้อจำกัดของเพจเจ
เอสคือ จะไม่สามารถทำเราดิ่งกับสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ เช่น ลิงก์ (Link) ดาวน์โหลดที่มีการส่ง
พารามิเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตลอดเวลา [44]

2.3.15 ออราเคิลวีเอ็มเวอร์ชวลบ็อกซ์ (Oracle VM VirtualBox)

โปรแกรมออราเคิลวีเอ็มเวอร์ชวลบ็อกซ์ เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับจำลอง
ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (Virtual Machine) และสามารถใช้งานได้ฟรี ในการใช้งานจะมีการ
แบ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม มาจำลองเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์
ที่มีระบบปฏิบัติการที่ต้องการขึ้นมา ซึ่งจะมีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เช่น หน่วยความจำ (RAM) การ์ด
จอ การ์ดเน็ตเวิร์ก (NIC) ร่วมกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม [45]

2.3.15.1 ข้อดีของออราเคิลวีเอ็มเวอร์ชวลบ็อกซ์

ประโยชน์ของโปรแกรมก็คือช่วยให้สามารถทำการทดสอบ
ระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมต่าง ๆ ที่ต้องติดตั้งบนระบบปฏิบัติการอื่น โดยที่ไม่ต้องลำบากในการ
หาเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่มาทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการและการติดตั้งระบบปฏิบัติการเพิ่มเติมใน
เครื่องเดียวกัน ซึ่งโปรแกรมสามารถจำลองระบบปฏิบัติการเครื่องคอมพิวเตอร์ได้มากกว่า 1 เครื่องใน
ขณะเดียวกัน

2.3.15.2 ข้อเสียของออราเคิลวีเอ็มเวอร์ชวลบ็อกซ์

ข้อจำกัดของโปรแกรมก็คือ มีการใช้ทรัพยากรร่วมกับเครื่อง
คอมพิวเตอร์หลัก หากเครื่องคอมพิวเตอร์หลักมีสเปกต่ำก็จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้ช้าลง
ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมจะด้อยกว่าการติดตั้งระบบปฏิบัติการลงบนคอมพิวเตอร์จริง
และโปรแกรมบางโปรแกรมหรือคุณลักษณะของโปรแกรมบางอย่างจะไม่รองรับการทำงานบน
คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการจำลอง

2.4 โพรโทคอลที่ใช้พัฒนา

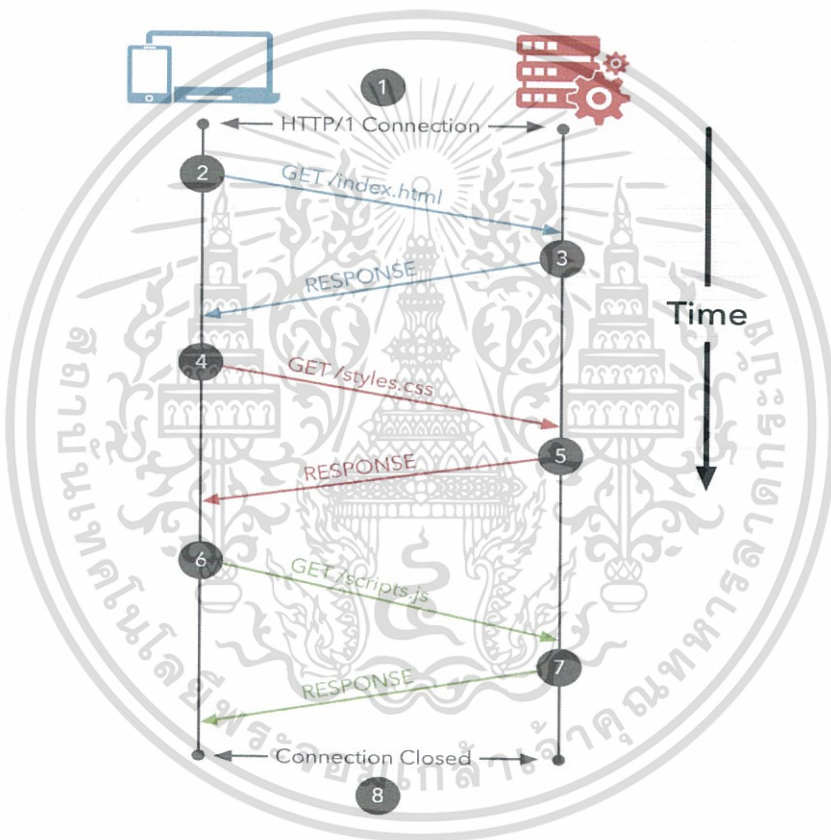
2.4.1 โพรโทคอลเอชทีทีพี (Hypertext Transfer Protocol: HTTP)

โพรโทคอลเอชทีทีพี เป็นโพรโทคอลมาตรฐานที่ถูกนำมาใช้ในการสื่อสาร
ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องไคลเอนต์ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตของเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web: WWW) โพรโทคอลเอชทีทีพีจะทำการสื่อสาร
ข้อมูลต่าง ๆ ผ่านโพรโทคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP) ซึ่งทำงานที่พอร์ต (Port) 80 เป็นพอร์ตมาตรฐาน
และข้อมูลที่มีการส่งผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพีนั้นจะไม่ถูกทำการเข้ารหัส ทำให้สามารถถูกดักจับและ
อ่านข้อมูลได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

หลักการทำงานทั่วไปของโพรโทคอลเอชทีทีพีจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ฝั่ง ประกอบด้วยฝั่งไคลเอนต์จะทำหน้าที่สร้างข้อความการร้องขอ (HTTP Request Message) ผ่านทางโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งข้อความการร้องขอจะมีการอ้างถึงแอดเดรสของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้การส่งข้อความในรูปแบบของยูอาร์แอลส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ และเมื่อทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ได้รับข้อความการร้องขอเรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการสร้างข้อความการตอบกลับ (HTTP Response Message) เพื่อส่งข้อมูลตอบกลับไปยังไคลเอนต์ ซึ่งข้อมูลที่มาพร้อมกับข้อความการตอบกลับจะอยู่ในรูปแบบเอกสารเอชทีเอ็มแอล [46, 47]



ภาพที่ 2.7 ภาพการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี [48]

จากภาพที่ 2.7 การสื่อสารผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพีจะเริ่มต้นจากการที่ไคลเอนต์ทำการเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการสร้างการเชื่อมต่อผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี จากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จะทำการส่งข้อความการร้องขอข้อมูลที่ต้องการทั้งหมดไปยังเซิร์ฟเวอร์ เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับข้อความการร้องขอข้อมูลก็จะทำการส่งข้อมูลตอบกลับมาให้ไคลเอนต์ และเมื่อเซิร์ฟเวอร์ทำการส่งข้อมูลตอบกลับไปหมดแล้วการเชื่อมต่อก็จะถูกปิด จะเห็นว่าเซิร์ฟเวอร์ไม่สามารถที่จะส่งข้อมูลมาหาไคลเอนต์เองได้ต้องรอไคลเอนต์ร้องขอข้อมูลมาเท่านั้น

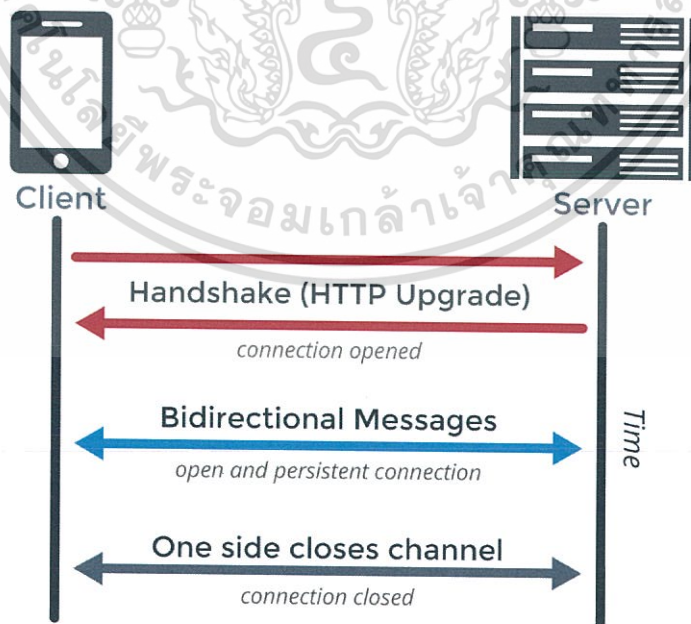
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 โพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ต (WebSocket)

โพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ต เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเว็บเบราว์เซอร์ของไคลเอนต์แบบเรียลไทม์ (Real Time) และสามารถส่งข้อมูลไปกลับพร้อม ๆ กันได้ทั้ง 2 ฝั่ง (Full-duplex) โดยจะทำการสื่อสารผ่านโพรโทคอลที่ซีพีไอบี บนมาตรฐานโพรโทคอลที่ทีพีหรือเอชทีทีพีเอส ทำให้ไคลเอนต์ไม่ต้องรีเฟรชหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่นเดียวกับเทคนิคแอแจ็กซ์ แต่โพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตนั้นมีข้อดีกว่าแอแจ็กซ์ตรงที่การใช้โพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตฝั่งไคลเอนต์ไม่ต้องทำการส่งข้อความการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ใหม่ และไม่ต้องรอรับข้อความการตอบกลับจากทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ประหยัดทั้งเวลาและปริมาณของข้อมูลที่ส่งไปมาระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับไคลเอนต์ [49, 50, 51]

2.4.2.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

การทำงานของโพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตคือจะรอรับข้อความจากทางฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์อยู่ตลอดเวลา หลังจากที่ได้ทำการส่งคำสั่งเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ของโพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตไปแล้วในครั้งแรก โดยจะรอรับข้อความจนกว่าจะมีการส่งหยุดการเชื่อมต่อ ซึ่งโพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตถูกออกมาให้ทำงานในระดับทรานสปอร์ตเลเยอร์ (Transport Layer) เวลาเว็บเบราว์เซอร์เรียกใช้จะเรียกด้วยคำสั่ง ws:// และ wss:// และมีการจัดเรียงข้อมูลในข้อความที่จะส่งใหม่ทำให้ลดข้อมูลการส่งผ่านหลัก 1000 ไบต์ เหลือ 2 ไบต์ และลดเวลา (Latency) จาก 150 มิลลิวินาที เหลือ 50 มิลลิวินาที ทำให้เว็บเซิร์ฟเวอร์รองรับผู้ใช้งานได้มากขึ้นและทำให้เว็บแอปพลิเคชันรวดเร็วกว่าเดิม 3 เท่าตัว



ภาพที่ 2.8 ภาพการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ต [52]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.8 การสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซอคเก็ตจะเริ่มต้นจากการที่ไคลเอนต์ทำการส่งข้อความแฮนด์เชก (Handshake) ผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี เพื่อสร้างการเชื่อมต่อโพรโทคอลเว็บซอคเก็ตกับเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นทั้งฝั่งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ก็สามารถสื่อสารกันได้จนกว่าจะมีฝั่งใดฝั่งหนึ่งทำการปิดการเชื่อมต่อ และจากรูปการสื่อสารทั้งสองฝั่งสามารถส่งข้อความไปหาอีกฝั่งได้ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากโพรโทคอลเอชทีทีพีที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ไม่สามารถส่งข้อความไปหาฝั่งไคลเอนต์ได้

2.4.3 โพรโทคอลเอ็มคิวทีที (Message Queue Telemetry Transport: MQTT)

โพรโทคอลเอ็มคิวทีที เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร (Machine-to-Machine: M2M) ที่นิยมใช้ในโลกรวมอินเทอร์เน็ตออฟธิงส์ โดยโพรโทคอลนี้มีวิธีการทำงานเหมือนกับเมสเสจคิว (Message Queue) แบบปกติ แต่ถูกพัฒนาให้สามารถรองรับการทำงานด้านอินเทอร์เน็ตออฟธิงส์ คือ มีน้ำหนักเบา สามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กได้ มีการรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก และใช้แบนด์วิธที่ต่ำในการสื่อสาร โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีนอกจากจะสามารถรับและอ่านค่าข้อมูลแล้วยังสามารถส่งงานอุปกรณ์ที่ใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีเหมือนกันได้ด้วย การใช้งานโพรโทคอลนี้จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ เพื่อทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นที่ใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีเหมือนกัน โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีสามารถรองรับการรับส่งข้อมูลแบบเข้ารหัส (Encryption) ได้ รวมถึงการระบุและการยืนยันตัวตน (Certificate) การเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สามารถสื่อสารด้วยโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีสามารถเลือกใช้ภาษาในการพัฒนาได้หลายภาษา เช่น ซี โฟตอน จาวา จาวาสคริปต์ และรูบี้ (Ruby) เป็นต้น [53, 54]

2.4.3.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

หลักการทำงานของโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีจะใช้การติดต่อสื่อสารระหว่างแต่ละอุปกรณ์แบบพับลิชเชอร์ซบสไครเบอร์ (Publisher / Subscriber) คือ เมื่อมีอุปกรณ์ใดก็ตามทำการส่งข้อมูลไปยังตัวกลางของการสื่อสาร ผ่านช่องทางหรือหัวข้อการสื่อสาร (Topic) หนึ่ง ๆ อุปกรณ์อื่น ๆ รวมถึงอุปกรณ์ที่ทำการส่งข้อมูลนั้น ที่ได้ทำการแจ้งว่าต้องการรับข้อมูลการสื่อสารของหัวข้อการสื่อสารเดียวกัน ก็จะได้รับข้อมูลนั้น โดยจะคล้ายกับหลักการที่ใช้ในเว็บเซอร์วิส (Web Service) ที่จะต้องใช้เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีจะใช้ตัวกลางที่เรียกว่าโบรกเกอร์ (Broker) เพื่อทำหน้าที่ในการจัดการคิวการรับและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ [55]

2.4.3.2 องค์ประกอบพื้นฐาน

การสื่อสารโดยใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด คือ โบรกเกอร์ พับลิชเชอร์ และซบสไครเบอร์ หรือก็คือหน้าที่ที่ต้องทำทั้ง 3 ส่วน ซึ่งอุปกรณ์หนึ่ง ๆ สามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งโบรกเกอร์ พับลิชเชอร์ และซบสไครเบอร์ในอุปกรณ์เดียว โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะมีหน้าที่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) โบรมกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยจัดการข้อความ โดยใช้การอ้างอิงหัวข้อความสื่อสารในการแยกแต่ละช่องทางการสื่อสาร ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ทำเอ็มคิวทีทีโบรมกเกอร์จะมีหลายค่ายให้ใช้งาน

2) ซับสไครเบอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ได้ทำการแจ้งกับโบรมกเกอร์ ว่าต้องการรับข้อความต่าง ๆ ที่มีการสื่อสารผ่านหัวข้อความสื่อสารที่ระบุ โดยหนึ่งอุปกรณ์สามารถคอยรับข้อความการสื่อสารได้จากหลายหัวข้อความสื่อสาร

3) พับลิชเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังโบรมกเกอร์ตามหัวข้อความสื่อสารต่าง ๆ โดยที่ไม่จำเป็นต้องแจ้งรับข้อมูลการสื่อสารของหัวข้อความสื่อสารนั้นก็ได้

2.4.3.3 เครื่องมือที่นำมาใช้งาน

1) มอสคิวทิโ (Mosquitto) เป็นโบรมกเกอร์ของโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีที่ค่ายหนึ่ง เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ สามารถสนับสนุนโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีเวอร์ชัน 3.1/3.1.1 และสามารถรองรับการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซ็อกเก็ตได้

2) พาโฮ (Paho) เป็นไคลเอนต์ไลบรารีของโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีหรือก็คือพับลิชเซอร์และซับสไครเบอร์ ใช้สำหรับพัฒนาอุปกรณ์ให้สามารถรับและส่งข้อมูลโดยใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีได้ และเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ ซึ่งสามารถใช้ภาษาในการพัฒนาได้หลายภาษา เช่น ไพธอน จาวาสคริปต์ และจาวา เป็นต้น [56]

2.4.4 โพรโทคอลไอซีเอ็มพี (Internet Control Message Protocol: ICMP)

โพรโทคอลไอซีเอ็มพี เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและการรายงานสถานะภาพของข้อมูลไอพีดาต้าแกรม (IP datagram) เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า เกิดอะไรขึ้นในการส่งผ่านข้อมูลนั้น โพรโทคอลไอซีเอ็มพีถูกออกแบบมาให้ทำงานในระดับเน็ตเวิร์กเลเยอร์ (Network Layer) โดยทำงานควบคู่ไปกับอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล (Internet Protocol: IP) การรายงานสถานะภาพดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ (Router) ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ เราเตอร์จะทำการส่งข้อความรายงานข้อผิดพลาด (ICMP Error Message) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการส่งดาต้าแกรมหรือโฮสต์ (Host) ต้นทาง เพื่อรายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น แต่ไม่มีอะไรรับประกันได้ว่าข้อความไอซีเอ็มพีที่เราเตอร์ส่งไปนั้นจะไปถึงโฮสต์ต้นทางหรือไม่ ดังนั้นหากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มีข้อความรายงานข้อผิดพลาดตอบกลับมา ก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลดาต้าแกรมที่ถูกส่งไปถึงปลายทางเรียบร้อยแล้ว หรืออาจจะเกิดปัญหาในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรมและข้อความรายงานข้อผิดพลาดที่ส่งกลับมาเกิดมีปัญหาระหว่างทางก็ได้ ดังนั้นโพรโทคอลไอซีเอ็มพีจึงเป็นโพรโทคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (Unreliable) ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของโพรโทคอลในระดับสูงกว่า ที่จะจัดการให้การสื่อสารนั้น ๆ มีความน่าเชื่อถือ [57]

2.4.4.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

โดยทั่วไปจะมีการใช้งานโพรโทคอลไอซีเอ็มพีในสองลักษณะคือ การสอบถามสถานะของปลายทาง (ICMP Query) โดยทำการส่งข้อความไอซีเอ็มพีชนิด เอ็กโครีเควสท์ (Echo Request) ไปยังปลายทางที่ต้องการสอบถามสถานะ เมื่อปลายทางได้รับข้อความนี้แล้วจะส่งข้อความไอซีเอ็มพีชนิด เอ็กโครีสปอนส์ (Echo Reply) กลับมา ซึ่งข้อความที่ส่งกลับมานี้จะเหมือนกับข้อความที่ส่งไป ยกเว้นแต่ฟิลด์ที่ระบุถึงชื่อของปลายทางที่ส่งข้อความไปเท่านั้น

เคสท์ (Echo request) ถ้าโฮสต์ปลายทางอยู่ในสถานะปกติหรือสามารถทำการสื่อสารได้ โฮสต์ปลายทางก็จะทำการส่งข้อความไอซีเอ็มพีชนิดเอ็กโกรีพล (Echo Reply) กลับมาให้ และในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดจะมีการส่งข้อความรายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกลับมา เช่น หากไม่สามารถส่งข้อความดต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ เราเตอร์จะทำการส่งข้อความรายงานข้อผิดพลาดชนิดไม่สามารถเข้าถึงปลายทางได้ (Destination Unreachable) กลับมารายงานโฮสต์ต้นทาง ดังนั้นโปรโทคอลไอซีเอ็มพีจึงกลายมาเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่น่าสนใจช่วยทดสอบระบบเครือข่าย เช่น คำสั่ง ping (Ping) ที่จะเรียกใช้งานโปรโทคอลไอซีเอ็มพีในการทดสอบว่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการหรืออุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายเดียวกันนั้นยังสามารถทำงานได้อย่างปกติหรือไม่ แล้วแจ้งเป็นข้อความไอซีเอ็มพีกลับไปให้โฮสต์ต้นทางทราบ โดยชนิดของข้อความไอซีเอ็มพีที่ใช้ในการตรวจสอบและการรายงานสถานะภาพของดต้าแกรม โดยทั่วไปจะมีอยู่ 9 แบบคือ [58]

1) ไม่สามารถเข้าถึงปลายทางได้ (Destination Unreachable) หมายถึงเราเตอร์ไม่สามารถหาที่อยู่ของโฮสต์ปลายทางได้ เกิดขึ้นจาก 2 กรณีคือ เราเตอร์ไม่มีข้อมูลที่อยู่ของโฮสต์ปลายทาง และดต้าแกรมที่ถูกส่งมายังเราเตอร์นั้นใหญ่เกินกว่าที่เราเตอร์จะจัดการได้ เนื่องจากไม่ยอมให้แบ่งออกเป็นดต้าแกรมขนาดเล็กหลาย ๆ อัน

2) หมดเวลา (Time Exceeded) หมายถึงการที่ค่าที่แสดงถึงเวลาในการมีอยู่ของดต้าแกรมหรือทีทีแอล (Time to live: TTL) นั้นถูกลดค่าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าที่ทีแอลถูกลดจนมีค่าเป็น 0 แสดงว่าข้อมูลดต้าแกรมนี้อยู่ในระบบนานมากแต่ก็ยังไม่ถึงโฮสต์ปลายทาง เราเตอร์ที่ได้รับข้อมูลนี้ก็จะทำลายข้อมูลทิ้งและส่งข้อความไอซีเอ็มพีกลับไปแจ้งโฮสต์ต้นทาง

3) พารามิเตอร์มีปัญหา (Parameter Problem) หมายถึงการที่เราเตอร์รับข้อมูลดต้าแกรมมา เราเตอร์ก็จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลนั้น โดยการทำการรวมตรวจสอบถ้าไม่ถูกต้องเราเตอร์ที่รับข้อมูลนี้จะทำลายข้อมูลทิ้ง แล้วส่งข้อความไอซีเอ็มพีกลับไปแจ้งโฮสต์ต้นทาง

4) ระบุต้นทาง (Source Quench) หมายถึงการที่เราเตอร์ที่รับข้อมูลดต้าแกรมไปแล้ว ไม่สามารถจัดการกับข้อมูลดต้าแกรมที่ถูกส่งเข้ามาได้ทัน เราเตอร์จึงทำการส่งข้อความไอซีเอ็มพีไปยังเราเตอร์ที่ส่งข้อมูลมาให้หยุดการส่งข้อมูลชั่วคราว แต่วิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยมอีกต่อไป

5) เปลี่ยนเส้นทาง (Redirect) หมายถึงการที่เราเตอร์ที่รับข้อมูลดต้าแกรม ทำการส่งข้อความไอซีเอ็มพีแจ้งให้โฮสต์ต้นทางทราบว่า ไม่สามารถส่งข้อมูลได้อีกต่อไป เนื่องจากเส้นทางที่ถูกกำหนดให้ใช้ในการส่งนั้นไม่มีอยู่อีกต่อไป

6) เอ็กโกรีเคสท์ (Echo Request) หมายถึงการที่โฮสต์ต้นทางทำการ ping หรือส่งข้อความไอซีเอ็มพีไปหาโฮสต์ปลายทาง เพื่อทำการตรวจสอบว่าโฮสต์ปลายทางที่ต้องการติดต่อด่วนั้น มีอยู่ในระบบเครือข่ายหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) เอ็กโครีพล (Echo Reply) หมายถึงการที่เราเตอร์ส่งข้อความ ไอซีเอ็มพีแฉ่งโฮสต์ต้นทาง เพื่อตอบการตรวจสอบว่าโฮสต์ปลายทางที่ต้องการติดต่อดังนั้นมีอยู่ในระบบเครือข่ายหรือไม่

8) ร้องขอการประทับเวลา (Timestamp Request) ใช้ในการทำงานเช่นเดียวกับเอ็กโครีควสท์ แต่จะมีการเพิ่มเวลาขณะที่สอบถามเข้าไปด้วย

9) ตอบกลับการประทับเวลา (Timestamp Reply) ใช้ในการทำงานเช่นเดียวกับเอ็กโครีพล แต่จะมีการเพิ่มเวลาขณะที่สอบถามและเวลาขณะที่ตอบกลับเข้าไปด้วย ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานในโครงการเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เป็นการดำเนินงานที่อ้างอิงตามหลักการของวงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1) การรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Analysis)
- 2) การออกแบบระบบ (Design)
- 3) การพัฒนาระบบและทดสอบระบบย่อย (Develop and Unit Test)
- 4) การทดสอบระบบ (Integration Test)
- 5) การส่งมอบงานให้ผู้ใช้ (User Acceptance: UAT)

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนของการรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ และการออกแบบระบบ ส่วนการพัฒนาระบบและทดสอบระบบย่อย การทดสอบระบบ และการส่งมอบงานให้ผู้ใช้ นั้น จะกล่าวถึงในบทถัดไป

3.1 รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

ก่อนเริ่มการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้จัดทำโครงการได้ศึกษาและเรียนรู้ระบบการทำงานภายในทีม ATVA และได้เรียนรู้การทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ พบว่ายังคงมีบางกิจกรรมที่ต้องอาศัยการทำงานของมนุษย์ในการติดตามและเฝ้าสังเกตระบบการทำงาน จึงเกิดเป็นความต้องการที่จะใช้เว็บแอปพลิเคชันในการการติดตาม เฝ้าสังเกตระบบการทำงานและแสดงผลการทำงานต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ดูแลระบบ โดยมีความต้องการ (Requirement) ดังนี้

3.1.1 เว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชัน คือ ส่วนที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์ ที่ได้จากการติดตามและเฝ้าสังเกตการณ์ทำงานของ ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ รวมถึงใช้แสดงผลการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์กของแต่ละสถานีน้ำมัน โดยแบ่งความต้องการเกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชันออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

3.1.1.1 การติดต่อสื่อสารกับระบบที่เฝ้าสังเกต

ระบบที่เฝ้าสังเกตประกอบด้วย ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน มีการใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีในการรับและส่งข้อมูลกับส่วนอื่น ๆ รวมถึงการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ของภายในระบบ ดังนั้นเว็บแอปพลิเคชันจึงต้องสามารถรับและส่งข้อมูล โดยการใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีได้ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) สามารถเชื่อมต่อกับโบรกเกอร์ของเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้
- 2) รับข้อมูลเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้
- 3) สามารถส่งข้อความไปยังเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้
- 4) สามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ให้ใหม่โดยอัตโนมัติ

เมื่อผู้ใช้ได้ทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วการเชื่อมต่อเกิดขาดหาย

3.1.1.2 การแสดงผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

ผู้ใช้งานมีความต้องการที่จะนำข้อมูลการทำงานบางส่วน ของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ มาทำการแสดงผลการทำงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยสามารถดูข้อมูลได้หลายรูปแบบ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเฝ้าสังเกตการณ์ทำงาน มีรายละเอียดความต้องการแสดงในนี้ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางรายละเอียดการแสดงผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

ข้อมูล	หัวข้อความต้องการ
Water	1), 2), 3)
Temperature	1), 2), 3)
Height	1), 2), 3)
Ullage	1), 2), 3)
Water Volume	1), 2), 3)
Volume	1), 2), 3)
TC volume	1), 2), 3)
Timestamp	3)
Tank number	3)
Tank Status	3)

จากตารางที่ 3.1 อธิบายหัวข้อความต้องการดังนี้

1) สามารถเลือกแสดงผลข้อมูลการทำงาน ของสถานีน้ำมันหนึ่งสถานี ที่ได้จากการเก็บข้อมูลภายในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมงล่าสุด ในรูปแบบกราฟเส้น เพื่อให้สามารถมองเห็นผลการทำงานในอดีตภายในระยะเวลาอันใกล้ และมองเห็นแนวโน้มของผลการทำงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

2) สามารถเลือกแสดงผลข้อมูลการทำงานที่ละเอียดอย่างจากหนึ่งสถานีน้ำมันในรูปแบบกราฟเส้นขนาดใหญ่ที่มีความละเอียดในการดูข้อมูลมากขึ้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และย้อนดูข้อมูลการทำงานในอดีตตามช่วงระยะเวลาที่ต้องการได้ โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมคือ สามารถเลือกช่วงระยะเวลาที่ต้องการดูข้อมูลได้อย่างละเอียด เช่น ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ต้นของเอกสารฉบับนี้ไปจนถึงสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลจนถึงปัจจุบัน และมีปุ่มให้เลือกช่วงระยะเวลาล่าสุดที่ต้องการดูข้อมูล (Time Interval Button) เพื่อความสะดวกรวดเร็ว

3) สามารถแสดงผลข้อมูลการทำงานล่าสุด ของทุกสถานีน้ำมัน ในรูปของตารางได้ เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกตผลการทำงานของสถานีน้ำมันหลาย ๆ แห่ง โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมคือ สามารถเลือกเปิดดูหรือซ่อน (Show/Hidden) ข้อมูลแต่ละอย่างได้ สามารถจัดเรียงลำดับ (Sorting) การแสดงผลของข้อมูลแต่ละอย่าง ตามลำดับตัวอักษรหรือตัวเลขได้ สามารถเลือกแสดงผล (Filtering) ข้อมูลเฉพาะสถานีที่มีสถานะตามที่ต้องการได้ และเปลี่ยนสีตัวอักษรข้อมูลผลการทำงานทั้งบรรทัดที่มีสถานะผิดปกติ

3.1.1.3 การแสดงผลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์

ผู้มีความต้องการที่จะนำข้อมูลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์ มาทำการแสดงผลการทำงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยสามารถดูข้อมูลการทำงานเดียวกันในหลายรูปแบบพร้อมกัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเฝ้าสังเกตการณ์ทำงาน มีรายละเอียดความต้องการแสดงในนี้ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางรายละเอียดการแสดงผลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์

ข้อมูล	หัวข้อความต้องการ
Temperature	1), 2)
Humidity	1), 2)
Voltage	1), 2)
Electric Current	1)

จากตารางที่ 3.2 อธิบายหัวข้อความต้องการดังนี้

1) สามารถแสดงผลข้อมูลการทำงาน ที่ได้รับมาจากเอ็มคิวทีที โบรกเกอร์ ณ เวลาปัจจุบันในรูปแบบเกจ โดยเกจสามารถเปลี่ยนสีตามระดับค่าของข้อมูลได้ เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกต

2) สามารถแสดงผลข้อมูลการทำงาน ที่ได้จากการเก็บข้อมูล ภายในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมงล่าสุด ในรูปแบบกราฟเส้น เพื่อให้สามารถมองเห็นผลการทำงานในอดีตภายในระยะเวลาอันใกล้ และมองเห็นแนวโน้มของผลการทำงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

3.1.1.4 การแสดงผลการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

ผู้มีความต้องการที่จะแสดงผลการตรวจสอบสถานะของระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันที่มีปัญหา ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อความสะดวกในการสังเกตผลการตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์ก โดยจะมีรายละเอียดความต้องการคือ ต้องสามารถแสดงผลการตรวจสอบ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะการเชื่อมต่อของระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันทุกสถานีที่มีปัญหา ในรูปแบบตาราง โดยสามารถจัดเรียงลำดับ (Sorting) การแสดงผลการตรวจสอบตามลำดับตัวอักษรหรือตัวเลขได้ เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกตระบบเน็ตเวิร์ก

3.1.2 เซิร์ฟเวอร์

เซิร์ฟเวอร์ คือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบปฏิบัติการอุบนตุที่จำลองขึ้นบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์วินโดวส์เอ็มเบดเด็ดเป็นส่วนที่คอยให้บริการเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ ระบบการเก็บข้อมูล และระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน เพื่อให้ระบบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ สามารถทำงานได้ โดยแบ่งความต้องการเกี่ยวกับเซิร์ฟเวอร์ออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

3.1.2.1 การให้บริการเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

ผู้มีความต้องการที่จะเปิดบริการเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบปฏิบัติการอุบนตุที่จำลองขึ้น เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบที่เฝ้าสังเกต เว็บแอปพลิเคชัน และฐานข้อมูลได้ตลอดเวลา โดยมีรายละเอียดความต้องการดังนี้

- 1) สามารถเปิดให้บริการเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ที่รองรับการรับและส่งข้อมูลผ่านโพรโทคอลเว็บซอกเก็ตบนพอร์ตที่ต้องการได้
- 2) สามารถเปลี่ยนเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ให้รองรับการรับและส่งข้อมูลผ่านโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีบนพอร์ตที่ต้องการได้

3.1.2.2 การให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์

ผู้มีความต้องการที่จะเปิดบริการเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการอุบนตุที่จำลองขึ้น เพื่อให้สามารถบริการเว็บแอปพลิเคชันบนระบบเน็ตเวิร์กของบริษัทได้ตลอดเวลา

3.1.2.3 ระบบการเก็บข้อมูล

ผู้มีความต้องการที่จะเก็บข้อมูลของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ และระบบโซล่าชาร์จเจอร์ จากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ลงบนฐานข้อมูลอย่างง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ทันที โดยมีรายละเอียดความต้องการดังนี้

- 1) สามารถรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์มาเก็บลงฐานข้อมูล
 - 2) แยกเก็บข้อมูลของแต่ละระบบที่เฝ้าสังเกตต่อหนึ่งฐานข้อมูล
 - 3) สามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ให้ใหม่ได้โดยอัตโนมัติ
- เมื่อผู้ใช้ได้ทำการเปิดระบบการเก็บข้อมูลและทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วการเชื่อมต่อเกิดขาดหาย

3.1.2.4 ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

ผู้มีความต้องการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันทุกสถานี ให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมปิงของระบบปฏิบัติการอุบนตุที่จำลองขึ้น มีรายละเอียดความต้องการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สามารถนำรายชื่อนามข้อมายเลขประจำตัวที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกว่าไอพีแอดเดรส (IP Address) ของสถานีน้ำมันและแก๊ส จากไฟล์เอกสารของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) มาใช้ในการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กได้

2) สามารถที่จะรองรับการ ping ไอพีแอดเดรสได้ 706 ไอพีแอดเดรส ซึ่งประกอบด้วย 353 สถานีน้ำมัน และ 353 แก๊ส ภายในระยะเวลา 5 นาที

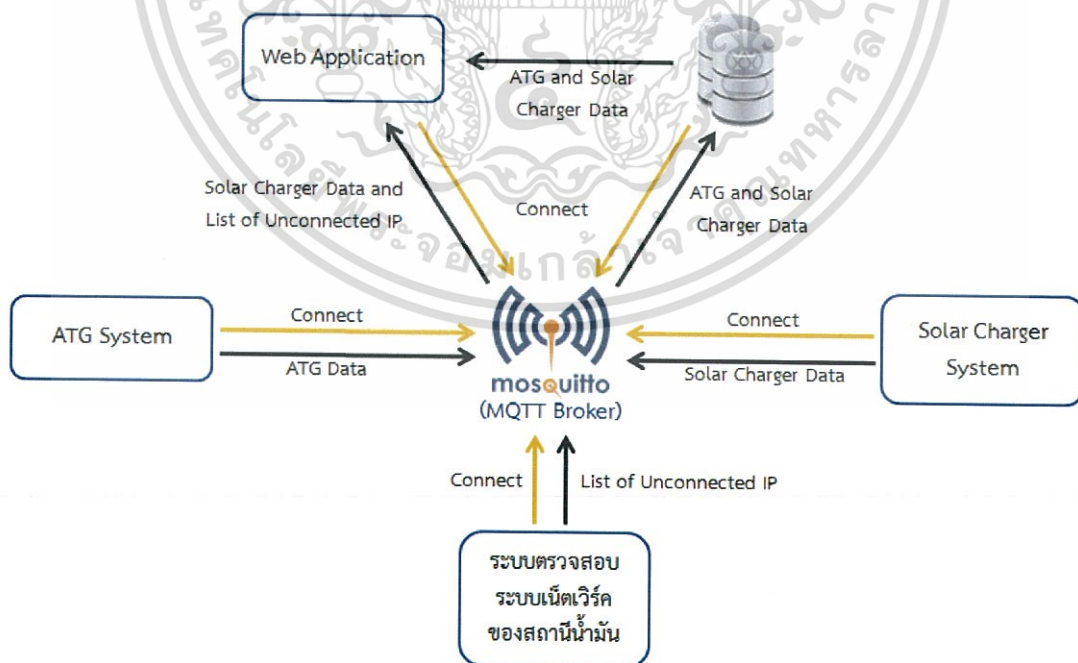
3) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กมีการทำงานในทุก ๆ 5 นาที สำหรับสถานีที่การเชื่อมต่อมีปัญหา และในทุก ๆ 30 นาทีระบบจะทำงานใหม่สำหรับทุกสถานี โดยแต่ละครั้งที่ระบบทำงาน 1 ไอพีแอดเดรสจะถูก ping ได้มากที่สุด 4 ครั้ง

4) สามารถเชื่อมต่อระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กเข้ากับเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์และส่งผลการทำงานไปยังเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้

5) สามารถเชื่อมต่อระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กเข้ากับเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ให้ใหม่ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้ได้ทำการเปิดระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันและทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วการเชื่อมต่อเกิดขาดหาย

3.2 การออกแบบระบบ

3.2.1 ภาพรวมของระบบ (Overall System)



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางหัวข้อการสื่อสารในการสื่อสารของแต่ละระบบ

ชื่อระบบ	ชื่อหัวข้อการสื่อสาร
ระบบโซล่าชาร์จเจอร์	“/Solar/...”
ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ	“/ATG/...”
ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน	“/PingIP”
เว็บแอปพลิเคชัน	“#”
ระบบฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูล	“/Solar/...”, “/ATG/...”

จากภาพที่ 3.1 และตารางที่ 3.3 แสดงภาพรวมของระบบเว็บแอปพลิเคชัน ส่งเหตุการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เป็นระบบการทำงานที่ใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีทีในการสื่อสาร เพื่อรับและส่งข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบ โดยมีเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์หรือมอสคิวโทเป็นศูนย์กลางของการสื่อสารข้อมูล และส่วนอื่น ๆ จะทำการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ เพื่อรับและส่งข้อมูลต่าง ๆ ผ่านเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์โดยเว็บแอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์บนหัวข้อการสื่อสาร “#” คือ สามารถสื่อสารได้ทุกหัวข้อการสื่อสารที่มีการส่งผ่านเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ เพื่อให้สามารถรับข้อมูลทุกอย่างที่ส่งผ่านเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ แล้วนำข้อมูลมาจัดแสดงตามส่วนต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันต่อไป ส่วนระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันจะเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์บนหัวข้อการสื่อสารของตัวเอง เพื่อให้การส่งข้อมูลของแต่ละระบบไปยังเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ไม่เกิดการปะปนกัน ผู้รับสามารถแยกข้อมูลได้ ส่วยในการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลจะทำการอธิบายในหัวข้อ 3.2.5

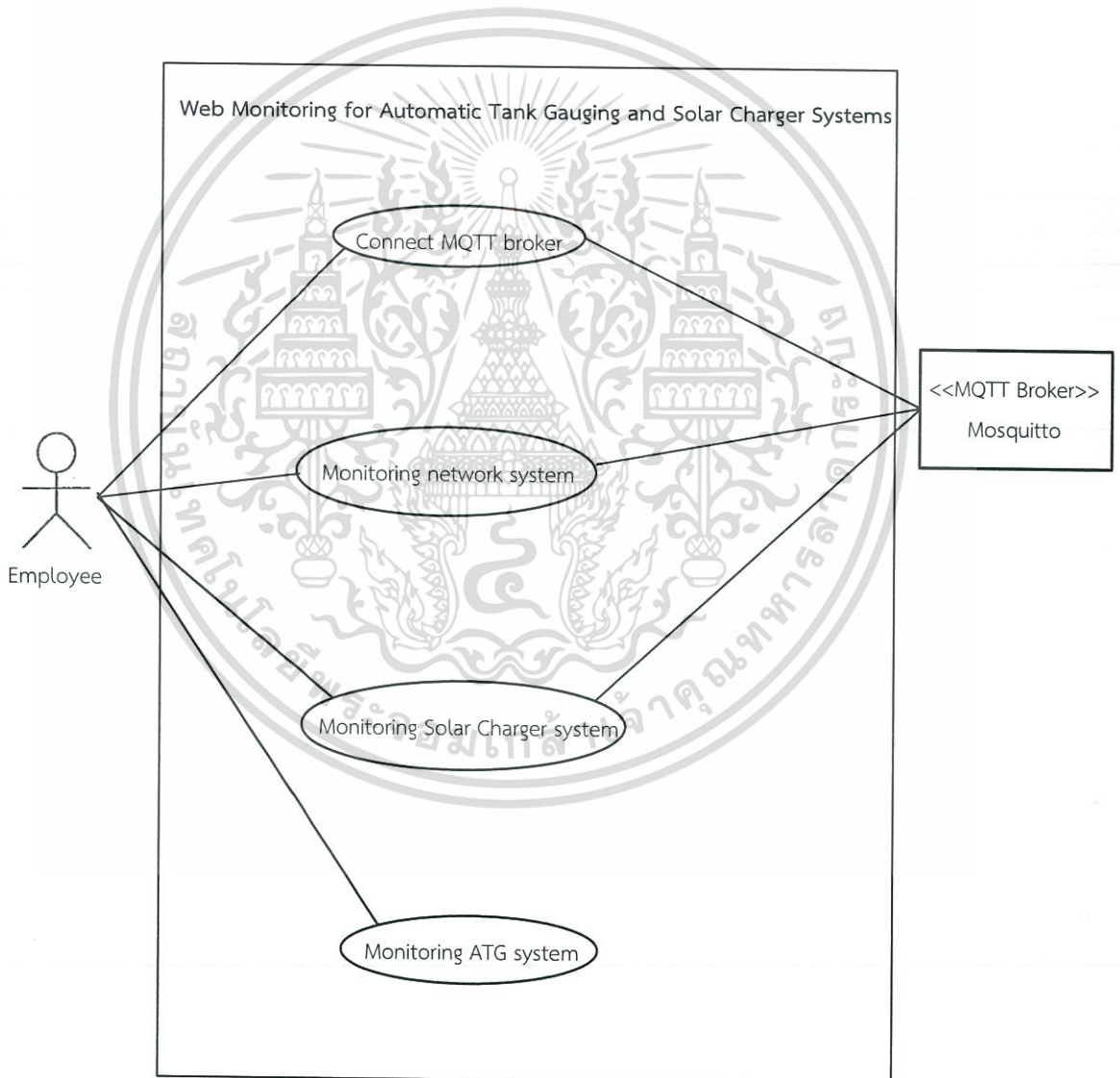
เว็บแอปพลิเคชันจะมีการรับข้อมูลผลการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ได้ทำการส่งเหตุการณ์เพื่อนำมาแสดงผลจาก 2 ทาง คือจากเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์และจากฐานข้อมูล การรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์โดยตรง ข้อมูลที่รับมาจะถูกนำมาแสดงผลแบบเรียลไทม์ ที่ไม่สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ เพื่อลดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล ส่วนการรับข้อมูลจากฐานข้อมูล ข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลในรูปแบบกราฟเรียลไทม์ ที่สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ โดยรายละเอียดที่มาของข้อมูลแต่ละระบบแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตารางแหล่งที่มาของข้อมูลแต่ละระบบ

ระบบ \ แหล่งที่มาของข้อมูล	ฐานข้อมูล	เอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์
ระบบโซล่าชาร์จเจอร์	✓	✓
ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ	✓	
ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน		✓

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นว่าข้อมูลผลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์ จะถูกนำมาจาก 2 แหล่งด้วยกันก็คือ จากฐานข้อมูลและจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ เพื่อที่จะนำไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเพื่อเพิ่มความสะดวกในการนำไปแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน และยังมีข้อดีเรื่องการหลีกเลี่ยงโอกาสในการเกิดปัญหาเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลทั้งปัญหาจากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาและปัญหาจากระบบเครือข่าย เช่น เมื่อเว็บแอปพลิเคชันไม่สามารถแสดงผลข้อมูลผลการทำงานของระบบโซล่าชาร์จเจอร์แบบเรียลไทม์ได้ เนื่องจากเกิดมีเส้นทางการรับข้อมูลเส้นใดเส้นหนึ่งไม่สามารถใช้งานได้ ก็ยังคงมีเส้นทางอีกเส้นทางที่เว็บแอปพลิเคชันสามารถรับข้อมูลและนำไปแสดงผลต่อได้

3.2.2 กระบวนการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

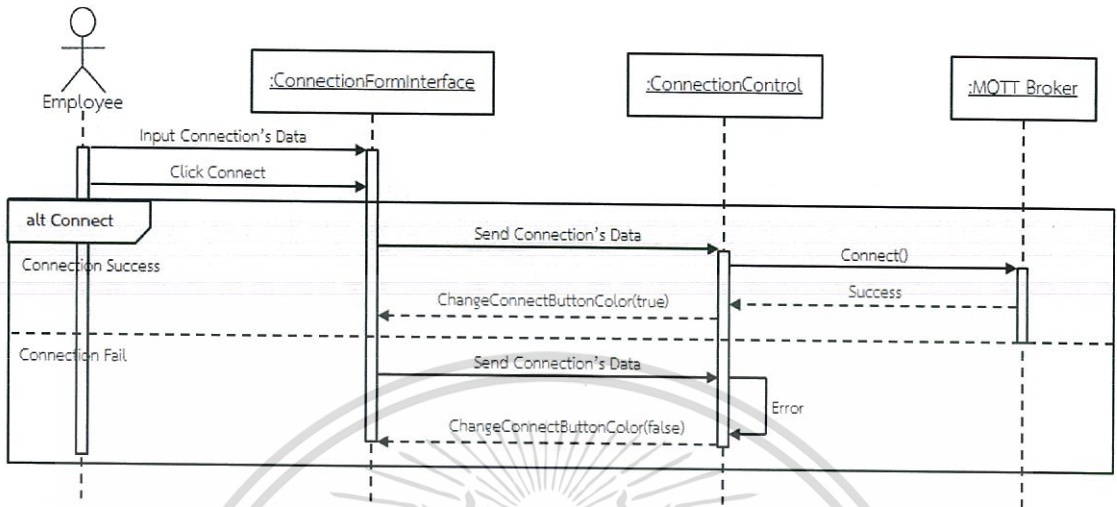
จากภาพที่ 3.2 จะเห็นถึงบทบาทโดยรวมของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันและบทบาทของเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์ จากแผนภาพยูสเคสจะมีผู้ใช้งานเข้ามาใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยผู้ใช้งานก็คือผู้ดูแลระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบโซล่าชาร์จเจอร์ และระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน ซึ่งการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันภาพรวมคือการเข้าไปทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์ เพื่อขอทำการสังเกตการณ์ระบบทั้งสามแบบเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์ โดยจากแผนภาพยูสเคสของระบบสามารถทำการอธิบายการทำงานของแต่ละเคสได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตารางอธิบายแผนภาพยูสเคสของระบบ

Use Case	รายละเอียด
1. Connect MQTT broker	ผู้ดูแลระบบทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์ เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถรับข้อมูลผลการทำงานของระบบต่าง ๆ แบบเรียลไทม์มาแสดงผลได้
2. Monitoring network system	ผู้ดูแลระบบทำการสังเกตการณ์ผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยเว็บแอปพลิเคชันได้รับข้อมูลผลการทำงานแบบเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์
3. Monitoring Solar Charger system	ผู้ดูแลระบบทำการสังเกตการณ์ผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของระบบโซล่าชาร์จเจอร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยเว็บแอปพลิเคชันได้รับข้อมูลผลการทำงานแบบเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีทีโบลกเกอร์และรับข้อมูลผลการทำงานทั้งหมดจากฐานข้อมูล
4. Monitoring ATG system	ผู้ดูแลระบบทำการสังเกตการณ์ผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติในทุกสถานีน้ำมันผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยเว็บแอปพลิเคชันได้รับข้อมูลผลการทำงานทั้งหมดจากฐานข้อมูล โดยผู้ดูแลระบบสามารถทำการเลือกสถานีน้ำมันของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ที่ต้องการจะทำการสังเกตการณ์ผลการทำงานได้ และสามารถเลือกดูผลการทำงานได้อย่างใดอย่างหนึ่งแบบละเอียดมากขึ้นได้

3.2.3 แผนภาพลำดับการทำงานของระบบ (Sequence Diagram)

3.2.3.1 การเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์



ภาพที่ 3.3 แผนภาพลำดับการทำงานการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์

จากภาพที่ 3.3 เป็นการแสดงลำดับการทำงานของการทำงานของการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนแรกในการทำให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลผลการทำงานของแต่ละระบบที่เฝ้าสังเกตแบบเรียลไทม์ได้ และเป็นขั้นตอนแรกของแผนภาพลำดับต่อ ๆ ไป โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ผู้ดูแลระบบทำการป้อนข้อมูลสำหรับทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์จากหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

2) ผู้ดูแลระบบทำการกดปุ่มเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์

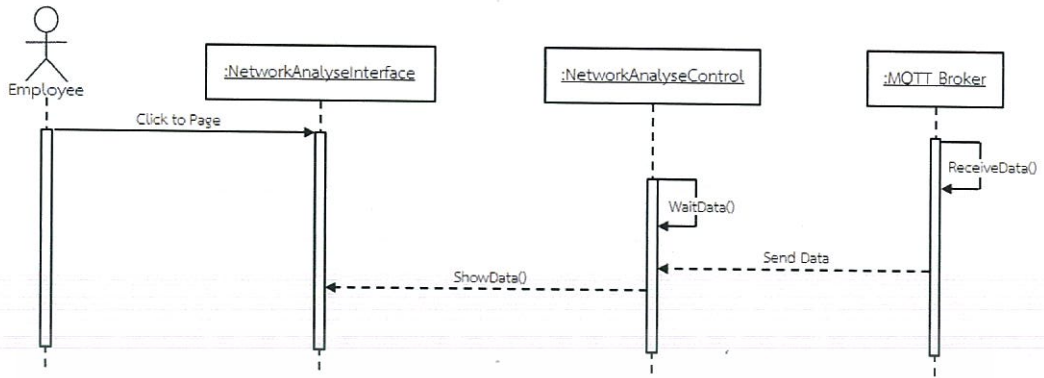
3) ข้อมูลการเชื่อมต่อจะถูกส่งไปยังส่วนควบคุมการเชื่อมต่อ

4) ส่วนควบคุมการเชื่อมต่อก็จะทำการส่งข้อความขอทำการเชื่อมต่อไปยังเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ เพื่อทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ ส่วนนี้จะถูกทำใหม่ทุกครั้งโดยอัตโนมัติเมื่อขาดการเชื่อมต่อในภายหลังจากการทำการเชื่อมต่อสำเร็จไปแล้ว

5) หากทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์สำเร็จเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์จะส่งข้อความที่บ่งบอกว่าสำเร็จกลับมา แล้วส่วนควบคุมการเชื่อมต่อจะทำการส่งคำสั่งเปลี่ยนสีปุ่มเชื่อมต่อที่อยู่บนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

6) หากทำการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์แล้วเกิดข้อผิดพลาดหรือไม่สำเร็จ ส่วนควบคุมการเชื่อมต่อจะปุ่มเชื่อมต่อจะไม่ทำการส่งคำสั่งเปลี่ยนสีปุ่มเชื่อมต่อที่อยู่บนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.3.2 การสังเกตการณ์ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

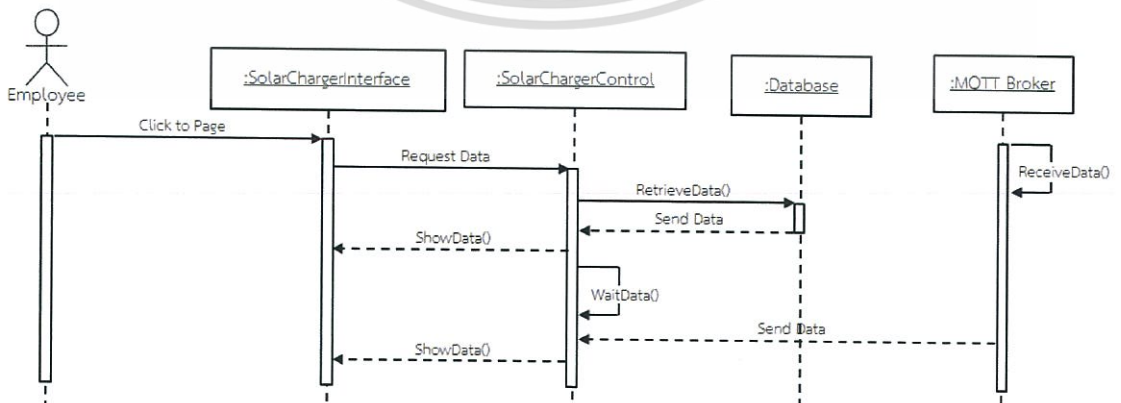


ภาพที่ 3.4 แผนภาพลำดับการทำการสังเกตการณ์ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

จากภาพที่ 3.4 เป็นการแสดงลำดับการทำงานของ การสังเกตการณ์ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน หลังจากที่มีการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโพรทกเกอร์แล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้ดูแลระบบจะทำการเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงผลการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน
- 2) ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชันจะรอรับข้อมูลผลการทำงานจากเอ็มคิวทีทีโพรทกเกอร์
- 3) เมื่อเอ็มคิวทีทีโพรทกเกอร์ได้รับข้อมูลผลการทำงานมาจากระบบที่เฝ้าสังเกต ก็จะทำการส่งข้อมูลมาให้ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.3.3 การสังเกตการณ์ระบบโซล่าชาร์จเจอร์



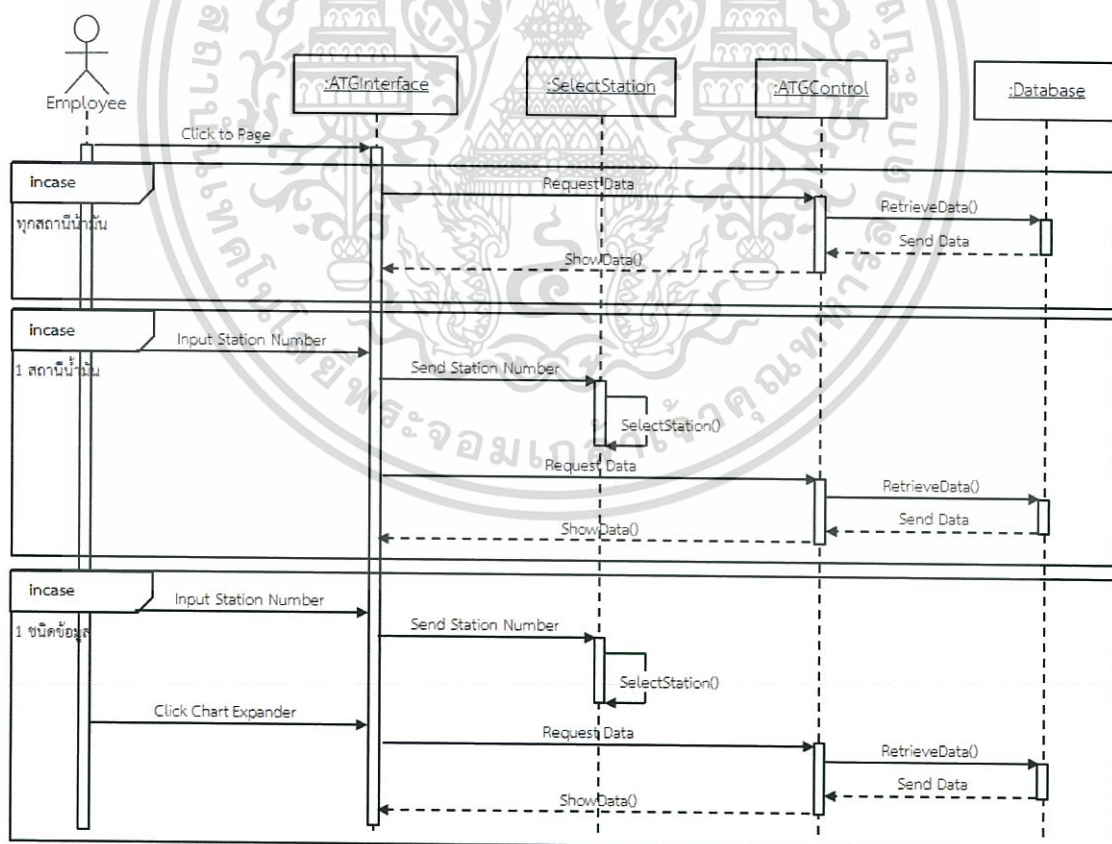
ภาพที่ 3.5 แผนภาพลำดับการทำการสังเกตการณ์ระบบโซล่าชาร์จเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.5 เป็นการแสดงลำดับการทำงานของ การสังเกตการณ์ระบบโซลาร์จเจอร์ หลังจากที่มีการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโพรเกอร์ แล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้ดูแลระบบจะทำการเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับทำการแสดงผลการทำงานของระบบโซลาร์จเจอร์
- 2) เว็บแอปพลิเคชันทำการขอข้อมูลผลการทำงานจากฐานข้อมูล
- 3) ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน จะทำการดึงเอาข้อมูลผลการทำงานจากฐานข้อมูล แล้วส่งไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 4) ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชันจะรอรับข้อมูลผลการทำงานจากเอ็มคิวทีทีโพรเกอร์
- 5) เมื่อเอ็มคิวทีทีโพรเกอร์ได้รับข้อมูลผลการทำงานมาจากระบบที่เฝ้าสังเกต ก็จะทำการส่งข้อมูลมาให้ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.3.4 การสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ



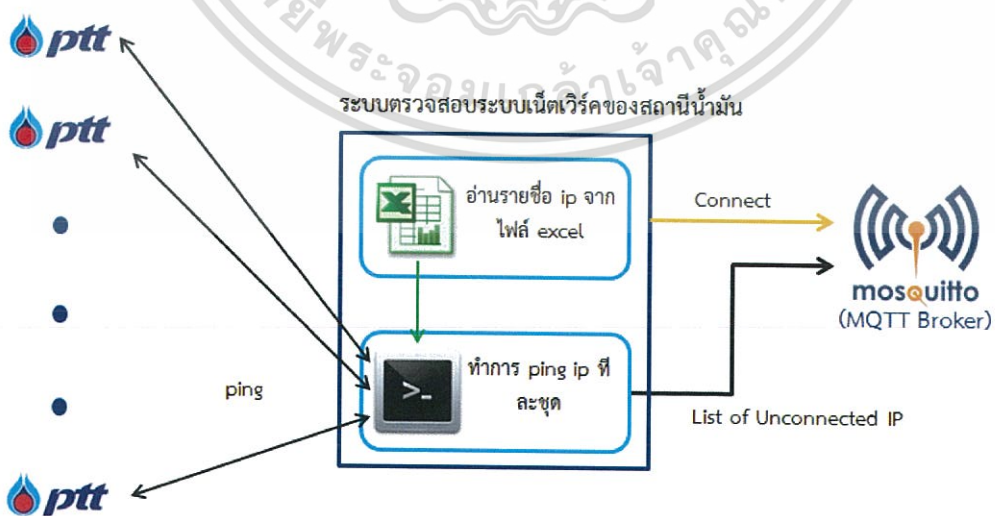
ภาพที่ 3.6 แผนภาพลำดับการทำงานสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.6 เป็นการแสดงลำดับการทำงานของ การสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ แต่ระบบนี้ไม่ต้องรอการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโพรท็อกเกอร์ แต่ถ้าหากมีการเชื่อมต่อก็จะทำให้เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลแบบเรียลไทม์ได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้ดูแลระบบทำการเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ที่แสดงผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ
- 2) เว็บแอปพลิเคชันจะทำการขอข้อมูลผลการทำงานโดยรวมของทุกสถานีน้ำมันจากฐานข้อมูล
- 3) ส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน จะทำการดึงเอาข้อมูลผลการทำงานโดยรวมของทุกสถานีน้ำมันจากฐานข้อมูล แล้วส่งไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 4) ผู้ดูแลระบบสามารถดูรายละเอียดผลการทำงานของสถานีน้ำมัน 1 สถานีได้ โดยการเลือกสถานีที่ต้องการ แล้วส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน จะทำการดึงเอาข้อมูลผลการทำงาน ของสถานีน้ำมันที่ต้องการมาจากฐานข้อมูล แล้วส่งไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 5) ผู้ดูแลระบบสามารถดูรายละเอียดผลการทำงาน 1 ชนิด ของสถานีน้ำมัน 1 สถานีได้ หลังจากการเลือกสถานีที่ต้องการแล้ว โดยกดปุ่มขยายกราฟของผลการทำการที่ต้องการ แล้วส่วนควบคุมของระบบบนเว็บแอปพลิเคชัน จะทำการดึงเอาข้อมูลผลการทำงาน ชนิดที่ต้องการของสถานีน้ำมันที่ต้องการมาจากฐานข้อมูลแล้วส่งไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

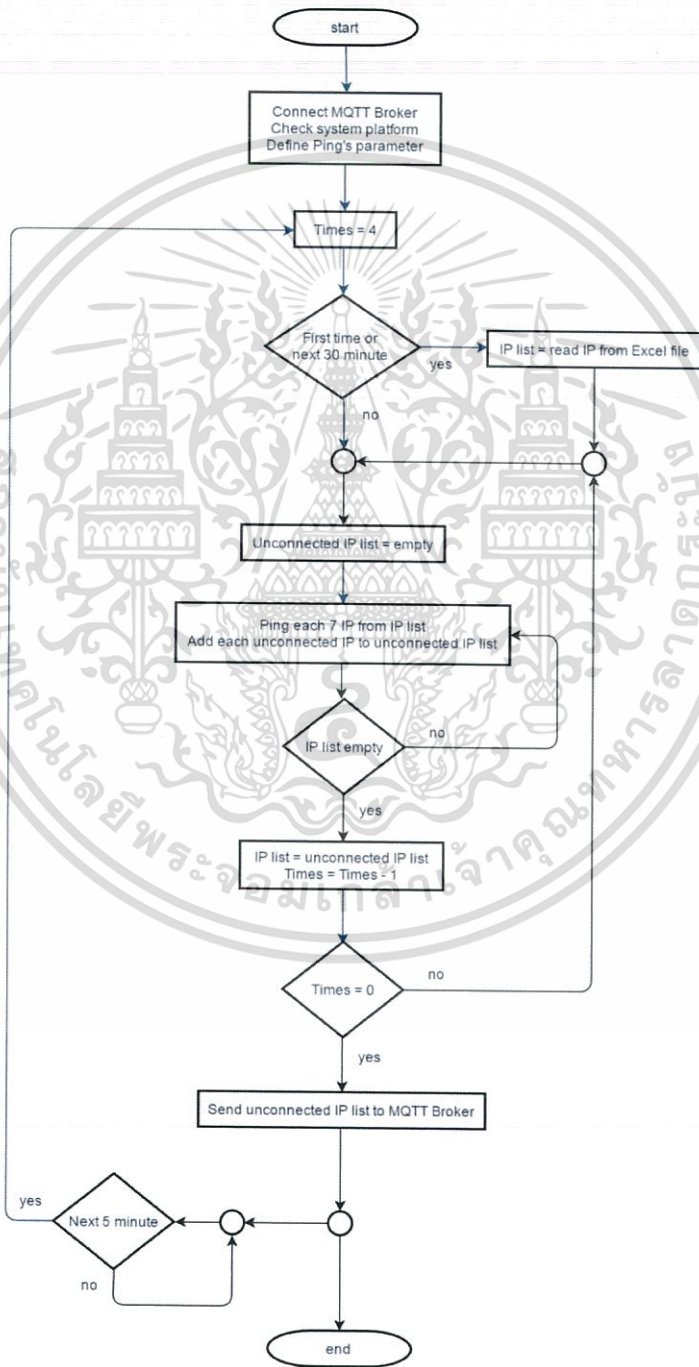
3.2.4 ภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน



ภาพที่ 3.7 ภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ข้อมูลใดที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.7 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน โดยระบบจะทำการอ่านรายชื่อไอพีแอดเดรสที่จะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อจากไฟล์เอกสารของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล แล้วจึงจะนำไปเข้ากระบวนการตรวจสอบการเชื่อมต่อ โดยจะทำการ ping ชื่อไอพีแอดเดรสทีละ 7 ชื่อ แล้วเก็บรายชื่อไอพีแอดเดรสทั้งหมดที่การเชื่อมต่อมีปัญหาหรือการเชื่อมต่อขาดหายส่งไปยังเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันนำไปแสดงผลแบบเรียลไทม์ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เฉพาะภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากศูนย์บริการลูกค้า
ภาพที่ 3.8 ภาพผังงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

จากภาพที่ 3.8 แสดงภาพผังงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน เป็นการแสดงรายละเอียดการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน ซึ่งแสดงรายละเอียดตั้งแต่การเปิดระบบ โดยสรุปขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของระบบหลังจากทำการเปิดระบบแล้วได้ดังนี้

1) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะทำการเชื่อมต่อตัวเองเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์และจะเชื่อมต่อเข้ากับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ใหม่ให้โดยอัตโนมัติเมื่อการเชื่อมต่อขาดหาย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์อยู่ตลอดเวลาจนกว่าระบบจะถูกปิดการทำงาน

2) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะทำการตรวจสอบระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการเปิดระบบ แล้วจึงทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จะใช้ในการ ping ให้ตรงกับระบบปฏิบัติการนั้น โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วย กำหนดจำนวนครั้งในการ ping แต่ละไอพีแอดเดรสเท่ากับ 1 ครั้ง กำหนดขนาดพื้นที่ข้อมูล (Data field) ของข้อความที่จะส่งออกไปในการ ping หรือข้อความเอ็กโครีควีสท์เท่ากับ 32 ไบต์ สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และ 56 ไบต์ สำหรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และกำหนดระยะเวลาในการรอข้อความผลการ ping หรือเอ็กโครีพลตอบกลับเท่ากับ 2 วินาที

3) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะทำการกำหนดจำนวนครั้งในการ ping รายชื่อไอพีแอดเดรสเท่ากับ 4 ครั้ง และจะกำหนดจำนวนครั้งในการ ping ให้เท่ากับ 4 ใหม่ เมื่อจำนวนจำนวนครั้งในการ ping ลดเหลือ 0 ครั้ง โดยจำนวนครั้งในการ ping จะลดลงทีละ 1 เมื่อระบบได้ทำการ ping รายชื่อไอพีแอดเดรสทั้งหมดเสร็จสิ้น 1 รอบ

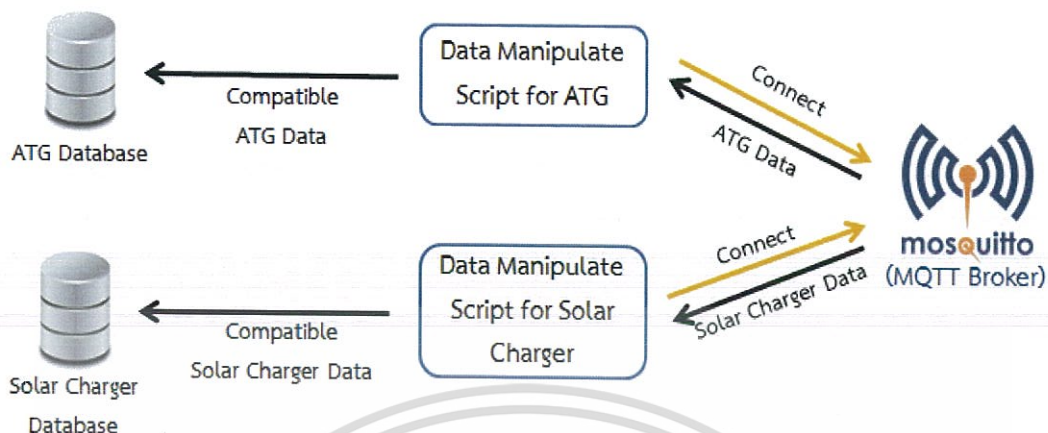
4) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะทำการกำหนดรายชื่อไอพีแอดเดรสโดยจะมีการตรวจสอบก่อน ถ้าหากเป็นการทำงานครั้งแรกหรือในทุก ๆ 30 นาที รายชื่อไอพีแอดเดรสจะถูกอ่านค่ามาใหม่จากไฟล์เอกสารของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล แต่ถ้าหากไม่ใช่รายชื่อไอพีแอดเดรสจะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับรายชื่อไอพีแอดเดรสที่ขาดการเชื่อมต่อจากการทำงานของระบบในครั้งก่อนหน้า ดังนั้นรายชื่อไอพีแอดเดรสจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะไม่ถูกกำหนดค่า

5) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะทำการ ping รายชื่อไอพีแอดเดรสทีละ 7 แล้วเก็บรายชื่อไอพีแอดเดรสที่ไม่สามารถติดต่อได้หรือการเชื่อมต่อขาดหาย ลงในรายชื่อไอพีแอดเดรสที่ขาดการเชื่อมต่อ จนกว่าจะ ping ครบทุกไอพีแอดเดรส และรายชื่อไอพีแอดเดรสที่ขาดการเชื่อมต่อจะถูกลบข้อมูลรายชื่อใหม่ทุกครั้งก่อนที่จะทำการ ping ครั้งใหม่

6) เมื่อระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กทำการ ping รายชื่อไอพีแอดเดรสครบทั้ง 4 ครั้ง ระบบจะทำการส่งผลการตรวจสอบ หรือรายชื่อไอพีแอดเดรสที่ขาดการเชื่อมต่อไปยังเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์แล้วระบบจะเริ่มทำงานใหม่เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที โดยระยะเวลา 5 นาทีนี้จะเริ่มนับหลังจากมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการ ping ดังนั้นระบบจะทำงานทุก ๆ 5 นาที และจะทำงานตลอดเวลาจนกว่าจะถูกปิดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ภาพรวมการทำงานของระบบการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 3.9 ภาพรวมการทำงานของระบบการเก็บข้อมูล

จากภาพที่ 3.9 ทำการแสดงภาพรวมการทำงานของระบบการเก็บข้อมูลผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ ซึ่งผลการทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันจะไม่ถูกทำการเก็บลงฐานข้อมูล และจากภาพจะเห็นว่า การเก็บข้อมูลผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ จะถูกเก็บลงฐานข้อมูลที่แยกจากกัน โดยแต่ละฐานข้อมูลจะมีตารางข้อมูลเพียงหนึ่งตาราง ซึ่งจะเป็นการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลอย่างง่าย เพื่อทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วต่อการทดลองระบบเว็บแอปพลิเคชัน และง่ายต่อการทำไฟล์ฐานข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลผลการทำงานต่าง ๆ ไปใช้ต่อ ซึ่งข้อมูลผลการทำงานของแต่ละระบบจะถูกทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการเก็บลงฐานข้อมูล โดยเซิร์ฟเวอร์ไสต์สคริปต์ของแต่ละระบบ ซึ่งเซิร์ฟเวอร์ไสต์สคริปต์จะมีการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโพรโทคอลบนหัวข้อการสื่อสารที่ต้องการรับข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยแสดงรายละเอียดตารางข้อมูลทั้งสองจากฐานข้อมูลได้ดังหัวข้อ 3.2.4.1

3.2.4.1 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ตารางที่ 3.6 พจนานุกรมข้อมูลของระบบโซล่าชาร์จเจอร์

Attribute	Data Type	Key	Allow Null	Meaning
TIMESTAMP	INT	PK	no	เวลาขณะทำการเก็บข้อมูล
VOLT	REAL		no	ระดับแรงดันไฟฟ้า
TEMPERATURE	REAL		no	ระดับอุณหภูมิ
HUMIDITY	REAL		no	ระดับความชื้น

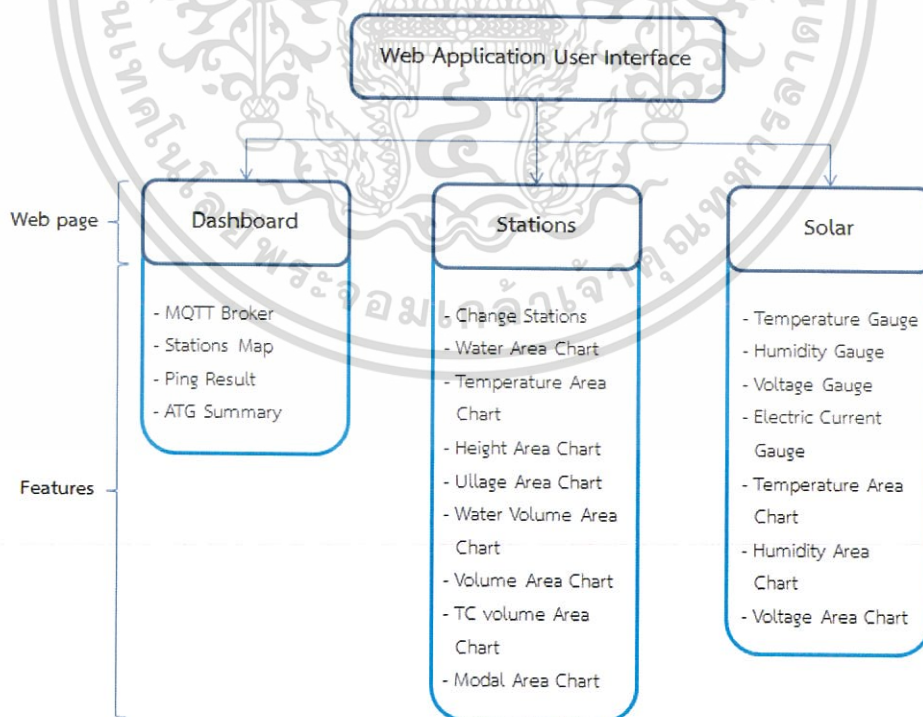
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 พจนานุกรมข้อมูลของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

Attribute	Data Type	Key	Allow Null	Meaning
TIMESTAMP	INT	PK	no	เวลาขณะทำการเก็บข้อมูล
WATER	REAL		no	ระดับน้ำ
TEMPERATURE	REAL		no	ระดับอุณหภูมิ
VOLUME	REAL		no	ระดับปริมาณ
TC_VOLUME	REAL		no	ระดับปริมาณของ TC
WATER_VOLUME	REAL		no	ระดับปริมาณน้ำ
HEIGHT	REAL		no	ระดับความสูง
ULLAGE	REAL		no	ระดับ Ullage
TANK_NUMBER	TEXT		no	เลขที่ของถังน้ำมัน
TANK_STATUS	TEXT		no	สถานะของถังน้ำมัน
PRODUCT_CODE	TEXT		no	รหัสของผลิตภัณฑ์
CHARACTER_DATA	TEXT		no	ข้อมูล Character

3.2.6 ภาพรวมโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.10 ภาพรวมโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.10 แสดงภาพรวมโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการแสดงหน้าที่การทำงานของแต่ละหน้าเว็บแอปพลิเคชัน โดยเว็บแอปพลิเคชันจะประกอบด้วยหน้าเว็บ 3 หน้าดังนี้

1) Dashboard เป็นหน้าที่ใช้แสดงผลรวมของการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน และเป็นหน้าที่ใช้ทำการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบลูกเกอร์

2) Stations เป็นหน้าที่ใช้แสดงผลการทำงานต่าง ๆ จากระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติของสถานีน้ำมันหนึ่งสถานี รวมถึงการแสดงผลการทำงานชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างละเอียดด้วย

3) Solar เป็นหน้าที่ใช้แสดงผลการทำงานต่าง ๆ ของระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

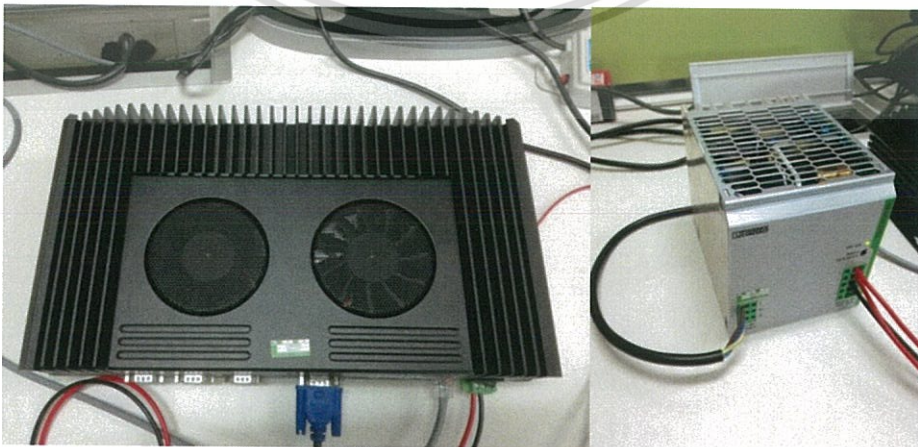
ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาระบบและทดสอบระบบย่อย และขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์ คือ การทดสอบระบบโดยรวม ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของทั้งระบบก่อนการส่งมอบงานให้กับผู้ใช้

4.1 การพัฒนาระบบและทดสอบระบบย่อย

ในส่วนของการพัฒนาระบบนั้น จะมีขั้นตอนของการทดสอบระบบย่อยควบคู่ไปด้วย เป็นการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบย่อยแต่ละส่วน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาในการพัฒนาระบบในส่วนอื่นต่อไป ก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการทดสอบระบบโดยรวม ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของทั้งระบบ

4.1.1 การพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ในการพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเซิร์ฟเวอร์นั้น ผู้พัฒนาได้ทำการติดตั้งโปรแกรมอรรถาเคลวีเอ็มแวร์ซอลบ็อกซ์บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นวินโดวส์เอ็มเบดเด็ด เพื่อจำลองคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการอุบนตุขึ้นมา เพื่อที่จะใช้ในการพัฒนาระบบเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ ต่อไป เนื่องจากระบบปฏิบัติการอุบนตุมีความเหมาะสมแก่การใช้งานมากกว่าในด้านความรวดเร็วของระบบปฏิบัติการ ความเร็วในการพัฒนาเนื่องจากการแก้ปัญหาที่สามารถทำได้ง่ายขึ้น และปลอดภัยจากการโจมตีของไวรัสเนื่องจากไวรัสคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันไม่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการประเภทลินุกซ์ได้ และเนื่องจากระบบปฏิบัติการอุบนตุที่ใช้นั้นไม่มีจียูไอ ผู้พัฒนาจึงได้ทำการศึกษาการทำงานผ่านซีแอลไอของระบบปฏิบัติการอุบนตุ



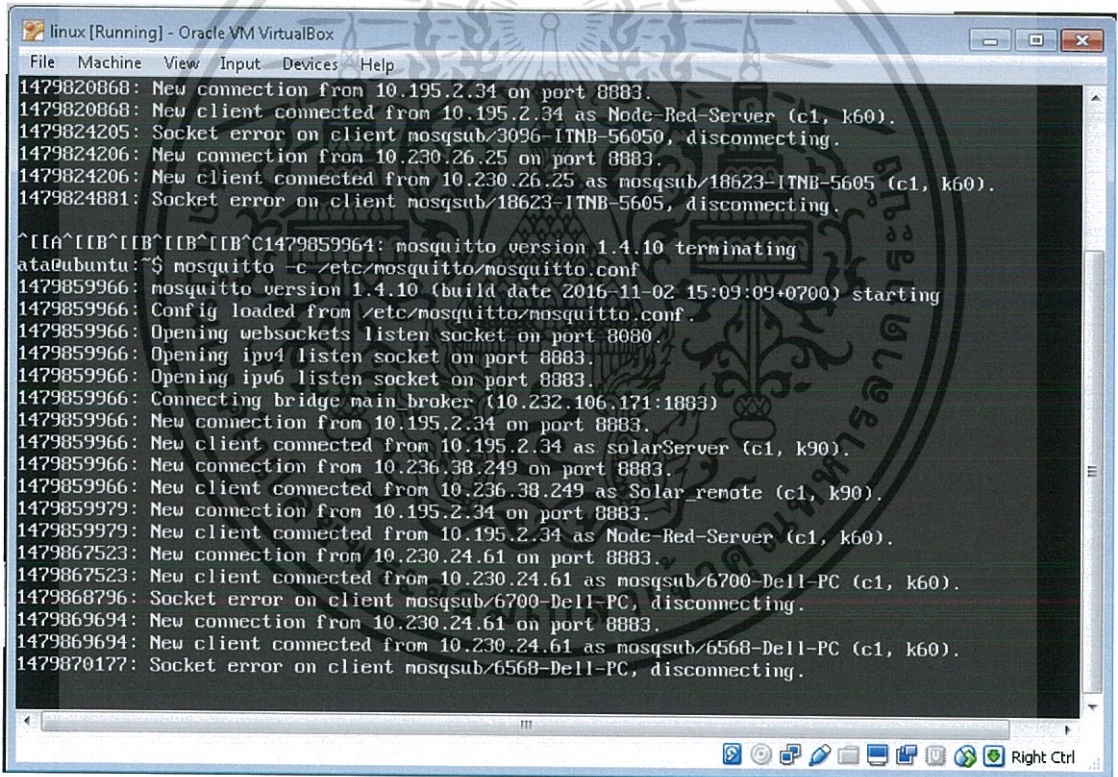
ภาพที่ 4.1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเครื่องแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.1 เป็นการแสดงภาพเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์เอ็มเบดเต็ดและเครื่องแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง ที่ผู้พัฒนาได้นำมาสร้างเป็นระบบ เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้สำหรับให้บริการระบบต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมัน อัดโนมิติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์

4.1.1.1 การพัฒนาและทดสอบเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาการทำงานของโพรโทคอลเอ็มคิวทีที ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างระบบต่าง ๆ และพัฒนาเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์โดยใช้ไลบรารีมอสคิวทิโและ เพื่อให้เอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์รองรับการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซอคเก็ตเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร กับเว็บแอปพลิเคชัน จึงต้องทำการดาวน์โหลดไฟล์ (Source Code) ของไลบรารีมอสคิวทิโมาทำการ กำหนดค่าต่าง ๆ ในไฟล์ของไลบรารีมอสคิวทิโก่อน แล้วทำการคอมไพล์และติดตั้งไลบรารีลงบน คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการอบุนตุที่จำลองขึ้น



ภาพที่ 4.2 การทดสอบการทำงานของเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

จากภาพที่ 4.2 เป็นการทดสอบผลการการทำงานของเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ โดยเปิดระบบเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ที่พัฒนาเสร็จแล้ว จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ ซึ่ง ผลการทดสอบเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์สามารถรองรับการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเว็บซอคเก็ตที่พอร์ต 8080 และสามารถรองรับการสื่อสารผ่านโพรโทคอลเอ็มคิวทีทีที่พอร์ต 8883 ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Administrator: Command Prompt - mosquito_sub -v -t # -h 10.195.2.155 -p 8883
C:\Windows\system32>mosquito_sub -v -t # -h 10.195.2.155 -p 8883
/solar/humd 56.7
/solar/temp 36.5
/solar/batt 24.03
/solar/humd 56.9
/solar/temp 36.5
/solar/batt 23.98
/solar/humd 56.9
/solar/temp 36.5
/solar/batt 24.01
/solar/humd 57.0
/solar/temp 36.4
/solar/batt 24.25
/solar/humd 57.1
/solar/temp 36.3
/solar/batt 24.34
/solar/humd 57.2
/solar/temp 36.3
/solar/batt 24.45
/solar/humd 57.2
/solar/temp 36.3
/solar/batt 24.14
```

ภาพที่ 4.3 การทดสอบการรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

จากภาพที่ 4.3 เป็นการทดสอบการรับข้อมูลการทำงานของระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์จากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ที่พอร์ต 8883 ซึ่งเป็นการสื่อสารผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีที โดยใช้คำสั่งในการจับสไครเบอร์ของไลบรารีมอสคิวโทในการทดสอบ เพื่อรับข้อมูลการทำงานแบบเรียลไทม์จากหัวข้อการสื่อสาร “#” และแสดงผลหัวข้อการสื่อสารพร้อมกับข้อมูลผลการทำงานที่ได้รับออกมาทางหน้าจอ

```
[{"timestamp_epoch": 1465903314935.0, "timestamp_ascii": "160614621"}, [{"u_volume": 8553.84, "u_temperature": 28.8, "u_character_data": "07", "u_height": 1.73, "u_water": 15.1, "u_tc_volume": 8557.089, "u_tank_number": "01", "u_ullage": 11346.16, "u_tank_status": "0002", "u_water_volume": 120.8, "u_product_code": "3"}]]
[{"timestamp_epoch": 1465903325791.0, "timestamp_ascii": "160614621"}, [{"u_volume": 8553.76, "u_temperature": 28.8, "u_character_data": "07", "u_height": 1.72, "u_water": 15.09, "u_tc_volume": 8556.93, "u_tank_number": "01", "u_ullage": 11346.24, "u_tank_status": "0002", "u_water_volume": 120.72, "u_product_code": "3"}]]
```

ภาพที่ 4.4 การทดสอบการรับข้อมูลของเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบการรับข้อมูลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ที่พอร์ต 8883 ซึ่งเป็นการสื่อสารผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่ใช้คำสั่งในการสังเกตการณ์ข้อมูลทุกอย่างที่มีการส่งผ่านเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์เพื่อรับข้อมูลแบบเรียลไทม์จากหัวข้อการสื่อสาร “/ATG/...”

4.1.1.2 การพัฒนาและทดสอบระบบการเก็บข้อมูลและฐานข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลผู้พัฒนาได้ทำการสร้างสคริปต์จากภาษาไพธอนเอาไว้ทำงานที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ 2 สคริปต์ สำหรับการรับข้อมูลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์มาจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ และจัดเรียงข้อมูลให้เหมาะสมแก่การเก็บก่อนทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างสคริปต์ภาษาไพธอนเพื่อติดต่อสื่อสารกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ ผู้พัฒนาได้ใช้ไลบรารีพลาโฮที่เป็นภาษาไพธอนในการพัฒนา โดยสคริปต์สามารถเชื่อมต่อเพื่อรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ได้ ซึ่งไลบรารีพลาโฮมีข้อดีคือ สามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ใหม่ได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อการเชื่อมต่อขาดหาย ส่วนในการสร้างฐานข้อมูลและการติดต่อกับฐานข้อมูล ผู้พัฒนาได้ใช้ภาษาเอสคิวแอลและไลบรารีเอสคิวแอลไลท์ในการสร้าง เนื่องจากมีข้อดีในเรื่องความสะดวกรวดเร็วและยังคงรองรับการทำงานของระบบได้อย่างสมบูรณ์

```
update
{'volt': 24.45, 'temperature': 36.3, 'humidity': 57.2}
Records created successfully
/solar/batt 24.14
/solar/humd 57.3
/solar/temp 36.3
update
{'volt': 24.14, 'temperature': 36.3, 'humidity': 57.3}
Records created successfully
/solar/batt 24.14
/solar/humd 57.3
/solar/temp 36.2
update
{'volt': 24.14, 'temperature': 36.2, 'humidity': 57.3}
Records created successfully
/solar/batt 24.09
/solar/humd 57.2
/solar/temp 36.2
update
{'volt': 24.09, 'temperature': 36.2, 'humidity': 57.2}
Records created successfully
/solar/batt 24.22
```

ภาพที่ 4.5 การทดสอบการเก็บข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

จากภาพที่ 4.5 เป็นการแสดงผลการทดสอบของระบบการเก็บข้อมูลผลการทำงานจากระบบโซล่าชาร์จเจอร์จากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ลงฐานข้อมูล โดยระบบการเก็บข้อมูลนี้จะคอยรับข้อมูลผลการทำงานตลอดเวลา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 3 อย่างด้วยกันคือ Voltage Humidity และ Temperature

4.1.1.3 การพัฒนาและทดสอบระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันถูกพัฒนาด้วยภาษาไพธอน โดยใช้แนวคิดในการเขียนโค้ดแบบกระจายการทำงาน (Threads) เพื่อให้สามารถทำงานได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน จึงช่วยให้การปึงข้อมูลรายชื่อไอพีแอดเดรสทั้งหมดรวดเร็วขึ้น รวมถึงการเขียนให้ระบบสามารถทำงานตามคาบเวลาที่กำหนดได้ (Schedule) ใช้โมดูลโอเพนพีวายเอ็กซ์แอล (Openpyxl) มาช่วยในการอ่านข้อมูลรายชื่อไอพีแอดเดรสจากไฟล์เอกสารของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล และใช้ไลบรารีพลาโฮที่เป็นภาษาไพธอนในการพัฒนาให้ระบบสามารถส่งข้อมูลไปยังเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

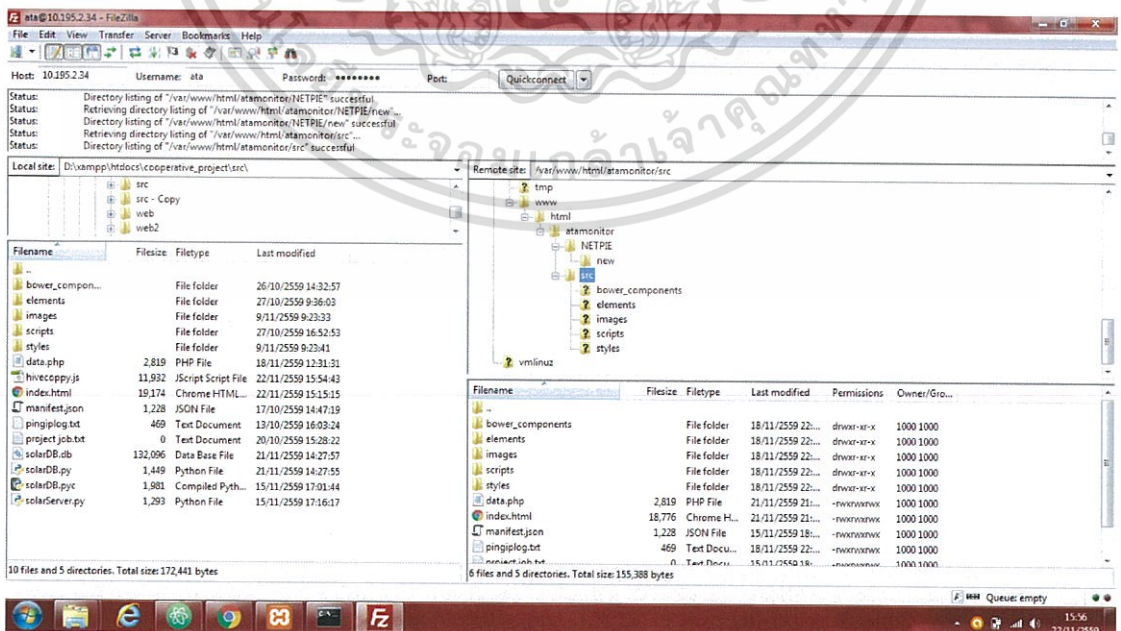
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน

เวลาในการรอ ข้อความตอบกลับ	เวลาในการทำงาน 1 รอบ	จำนวนไอพีแอดเดรสที่ขาดการเชื่อมต่อ			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1 วินาที	1.30 นาที	129	111	103	99
2 วินาที	2.40 นาที	109	102	99	99

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน เปรียบเทียบระหว่าง ระยะเวลาในการรอข้อความตอบกลับ 1 และ 2 วินาที พบว่า ระยะเวลาในการรอข้อความตอบกลับ 2 วินาที มีความน่าเชื่อถือมากกว่า เพราะได้ผลลัพธ์ที่แน่นอนตั้งแต่ครั้งที่ 3 และยังใช้เวลาในการทำงานแค่ 2.40 นาที ซึ่งไม่เกิน 5 นาที หรือเวลาในการทำงานของรอบถัดไป

4.1.1.4 การติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันลงเครื่องเซิร์ฟเวอร์

การติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันลงบนระบบปฏิบัติการอุบุนตุนั้น ต้องติดตั้งแพ็คเกจแอลเอเอ็มพี (LAMP) ซึ่งเป็นชื่อของซอฟต์แวร์ 4 ชนิด มารวมกัน คือ ลินุกซ์ อะแพชี มายเอสคิวแอล และพีเอชพี เพื่อให้สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ รวมถึงการกำหนดค่าของอะแพชีให้สามารถรองรับการใช้งานไลบรารีเอสคิวแอลไลต์ที่ใช้ในการสร้างระบบฐานข้อมูลได้ และใช้โปรแกรมไฟล์ซิลล่าในการจัดการเกี่ยวกับระบบไฟล์ต่าง ๆ ในเซิร์ฟเวอร์ เช่น การกำหนดสิทธิ์ในการใช้งานแต่ละไฟล์ รวมถึงใช้ในการย้ายไฟล์จากเครื่องที่ใช้ในการพัฒนาไปยังเซิร์ฟเวอร์ด้วย แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรมไฟล์ซิลล่าดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 การจัดการไฟล์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรแกรมไฟล์ซิลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเว็บแอปพลิเคชัน

การพัฒนาและทดสอบระบบย่อยฝั่งเว็บแอปพลิเคชัน ผู้พัฒนาระบบได้ใช้โปรแกรมเอ็กซ์แอมป์ทำการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาให้กลายเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับทำการทดสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันก่อนที่จะนำระบบต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันไปติดตั้งทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์

4.1.2.1 การพัฒนาและทดสอบระบบจัดการเว็บแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนั้น หากมีการใช้เครื่องมือในการช่วยจัดการขั้นตอนต่าง ๆ จะช่วยทำให้การทำงานของผู้พัฒนาระบบสะดวกเร็วขึ้น ผู้พัฒนาจึงทำการค้นหาและศึกษาเครื่องมือที่จะใช้ช่วยในการพัฒนา โดยประกอบด้วยเครื่องมือดังนี้

1) กิต เป็นระบบที่ผู้พัฒนานำมาช่วยในการเก็บไฟล์และจัดการการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับไฟล์รวมถึงข้อมูลที่อยู่ในไฟล์ ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ เช่น เมื่อไฟล์ที่พัฒนาเกิดปัญหาทำให้เว็บแอปพลิเคชันไม่สามารถทำงานได้โดยไม่ทราบสาเหตุ ผู้พัฒนาสามารถทำให้ไฟล์ย้อนกลับไปเป็นเวอร์ชันหน้าที่ก่อนที่จะถูกทำการแก้ไข เพื่อให้ไฟล์ที่พัฒนายังสามารถทำงานได้ และช่วยบอกตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกแก้ไขในไฟล์ เพื่อลดโอกาสการเกิดความผิดพลาดในการเขียนโค้ด และยังช่วยให้แก้ไขโค้ดทำได้รวดเร็วขึ้น เป็นต้น

2) โปรแกรมเทอร์ทอยส์กิต เป็นจียูไอของกิตที่จะช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถใช้งานกิตได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น เช่น การอัปเดตไฟล์ขึ้นไปเก็บบนกิตและการแก้ไขไฟล์ให้ถูกต้อง เป็นต้น

3) โบเวอร์ เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาช่วยในการติดตั้ง อับเดท และเก็บรายชื่อไลบรารีต่าง ๆ ที่ใช้พัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้การจัดการไลบรารีต่าง ๆ ในครั้งถัดไปสามารถทำได้รวดเร็วขึ้น

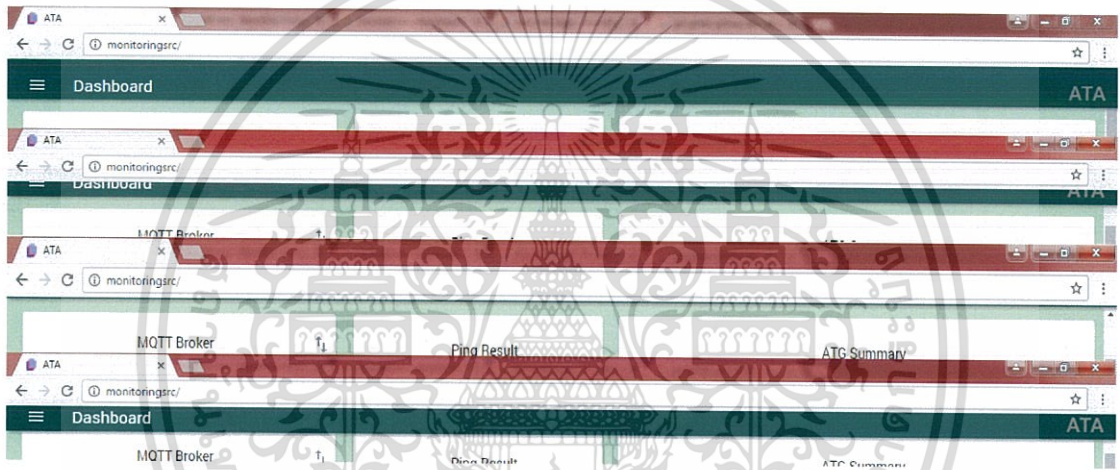
4) กัลฟ์เจเอส เป็นเครื่องมือที่ผู้พัฒนานำมาพัฒนาด้วยภาษาจาวาสคริปต์ เพื่อช่วยในการทำงานต่าง ๆ ประกอบด้วย การคัดลอก (Copy) ไฟล์และโฟลเดอร์ การย่อขนาดไฟล์เอชทีเอ็มแอล จาวาสคริปต์ ซีเอสเอส และรูป เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น และประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล และการรวมหลาย HTTP Request ในเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การนำเข้า (Import) ไลบรารีต่าง ๆ ให้กลายเป็น HTTP Request เพียงอันเดียว เพื่อลดความคับคั่ง (Congestion) เมื่อมีการเปิดเว็บแอปพลิเคชันจากหลาย ๆ ที่พร้อมกัน

4.1.2.2 การพัฒนาและทดสอบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

การพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชันและคุณลักษณะของเว็บแอปพลิเคชันต่าง ๆ ผู้พัฒนาได้พัฒนาโดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล จาวาสคริปต์ และซีเอสเอส โดยใช้ไลบรารีโพลีเมอร์เป็นหลัก พัฒนามตามแนวคิดของเว็บคอมโพเนนท์ ซึ่งไลบรารีโพลีเมอร์นั้นมีลูกเล่นในการตกแต่งเว็บแอปพลิเคชันมากมายให้เลือกใช้ เช่น การทำแอนิเมชัน เป็นต้น รวมถึงมีการใช้ไลบรารีต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ไลบรารีเพจเจเอสในการเชื่อมโยงหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 2) ไลบรารีเจคิววีถูกนำมาใช้ในการดึงเอาข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยใช้เทคนิคเอแจ็ทซ์และเชื่อมโยงการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชัน
- 3) ไลบรารีไฮชาร์ตในการทำกราฟ
- 4) ไลบรารีวาดินในการทำตารางแสดงผล และไอคอน
- 5) ไลบรารีลีฟเล็ตถูกนำมาใช้ในการสร้างแผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีน้ำมันตามที่ตั้งต่าง ๆ
- 6) ไลบรารีกูเกิลชาร์ต (Google Charts) เป็นไลบรารีที่ถูกติดตั้งมากับโพลีเมอร์ในการทำกราฟตามแนวคิดเว็บคอมโพเนนท์



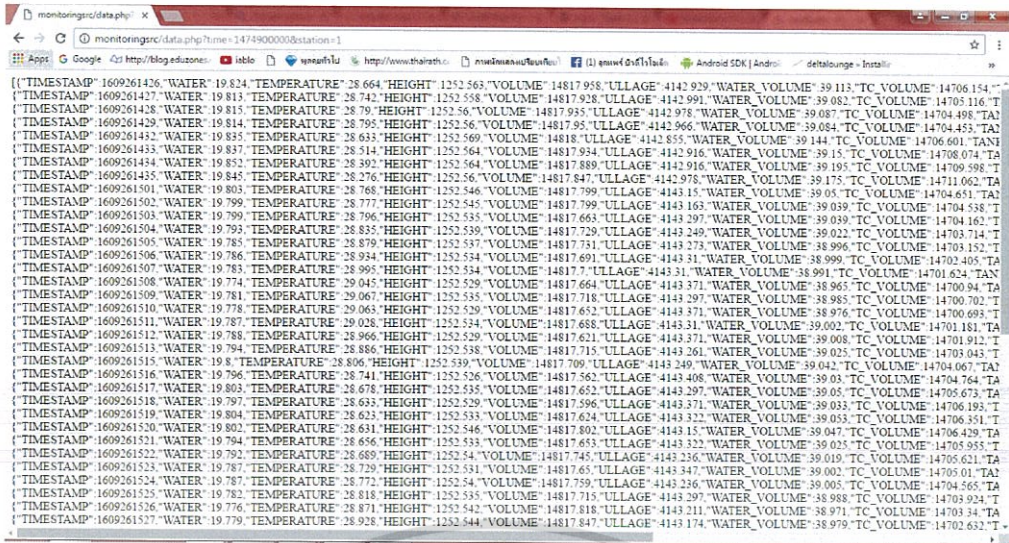
ภาพที่ 4.7 การทดสอบแอนิเมชันแฮนด์เลอร์ของเว็บแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 4.7 แสดงการทดสอบแอนิเมชันแฮนด์เลอร์ของเว็บแอปพลิเคชัน โดยแฮนด์เลอร์จะค่อย ๆ หายไปที่ละนิด เมื่อผู้ใช้ทำการเลื่อนหน้าเว็บแอปพลิเคชันลง (Scroll Down) และจะกลับมามีภาพเดิมทีละนิด เมื่อผู้ใช้ทำการเลื่อนหน้าเว็บแอปพลิเคชันขึ้น (Scroll Up) ซึ่งเป็นการเพิ่มขนาดพื้นที่ของหน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อไม่ต้องการใช้งานเมนูต่าง ๆ บนแฮนด์เลอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการณ์ผลการทำงานของระบบต่าง ๆ ได้สะดวกขึ้น

3.3.2.3 การพัฒนาและทดสอบการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล

สคริปต์การดึงเอาข้อมูลจากฐานข้อมูล มาแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน พัฒนาโดยใช้ภาษาพีเอชพีและภาษาเอสคิวแอลรวมถึงไลบรารีเอสคิวแอลไลท์ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยมีการทำงานคือ ไลบรารีเจคิววีจากหน้าเว็บแอปพลิเคชัน จะทำการส่งข้อความการขอข้อมูลจากหน้าเว็บแอปพลิเคชัน มายังสคริปต์ที่ใช้ดึงข้อมูลนี้ โดยใช้คำสั่งเอแจ็ทซ์ที่ใช้ร้องขอข้อมูลโดยส่งคำร้องขอและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ผ่านยูอาร์แอลมายังสคริปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 การทดสอบการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลผ่านยูอาร์แอล

จากภาพที่ 4.8 เป็นการทดสอบการดึงเอาข้อมูลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติจากฐานข้อมูลผ่านยูอาร์แอลแบบไม่ใช่ไลบรารีเจคิววี แต่ทำการพิมพ์ยูอาร์แอลและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ส่งผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยตรง ถ้าเกิดระบบทำงานได้ถูกต้องเว็บเบราว์เซอร์ก็จะแสดงผลข้อมูลออกมาเป็นข้อความตามที่ต้องการ

4.1.2.4 การพัฒนาและทดสอบการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์

ในการเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์พัฒนาโดยใช้ไลบรารีพาโฮที่เป็นภาษาจาวาสคริปต์ เพื่อรับข้อมูลเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์และมีข้อดี คือ สามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์ใหม่ได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อการเชื่อมต่อขาดหายและพัฒนาให้เว็บแอปพลิเคชันมีการใช้การรับข้อมูลจากเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์ในการทำให้เว็บแอปพลิเคชันดึงเอาข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใหม่ เพื่อให้การแสดงผลที่อาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลเป็นระบบเรียลไทม์เช่นกัน

```

Our app is ready to rock!
/
onConnect
callback
/solar/#
onMessageArrived:/solar/temp|53.9
onMessageArrived:/solar/humd|24.7
onMessageArrived:/solar/batt|23.907
onMessageArrived:/solar/temp|53.8
onMessageArrived:/solar/humd|24.7
onMessageArrived:/solar/batt|23.998
> |

```

ภาพที่ 4.9 การทดสอบการสื่อสารของเว็บแอปพลิเคชันกับเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้แก่โรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดเห็นประโยชน์เชิงพาณิชย์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

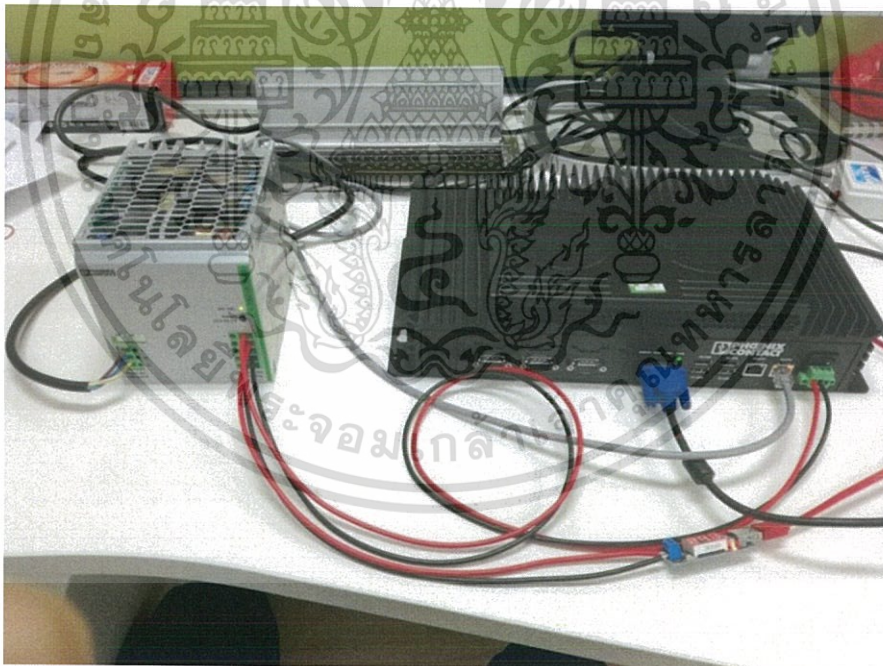
จากภาพที่ 4.9 แสดงการทดสอบของเว็บแอปพลิเคชันในการเชื่อมต่อ และรับข้อมูลการทำงานของระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์แบบเรียลไทม์จากเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์ เพื่อที่จะนำไปแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันต่อไป ซึ่งมีข้อมูล 3 อย่างด้วยกันคือ Voltage Humidity และ Temperature

4.2 กระบวนการทดสอบและส่งมอบระบบ

กระบวนการส่งมอบระบบเว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซลาร์ชาร์จเจอร์ จะมีการทดสอบการทำงานโดยรวมทั้งฝั่งเซิร์ฟเวอร์และเว็บแอปพลิเคชันก่อนที่จะทำการส่งมอบระบบ

4.2.1 การทดสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ด้วยการเปิดการทำงานเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์ ระบบการเก็บข้อมูล เว็บเซิร์ฟเวอร์ และระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน และทำการตรวจสอบการทำงานร่วมกันของแต่ละระบบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำการเปิดให้บริการ



ภาพที่ 4.10 การทดสอบการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์

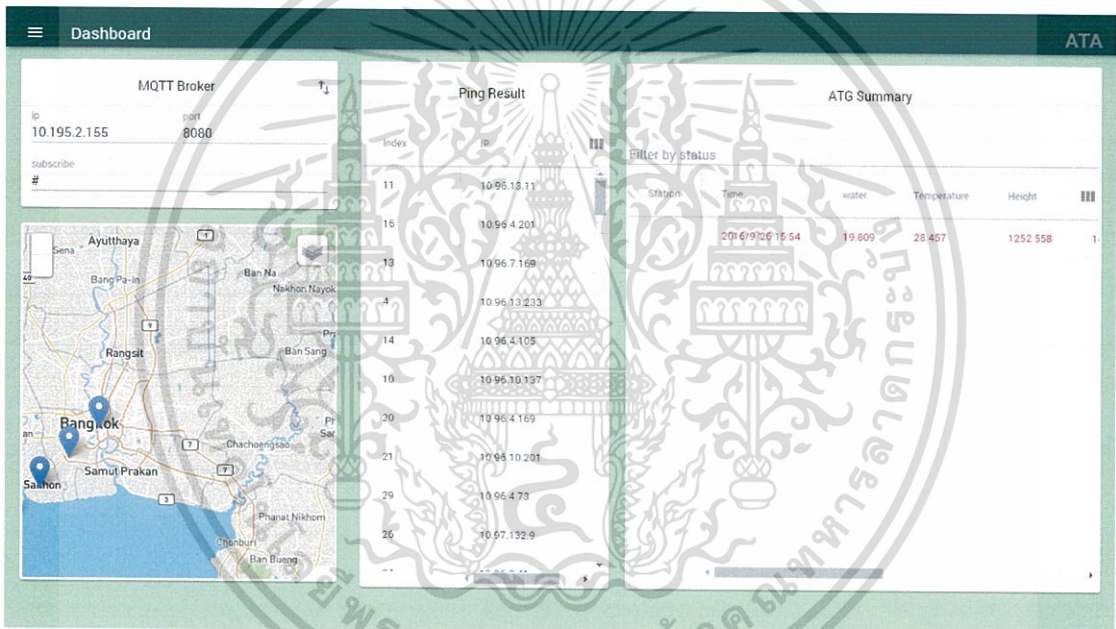
จากภาพที่ 4.10 แสดงการทำงานของฮาร์ดแวร์ในขณะเปิดให้บริการระบบต่าง ๆ โดยจะประกอบด้วยเครื่องแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรงและเครื่องเซิร์ฟเวอร์วินโดวส์ เอ็มเบดเด็ด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

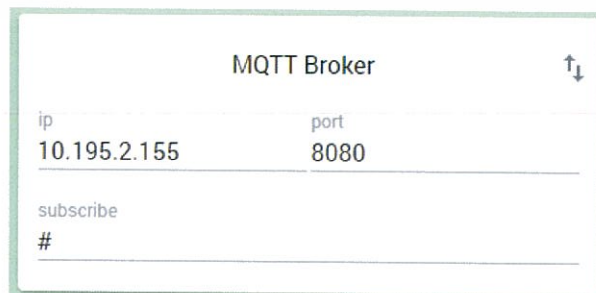
เป็นการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ในเรื่องของการรับ และแสดงผลข้อมูลการทำงานของระบบต่าง ๆ หลังจากที่ได้ทำการเปิดให้บริการระบบต่าง ๆ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้ว ดังนี้

1) ทดสอบการทำงานหน้า Dashboard

หน้า Dashboard เป็นหน้าแรกเว็บแอปพลิเคชัน ใช้สำหรับการแสดงผลข้อมูลจากระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ พิกัดของสถานีน้ำมัน และการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ โดยในขั้นแรกผู้ดูแลระบบต้องทำการเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ก่อน เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลการทำงานของแต่ละระบบที่ทำการสังเกตการณ์แบบเรียลไทม์ได้



ภาพที่ 4.11 การทดสอบการทำงานโดยรวมหน้า Dashboard



ภาพที่ 4.12 การทดสอบการเชื่อมต่อเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.12 เมื่อทำการใส่หมายเลขไอพีแอดเดรส พอร์ต และ หัวข้อการสื่อสารที่ต้องการสื่อสาร (Subscribe) กับอีเมลที่ที่โบรกเกอร์ แล้วทำการกดปุ่มเชื่อมต่อ เว็บแอปพลิเคชันเข้ากับอีเมลที่ที่โบรกเกอร์ได้สำเร็จ เว็บแอปพลิเคชันก็จะสามารถรับข้อมูลผลการ ทำงานของระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เพื่อนำข้อมูลผล การทำงานของทั้งสองระบบมาแสดงผลบนส่วนต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันได้ นอกจากนี้เว็บแอป พลิเคชันสามารถใช้การรับข้อมูลผลการทำงานแบบเรียลไทม์ที่ได้รับมาจากอีเมลที่ที่โบรกเกอร์ไปทำ ให้การดึงเอาข้อมูลผลการทำงานที่ถูกเก็บลงฐานข้อมูลมาแสดงผลบนส่วนต่าง ๆ ของเว็บแอปลิเค ซันเป็นระบบเรียลไทม์ได้

Index	IP
353	10.96.158.201
352	10.97.139.41
332	10.96.155.105
332	10.96.155.99
326	10.96.222.169
326	10.96.222.168
322	10.96.222.137
313	10.96.156.137
307	10.97.137.73

ภาพที่ 4.13 การทดสอบการจัดเรียงลำดับการแสดงผลข้อมูลตาราง

จากภาพที่ 4.13 ข้อมูลผลการตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานี น้ำมัน ที่เว็บแอปพลิเคชันได้รับมาจากอีเมลที่ที่โบรกเกอร์จะถูกแสดงอยู่ในรูปของตารางข้อมูล ซึ่ง ข้อมูลผลการตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กจะประกอบด้วยลำดับของสถานีน้ำมันและหมายเลขไอพี แอดเดรสกับหมายเลขเกตเวย์ของสถานีน้ำมันที่ขาดการเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์ก โดยตารางข้อมูล สามารถเรียงลำดับข้อมูลผลการตรวจสอบให้สามารถที่จะแสดงข้อมูลผลการตรวจสอบตามตัวอักษร หรือตามตัวเลขได้ เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถทำการค้นหาข้อมูลผลการตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์ก ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATG Summary

Filter by status

Station	Time	water	
	2016/9/26 15:54	19.809	<input checked="" type="checkbox"/> Time <input checked="" type="checkbox"/> water Temperature Height Volume Ullage Water Volume Tank Number Tank Status TC Volume

ภาพที่ 4.14 การทดสอบการเลือกเปิดดูหรือซ่อนข้อมูลตาราง

ATG Summary

Filter by status
00

Station	Time	water	Temperature	Tank Status
	2016/9/26 15:54	19.809	28.457	0000

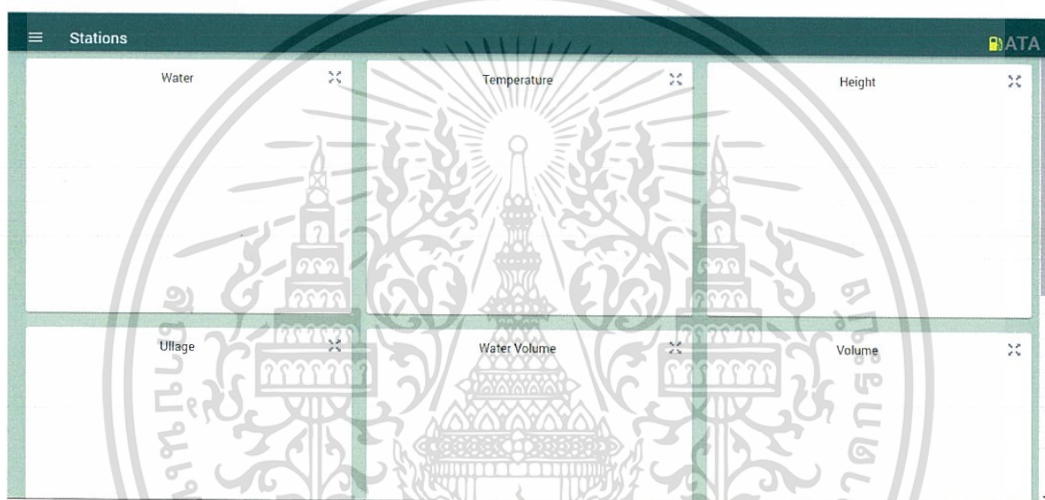
ภาพที่ 4.15 การทดสอบการเลือกแสดงผลข้อมูลตาราง

จากภาพที่ 4.14 และ 4.15 ผลการทำงานรวมของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ เป็นข้อมูลผลการทำงานที่ได้รับมาจากฐานข้อมูล และถูกนำมาแสดงให้อยู่ในรูปแบบของตารางข้อมูล ซึ่งตารางข้อมูลสามารถที่จะเรียงลำดับข้อมูลผลการทำงานตามตัวอักษรหรือตัวเลขได้ สามารถเลือกเปิดดูหรือซ่อนชนิดข้อมูลผลการทำงานที่ไม่ต้องการสังเกตการณ์ และสามารถไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกแสดงผลข้อมูลผลการทำงานตามสถานะที่ต้องการได้ รวมถึงมีการเปลี่ยนสีการแสดงผลข้อมูลผลการทำงานของสถานีน้ำมันที่มีสถานะที่ผิดปกติ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถค้นหาและสังเกตผลการทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

2) ทดสอบการทำงานหน้า Stations

หน้า Stations เป็นหน้าที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลผลการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติที่สถานี ซึ่งข้อมูลผลการทำงานจะถูกนำมาแสดงให้อยู่ในรูปของกราฟเส้น โดยสามารถดูข้อมูลผลการทำงานแบบรวมของแต่ละสถานี หรือดูข้อมูลผลการทำงานแต่ละชนิดอย่างละเอียดย้อนหลังตามช่วงเวลาที่ต้องการได้ โดยข้อมูลผลการทำงานที่แสดงจะถูกดึงมาจากฐานข้อมูล

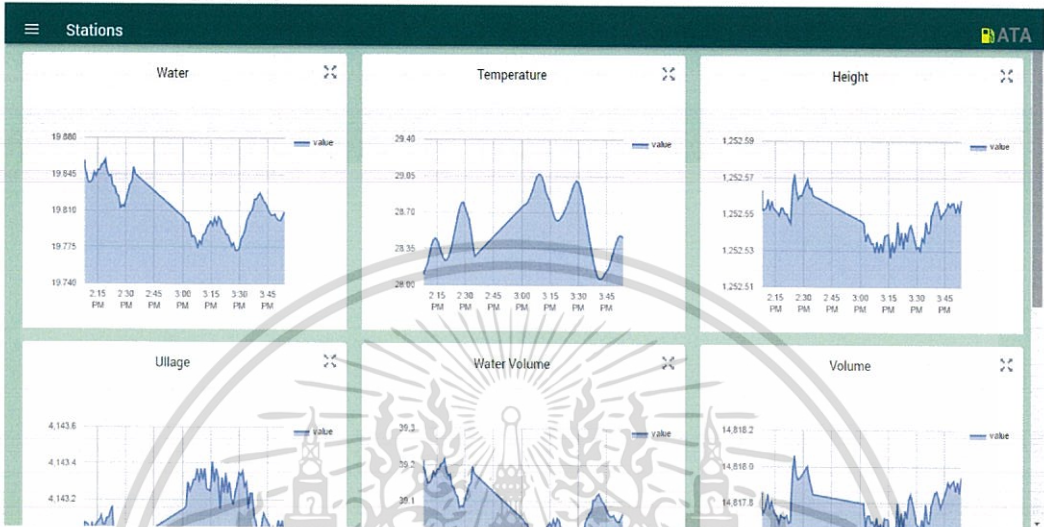


ภาพที่ 4.16 การทดสอบกราฟผลการทำงานรวมของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติก่อนเลือกสถานี

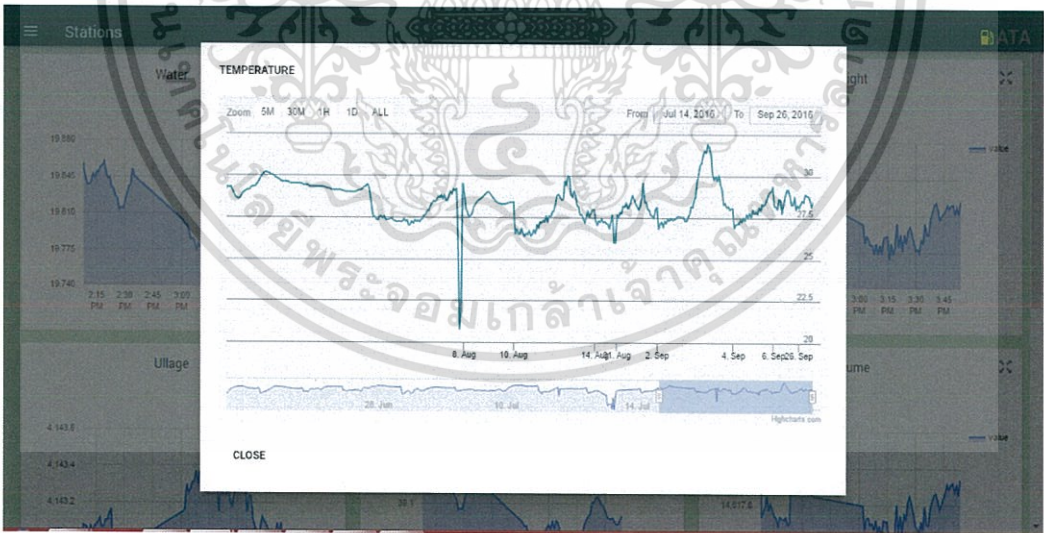


ภาพที่ 4.17 การทดสอบกราฟผลการทำงานย่อยของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติก่อนเลือกสถานี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.16 และ 4.17 เมื่อผู้ดูแลระบบยังไม่ได้ทำการเลือกสถานีน้ำมัน ที่จะให้เว็บแอปพลิเคชันทำการแสดงข้อมูลผลการทำงาน การแสดงผลการทำงานหน้า Stations และการเปิดดูหน้าผลการทำงานย่อยแต่ละชนิดจากหน้า Stations ก็จะไม่มีความแสดงผลการทำงานในการแสดงผล



ภาพที่ 4.18 การทดสอบกราฟผลการทำงานรวมของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติหลังเลือกสถานี



ภาพที่ 4.19 การทดสอบกราฟผลการทำงานย่อยของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติหลังเลือกสถานี

จากภาพที่ 4.18 และ 4.19 เมื่อผู้ดูแลระบบทำการเลือกสถานีน้ำมัน ที่จะให้เว็บแอปพลิเคชันทำการแสดงข้อมูลผลการทำงานแล้ว การแสดงผลการทำงานหน้า Stations และการเปิดดูผลการทำงานย่อยแต่ละชนิดจากหน้า Stations ก็จะมีข้อมูลผลการทำงานในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผล และจากภาพที่ 4.19 การดูผลการทำงานย่อยแต่ละชนิด ผู้ดูแลระบบสามารถที่จะเลือกช่วงเวลาในการดูผลการทำงานได้ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 4.20 การทดสอบการเลือกหรือการเปลี่ยนสถานีของระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติ

จากภาพที่ 4.20 การเลือกหรือเปลี่ยนสถานีน้ำมัน ที่จะทำการดูข้อมูล ทำได้โดยการกดปุ่มเลือกสถานีน้ำมัน แล้วทำการพิมพ์หมายเลขลำดับของสถานีน้ำมัน

3) ทดสอบการทำงานหน้า Solar

หน้า Solar เป็นหน้าที่ทำหน้าที่แสดงข้อมูลผลการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์ ซึ่งข้อมูลการทำงานที่แสดงมีทั้งส่วนที่รับมาจากเอ็มคิวทีทีโพรกเกอร์และส่วนที่ดึงมาจากฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.21 การทดสอบการแสดงผลกราฟการทำงานรวมของระบบโซลาร์เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.21 การแสดงผลการทำงานแบบเกจและกราฟเส้น โดยสีของเกจสามารถเปลี่ยนตามระดับของค่าของข้อมูลการทำงานที่รับมาจากเอ็มคิวทีทีโบลูกเกอร์ได้ และถ้าหากไม่มีข้อมูลทั้งเกจและกราฟเส้นก็จะแสดงค่าข้อมูลเท่ากับศูนย์ เพื่อไม่ให้เกิดการแสดงผลข้อมูลผิดพลาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

เว็บแอปพลิเคชันสังเกตการณ์ระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้ตรวจสอบระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น การดำเนินการพัฒนาจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 เซิร์ฟเวอร์

1) เอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ เป็นตัวกลางของการสื่อสารข้อมูลทั้งระบบผ่านโพรโทคอลเอ็มคิวทีที คอยทำหน้าที่รับและส่งต่อข้อมูลที่ระบบต่าง ๆ สื่อสารกันในแต่ละหัวข้อมการสื่อสาร

2) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน เป็นระบบที่จะคอยตรวจสอบการเชื่อมต่อทางเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันแต่ละสถานี และส่งผลลัพธ์ผ่านเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ไปยังเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลการตรวจสอบแก่ผู้ตรวจสอบระบบ

3) เว็บเซิร์ฟเวอร์ คือ การติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเสร็จแล้วลงบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ทดสอบการทำงานจริงของระบบเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับระบบต่าง ๆ และเพื่อให้ผู้ตรวจสอบระบบนำไปใช้งานต่อไป

4) ระบบการเก็บข้อมูลและฐานข้อมูล เป็นการพัฒนาฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูลที่ได้รับจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์ลงฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน

5.1.2 เว็บแอปพลิเคชัน

1) ระบบจัดการเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการใช้เครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาเพื่อช่วยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกสบายในการพัฒนามากขึ้น

2) เว็บแอปพลิเคชัน คือ ส่วนของเว็บที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลจากระบบวัดปริมาณน้ำมันอัตโนมัติและระบบโซล่าชาร์จเจอร์ รวมถึงตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมันให้ผู้ตรวจสอบระบบ ซึ่งมีทั้งข้อมูลที่ได้รับจากฐานข้อมูลและข้อมูลที่ได้รับจากเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การเชื่อมต่อจากเว็บแอปพลิเคชันไปยังเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์สามารถเชื่อมต่อได้แค่หนึ่งหัวข้อมการสื่อสาร ซึ่งปัจจุบันใช้เชื่อมต่อหัวข้อมการสื่อสารรวม ดังนั้นในอนาคตควรพัฒนาให้สามารถเชื่อมต่อได้หลายหัวข้อมการสื่อสาร เนื่องจากในอนาคตเอ็มคิวทีทีโบริกเกอร์อาจมีการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระบบต่าง ๆ อีกมาก ทำให้การรับข้อมูลที่ไม่จำเป็นสำหรับเว็บแอปพลิเคชันส่งผลให้เว็บแอปพลิเคชันอาจทำงานได้ช้าหรือเกิดการทำงานผิดพลาดได้

2) ระบบตรวจสอบระบบเน็ตเวิร์กของสถานีน้ำมัน มีการทำงานที่รวดเร็วเมื่อเทียบกับจำนวนการทำงานทั้งหมดที่ต้องทำ แต่ต้องแลกด้วยทรัพยากรของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นในอนาคตควรจะพัฒนาให้สามารถลดการใช้งานทรัพยากรได้แต่ยังคงสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์เหมือนเดิม

3) การสื่อสารโดยใช้โพรโทคอลเอ็มคิวทีที่ยังคงไม่มีความปลอดภัยถ้าหากผู้ไม่หวังดีสามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้ ดังนั้นในอนาคตจึงควรมีการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบผู้เชื่อมต่อก่อนที่จะอนุญาตให้เชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีที่โบรกเกอร์ได้สำเร็จ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] “พีทีที ไอซีที โซลูชันส์” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.pttict.com/about-us/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [2] “HTML คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
http://www.enjoyday.net/webtutorial/html/html_chapter01.html
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [3] “JavaScript คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.hellomyweb.com/index.php/main/content/131>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [4] “CSS คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
http://www.enjoyday.net/webtutorial/css/css_chapter01.html
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [5] “PHP คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2127-php-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [6] “Python คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2417-python-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [7] “Python คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.ayarafun.com/2009/08/basic-python-programming-part1/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [8] “SQL คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2088-sql-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [9] “Web Components คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.siamhtml.com/introduction-to-web-components/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [10] “Web Components คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.blognone.com/node/58083>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)

- [11]“ATG System คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.flowco.co.th/product6.php>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [12]“ATG System คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
https://secure.apps.nd.gov/doh/operator/training/operatortraining_atg.pdf
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [13]“Solar Charger System คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.solaradvanced.com/14372872/หลักการทํางานของระบบโซลาร์เซลล์>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [14]“UML คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.thaiall.com/uml/indexo.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [15]“UML คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://sites.google.com/site/itentertainer/use-case-diagram/saylaksn-khwam-samphanth> (วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [16]“UML คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://sites.google.com/site/diagramnote/khwam-hmay-khxng-sequence-diagram/hhhh> (วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [17]“Flowchart คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://share.olanlab.com/th/it/blog/view/211>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [18]“Flowchart คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://stwannaporn.wordpress.com/2014/06/29/การเขียนผังงาน-flowchart/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [19]“SQLite คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://devahoy.com/posts/android-sqlite-tutorial-part-1/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [20]“SQLite คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.softmelt.com/article.php?id=403>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2559)
- [21]“google polymer คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.blognone.com/node/58371>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [22]“jQuery คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
https://www.mdsoft.co.th/ความรู้/101-what-is_jquery.html
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [23]“Highcharts คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://arit.rmutsv.ac.th/blogs/80-สร้างกราฟ-ด้วย-highcharts-jquery-JavaScript-graph-182> (วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [24]“Vaadin คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://vaadin-thailand.blogspot.com/2015/09/vaadin-vaadin-web-application-framework.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [25]“Vaadin คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://vaadin.com/elements>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [26]“leaflet.js คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://leafletjs.com/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [27]“xampp คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2637-xampp-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [28]“node.js” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://thaiprogrammer.org/nodejs-ตอนที่-1-nodejs-คืออะไร/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 29 พฤศจิกายน 2559)
- [29]“node.js” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://devahoy.com/posts/getting-started-with-nodejs/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 29 พฤศจิกายน 2559)
- [30]“node.js” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.siamhtml.com/introduction-to-node-js/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 29 พฤศจิกายน 2559)
- [31]“gulp.js คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.siamhtml.com/introduction-to-gulp-js/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [32]“bower คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.helloho.me/tutorial-getting-started-with-bower-package-manager/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)

- [33]“bower คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://armno.in.th/2013/12/25/using-bower/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2559)
- [34]“FileZilla คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.ninetchno.com/a/filezilla/72-filezilla-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [35]“FileZilla คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?t=13645>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [36]“Git คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://git-scm.com/book/th/v1/เริ่มต้นใช้งาน-Git-ขั้นพื้นฐาน>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [37]“Git คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://devahoy.com/posts/introduction-to-git-and-github/#step0>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [38]“TortoiseGit คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://chavp.wordpress.com/2011/07/28/มาจัดการ-source-code-ของเราที่-github-ก็/> (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [39]“program Atom คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.blognone.com/node/56176>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [40]“program Atom คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://blacxhaxker.blogspot.com/2014/04/5-text-editors.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [41]“page.js” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://smalljs.org/client-side-routing/page/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [42]“page.js” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://visionmedia.github.io/page.js/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [43]“SPA” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://magickiat.wordpress.com/2016/12/20/single-page-application-spa/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [44]“URL SEO” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.kvrwebtech.com/blog/seo-friendly-url-structure-mysteryresolved/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [45]“Oracle VM VirtualBox คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.krukanon.com/web/index.php/เทคนิคการใช้โปรแกรมต่างๆ/137-virtualbox-1-รู้จักกับ-virtual-box> (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [46]“HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2046-http-https-คืออะไร.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 29 พฤศจิกายน 2559)
- [47]“HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://na5cent.blogspot.com/2012/04/https.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 29 พฤศจิกายน 2559)
- [48]“http diagram” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://cascadingmedia.com/insites/2015/03/http-2.html>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [49]“WebSocket คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.softmelt.com/article.php?id=424>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [50]“WebSocket คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://volraton.wordpress.com/2015/05/20/websocket-คืออะไร/>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [51]“WebSocket คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [52]“WebSocket diagram” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.pubnub.com/blog/2015-01-05-websockets-vs-rest-api-understanding-the-difference/> (วันที่สืบค้นข้อมูล 4 มกราคม 2559)
- [53]“MQTT คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
http://csmju.jowave.com/applications/csmju_km/documents_km/20150605113736_KM_MQTT_ESP8266.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)
- [54]“MQTT คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=cubietruck_mqtt_broker
(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[55]“MQTT คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.mindphp.com/บทความ/31-ความรู้ทั่วไป/3343-mqtt.html>

(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)

[56]“MQTT คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.10logic.com/technology/iot-technology.html>

(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)

[57]“icmp คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.mindsind.s5.com/form/2Lenarning/web/w6/Untitled-4.html>

(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)

[58]“icmp คือ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://amaneamisa.siam2web.com//?cid=1084628>

(วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2559)

