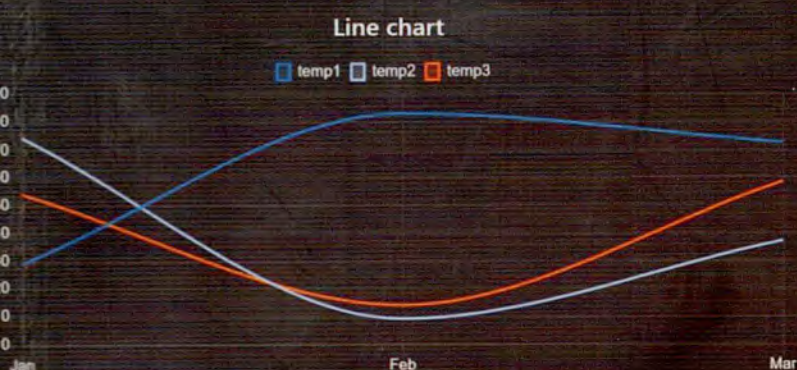


การพัฒนาโปรแกรมเชิงปฏิบัติการ โดยใช้ Node-RED

e-BOOK

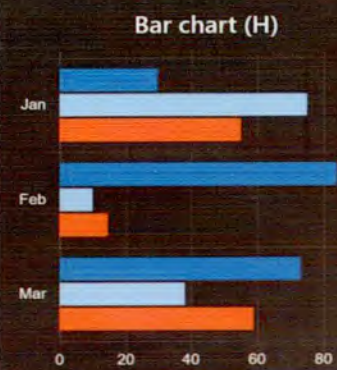
Line chart content



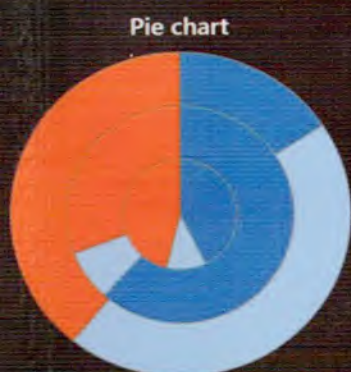
Bar chart content



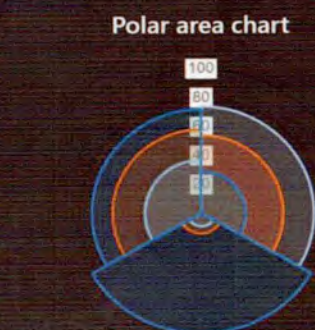
Bar chart (H) content



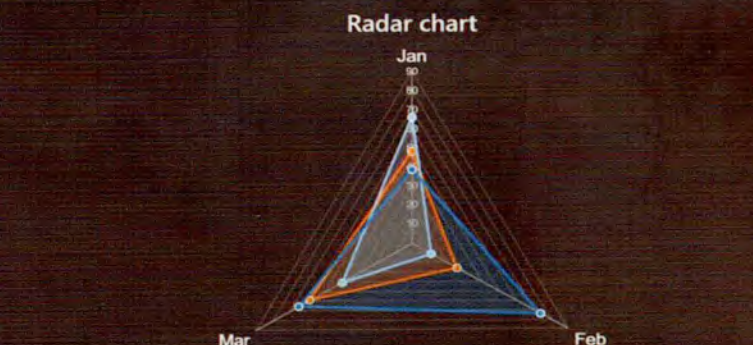
Pie chart content



Polar area chart content

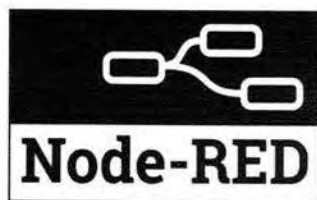


Radar chart content



Node-RED

ดร.สุระพล รียะนา



การพัฒนาโปรแกรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้ Node-RED

คำนำสำนักพิมพ์

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งและระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์เกี่ยวกับสุขภาพ อุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์เพื่อความบันเทิง รถยนต์ และอื่นๆ มากไปกว่านั้นเรายังสามารถพบเทคโนโลยีเหล่านี้ในอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานในภาคอุตสาหกรรมและการขนส่ง ตัวอย่างเช่น ระบบควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ระบบเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิต และระบบติดตามรถขนส่งผลิตภัณฑ์ และเรายังสามารถพบเทคโนโลยีเหล่านี้ในภาคเกษตรกรรมและในภาคส่วนอื่นๆ ดังนั้นระบบแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ข้อมูลสภาพแวดล้อม และการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ

ทางสำนักพิมพ์จึงเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาและการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งร่วมกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อควบคุมและแสดงผลข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสถานะการทำงานของอุปกรณ์และสภาพแวดล้อม หนังสือ “การพัฒนาโปรแกรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้ Node-RED” จึงเป็นหนังสืออีกเล่มหนึ่งที่จะช่วยอาจารย์ นักศึกษา ช่างเทคนิค วิศวกร และผู้ที่สนใจ สามารถใช้เพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับการใช้งาน Node-RED ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งและระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

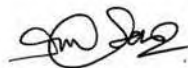
ด้วยความปรารถนาดี

ดวงกมล พับลิชชิง

คำนำ

หนังสือเล่มนี้ถูกจัดทำขึ้นมาเพื่อนำเสนอความรู้พื้นฐานด้านการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ Node-RED ตั้งแต่ระดับเริ่มต้นจนถึงการใช้งาน Node-RED ร่วมกับเอกสารในรูปแบบต่างๆ ตัวอย่างเช่น JSON, XML, YAML, Text, CSV, และระบบฐานข้อมูล MSSQL รวมไปถึงการใช้งาน Node-RED ร่วมกับ HTTP, MQTT, และ Bootstrap มากไปกว่านั้นในหนังสือเล่มนี้ยังได้อธิบายถึงวิธีการใช้งาน Node-RED ร่วมกับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT: Internet Of Things) และระบบเซนเซอร์ (Sensors) ต่างๆ เพื่อสร้างรายงาน (Dashboard) เชิงปฏิบัติการแบบเรียลไทม์ (Real-time) รวมไปถึงการสร้างรายงานแบบเรียลไทม์ร่วมกับ API การติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ และการเปิดใช้งานระบบรักษาความปลอดภัยของ Node-RED โดยเป้าหมายหลักของการจัดทำหนังสือเล่มนี้คือใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาของ “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมฟาร์มอัจฉริยะและนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้” แต่อย่างไรก็ตามหนังสือเล่มนี้มิได้จำกัดเฉพาะนักศึกษาของหลักสูตรที่ได้กล่าวถึงข้างต้นเท่านั้น นักศึกษาในหลักสูตรอื่นๆ และผู้อ่านทุกๆ ไปที่สนใจศึกษา Node-RED ก็สามารถนำหนังสือเล่มนี้ไปศึกษาได้เช่นเดียวกัน

ผู้เขียนมิได้คาดหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นหนังสือที่ดีที่สุด แต่ผู้เขียนก็พยายามสร้างสรรค์หนังสือเล่มนี้ออย่างดีที่สุดเท่าที่ผู้เขียนจะสามารถทำได้ในขณะที่จัดทำหนังสือเล่มนี้ เพื่อตอบแทน “มหาวิทยาลัยแม่โจ้” สถาบันอันทรงเกียรติ “ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภูมิ ดุษฎี” “นางศรีกุล นันทะขมภู” “รองศาสตราจารย์เสมอขวัญ ดันติกุล” และ “มิตรสหาย” ที่ได้ให้โอกาสผู้เขียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในสถาบันแห่งนี้ หากหนังสือเล่มนี้มีประโยชน์ทางด้านวิชาการและผู้ที่ศึกษา Node-RED ผู้เขียนขอให้อานิสงส์ผลบุญที่เกิดขึ้นนี้จงส่งผลถึงพวกท่านเหล่านั้น แต่หากมีข้อผิดพลาดใดๆ ในหนังสือเล่มนี้ผู้เขียนจะขอรับไว้แต่เพียงผู้เดียว



สุระพล ริยะนา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมฟาร์มอัจฉริยะและนวัตกรรมเกษตร

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

01 เมษายน 2566

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2. การติดตั้งและการใช้งาน Node.JS เบื้องต้น	3
1.2.1. ขั้นตอนการติดตั้ง Node.JS	5
1.2.2. การใช้งาน Node.JS เบื้องต้น	10
1.2.3. ทดสอบการทำงานของ JavaScript	11
1.3. การติดตั้งและการใช้งาน Node-RED เบื้องต้น	11
1.3.1. ขั้นตอนการติดตั้ง Node-RED	12
1.3.2. การใช้งาน Node-RED เบื้องต้น	12
1.4. การกำหนดให้ Windows เปิดใช้งาน Node-RED อัตโนมัติ	15
1.4.1. ขั้นตอนการกำหนดให้ Node-RED ทำงานในเครื่อง คอมพิวเตอร์อัตโนมัติ	16
บทที่ 2 พื้นฐานด้านการพัฒนาเว็บไซต์	20
2.1. HTML (HyperText Markup Language)	20
2.1.1. ตัวอย่าง Element ที่ใช้กำหนดรูปแบบการแสดงผล ข้อมูลในเอกสาร HTML	22
2.2. CSS (Cascading Style Sheets)	24
2.3. JS (JavaScript)	27
บทที่ 3 พื้นฐานการใช้งาน Node-RED	30
3.1. Development tools	31
3.2. Deploy tools	32
3.3. System menus	33
3.4. System palettes	34

3.5. Flows	35
บทที่ 4 Common node	36
4.1. Inject node	36
4.2. Debug node	38
4.3. Complete node	40
4.4. Catch node	43
4.5. Status node	43
4.6. Link in node และ Link out node	44
4.7. Comment node	46
บทที่ 5 Function node	47
5.1. Function node	47
5.2. Switch node	51
5.3. Change node	52
5.4. Range node	58
5.5. Template node	59
5.6. Delay node	61
5.7. Trigger node	62
5.8. Exec node	62
5.9. Filter node	69
บทที่ 6 Network node	71
6.1. MQTT in node	71
6.2. MQTT out node	77
6.3. HTTP in node	87
6.4. HTTP request node	89
6.5. HTTP response node	90

บทที่ 7 Sequence node	114
7.1. Split node	114
7.2. Join node	122
7.3. Sort node	126
บทที่ 8 Storage node	129
8.1. Write file node	129
8.2. Read file node	133
บทที่ 9 Parser node	137
9.1. CSV node	137
9.2. JSON node	143
9.3. XML node	146
9.4. YAML node	149
9.5. HTML node	151
บทที่ 10 Dashboard node	157
10.1. ขั้นตอนการติดตั้ง Dashboard node	157
10.2. Button node	161
10.3. Dropdown node	169
10.4. Switch node	171
10.5. Slider node	174
10.6. Numeric node	177
10.7. Text input node	179
10.8. Form node	181
10.9. Text node	185
10.10. Gauge node	188
10.11. Chart node	191

บทที่ 11 การใช้งาน Node-RED ร่วมกับ MSSQL	196
11.1. การติดตั้ง node-red-contrib-mssql (MSSQL node)	196
11.2. การใช้งาน MSSQL node	200
11.2.1. การเชื่อมต่อฐานข้อมูล	200
11.2.2. การอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล	202
11.2.3. การเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูล	205
11.2.4. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล	207
11.2.5. การลบข้อมูลในฐานข้อมูล	209
11.3. การติดตั้ง node-red-node-ui-table (Table node)	211
11.4. การใช้งาน Table node	215
บทที่ 12 การใช้งาน Node-RED ร่วมกับ Internet information services (IIS)	217
12.1. การติดตั้ง IIS	217
12.2. การติดตั้ง Extension ของ IIS	228
12.2.1. การติดตั้ง URL rewrite extension	228
12.2.2. การติดตั้ง Application request routing extension (ARR)	233
12.3. การใช้งาน Node-RED ร่วมกับ IIS, Application Request Routing extension (ARR), และ URL rewrite extension	233
บทที่ 13 ระบบรักษาความปลอดภัยของ Node-RED	244
13.1. ระบบตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน Node-RED	244
13.1.1. การเปิดใช้งานระบบตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน Node-RED	244
13.1.2. การสร้างรหัสผ่านเพื่อนำไปใช้งานร่วมกับระบบตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน Node-RED	247

13.1.2.1. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม node-red-admin	247
13.1.2.2. การเข้ารหัสข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยของ Node-RED	249
13.2. การเปลี่ยน Path การเข้าใช้งาน Node-RED IDE	250
บทที่ 14 Node-RED workshop	252
14.1. การใช้งาน Node-RED dashboard ร่วมกับ MQTT และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อสร้างรายงานแบบ Real-time	252
14.2. การอ่านข้อมูลจาก Serial port ของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)	263
14.3. การใช้งาน Weather dashboard เพื่อสร้างรายงานสภาพแวดล้อมแบบ Real-time โดยใช้งาน API ของ Openweathermap	267

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้เราคงจะปฏิเสธไม่ได้ว่าอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT: Internet Of Things^{1, 2}) คือหนึ่งในเทคโนโลยีที่เป็นที่รู้จักและมีการประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างเช่น การใช้งานอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งไปในอุปกรณ์ต่างๆ ที่ถูกใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น โทรศัพท์ นาฬิกา และรถยนต์ รวมไปถึงการใช้งานอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งในระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้งานภายในบ้านหรือสถานที่ทำงาน เช่น ระบบปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบเตือนภัยต่างๆ ภายในบ้านหรือในสถานที่ทำงาน มากไปกว่านั้นเรายังจะพบว่าอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ และลดต้นทุนทางด้านการผลิตหรือการดำเนินการ ซึ่งโดยทั่วไปลักษณะของการประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มดังต่อไปนี้

- ระบบควบคุมการทำงานจากระยะไกล (การควบคุมทำงานของอุปกรณ์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต)
- ระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ (การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามค่าสภาพแวดล้อมที่กำหนด เช่น ความเข้มของแสง ความชื้น อุณหภูมิ และอื่นๆ)

นอกจากการใช้ประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งในระบบควบคุมแล้ว ผู้เขียนยังพบอีกว่าอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การใช้อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมและติดตามกระบวนการทำงานของอุปกรณ์เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ตาม

¹ <https://www.oracle.com/th/internet-of-things/what-is-iot/>

² https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things

วัตถุประสงค์ที่ถูกกำหนดขึ้น ตัวอย่างเช่น การใช้ประโยชน์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในด้านการวิเคราะห์หาจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือจุดเด่น เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรืออาจจะใช้ประโยชน์ข้อมูลในด้านการสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมสมัยใหม่ เพื่อให้มีความสอดคล้องหรือมีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากขึ้น และมากไปกว่านั้นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ยังสามารถใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์ทางการตลาดและกลยุทธ์ในด้านการให้บริการลูกค้า งานวิจัย และงานในด้านอื่นๆ จากเหตุผลทั้งหมดที่ผู้เขียนได้กล่าวถึงข้างต้นนี้ เราจะเห็นได้ว่าข้อมูลนั้นมีความสำคัญอย่างมากในด้านของการพัฒนาเทคโนโลยี การปรับปรุงเทคโนโลยี และในระบบงานต่างๆ แต่จากการศึกษาของผู้เขียนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของข้อมูล ผู้เขียนพบว่านอกจากข้อมูลแล้วที่เก็บรวบรวมได้แล้ว เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล³ และเครื่องมือสำหรับการจัดรูปแบบการแสดงผลข้อมูล⁴ ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก็มีความสำคัญและมีความจำเป็นไม่น้อยไปกว่าข้อมูล หนึ่งในเครื่องมือที่เป็นที่รู้จักและมีการนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านการจัดรูปแบบการแสดงผลข้อมูลร่วมกับอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งคือ Node-RED^{5, 6} ซึ่ง Node-RED เป็น Platform ที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการสร้างระบบที่ให้บริการข้อมูลในรูปแบบของเว็บไซต์ (Website^{7, 8}) โดยถูกกำหนดให้ทำงานบน Node.JS⁹ และแนวทางการพัฒนาในรูปแบบการลาก-วาง (Drag and drop) และการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงาน (Flow-Based Programming) มากไปกว่านั้น Node-RED ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer¹⁰) ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi¹¹) แอนดรอยด์ (Android¹²) ระบบคลาวด์ (Cloud¹³ หรือบางครั้งอาจจะถูกเรียกว่า Cloud computing หรือ Cloud systems) และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการอื่นๆ ซึ่งผู้อ่านสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์

³ <https://www.stitchdata.com/resources/data-analysis-tools>

⁴ <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/reporting-tools>

⁵ <https://nodered.org/>

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Node-RED>

⁷ https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/Pages_sites_servers_and_search_engines

⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/Website>

⁹ <https://nodejs.org/en/>

¹⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Computer>

¹¹ <https://www.raspberrypi.org/>

¹² <https://www.android.com/>

¹³ https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing

<https://nodered.org/docs/getting-started> เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งาน Node-RED ในบทนี้ผู้เขียนจะขออธิบายถึงวิธีการติดตั้งซอฟต์แวร์ (Software) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ Node-RED แต่อย่างไรก็ตามในหนังสือเล่มนี้จะเน้นถึงการอธิบายวิธีการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ Node-RED ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft windows¹⁴ เท่านั้น

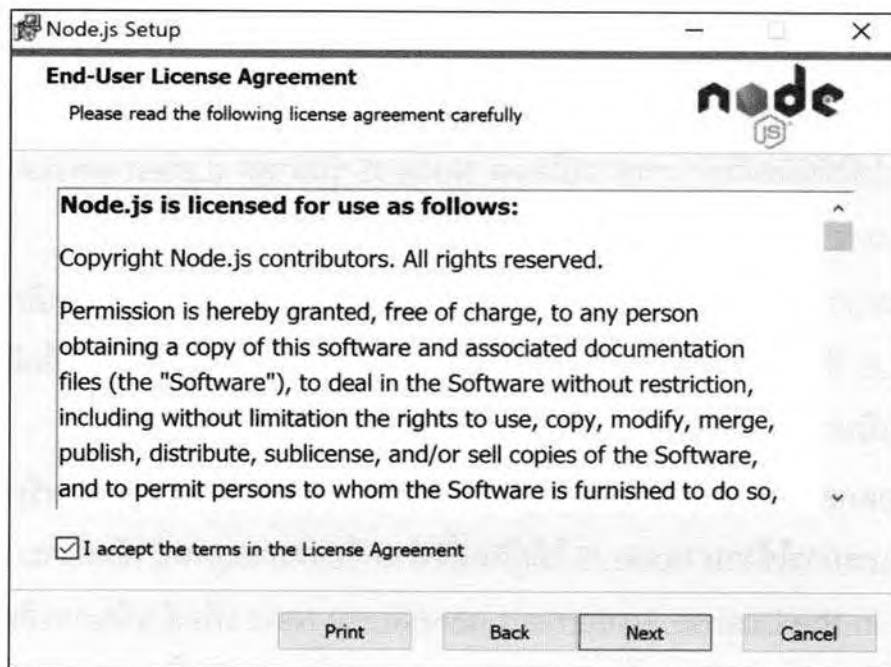
1.2. การติดตั้งและการใช้งาน Node.JS เบื้องต้น

ก่อนที่จะมีการติดตั้ง Node-RED ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ติดตั้งจะต้องมีความมั่นใจก่อนว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวได้มีการติดตั้ง Node.JS เสร็จสมบูรณ์แล้ว เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ยังไม่ได้รับการติดตั้ง Node.JS จะไม่สามารถติดตั้ง Node-RED ได้ ด้วยเหตุผลนี้ในหัวข้อนี้ผู้เขียนจึงจะขออธิบายถึงขั้นตอนการติดตั้งและพื้นฐานการใช้งาน Node.JS ก่อนที่จะอธิบายถึงขั้นตอนการติดตั้ง Node-RED ซึ่งขั้นตอนการติดตั้ง Node.JS มีดังต่อไปนี้

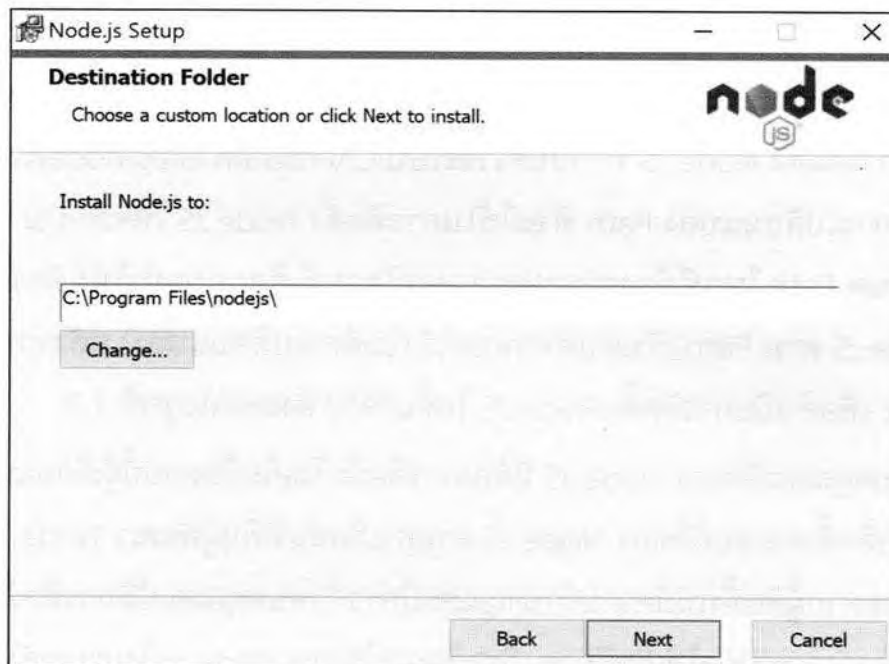


รูป 1.1 เริ่มกระบวนการติดตั้ง Node.JS

¹⁴ <https://www.microsoft.com/en-us/windows/get-windows-10>



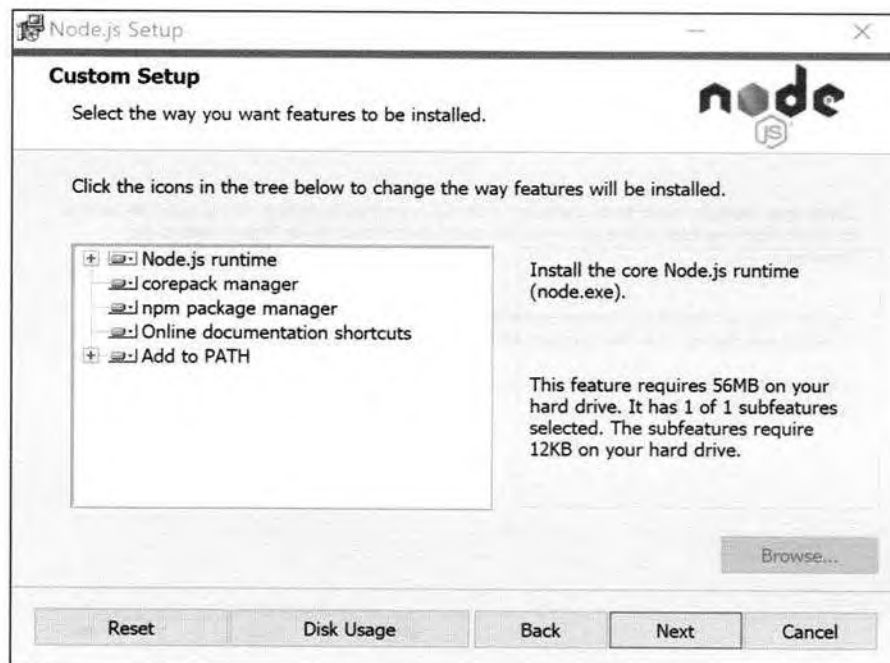
รูป 1.2 ข้อตกลงเกี่ยวกับการติดตั้งและการใช้งาน Node.JS



รูป 1.3 กำหนด Path สำหรับ Node.JS

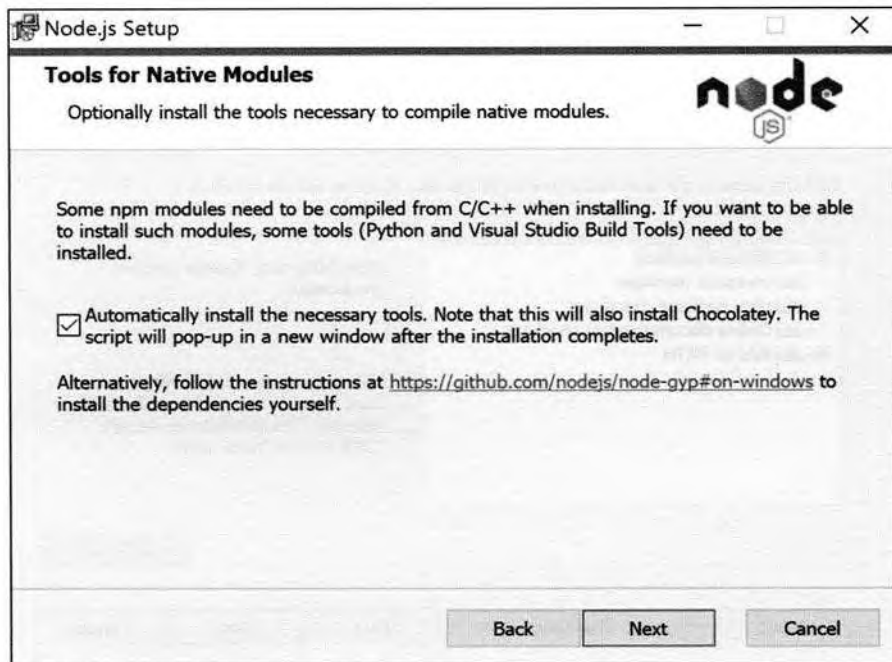
ขั้นตอนการติดตั้ง Node.JS

- ดาวน์โหลด Node.JS for Windows (x64) จากเว็บไซต์ <https://nodejs.org> โดยผู้เขียนแนะนำให้ให้ผู้ติดตั้งทำการดาวน์โหลด Node.JS รุ่นล่าสุด (Latest version) ที่มีลักษณะแบบ Long Term Support (LTS)
- เริ่มกระบวนการติดตั้ง Node.JS โดยในขั้นตอนนี้ให้ผู้ติดตั้งใช้เมาส์คลิกเปิดตัวติดตั้ง Node.JS ที่ได้จากการดาวน์โหลดในขั้นตอนที่หนึ่ง หลังจากนั้นให้ใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อดำเนินการติดตั้ง Node.JS ในขั้นถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 1.1
- อ่านข้อตกลงเกี่ยวกับการติดตั้งและการใช้งาน Node.JS โดยหากยอมรับข้อตกลงการติดตั้งและการใช้งาน Node.JS ให้ผู้ติดตั้งทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ I accept the terms in the License Agreement และคลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการติดตั้ง Node.JS ในขั้นถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 1.2 (หมายเหตุ : หากต้องการติดตั้ง Node.JS ผู้ติดตั้งจะต้องยอมรับข้อตกลงเกี่ยวกับการติดตั้งและการใช้งาน Node.JS เท่านั้น เพราะหากไม่ยอมรับข้อตกลงจะไม่สามารถติดตั้ง Node.JS ได้)
- กำหนด Path สำหรับใช้ในการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดย Path เริ่มต้นของการติดตั้ง Node.JS ที่กำหนดไว้จะเป็น C:\Program Files\nodejs\ แต่หากผู้ติดตั้งต้องการเปลี่ยนแปลง Path ที่จะใช้ในการติดตั้ง Node.JS ให้คลิกปุ่ม Change... และกำหนด Path ใหม่ที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามผู้เขียนแนะนำให้ผู้ติดตั้งทำการติดตั้ง Node.JS ตาม Path เริ่มต้นที่กำหนดไว้ (ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง) หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการติดตั้ง Node.JS ในขั้นถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 1.3
- กำหนดคุณสมบัติของ Node.JS ที่ต้องการติดตั้ง โดยในขั้นตอนนี้ผู้เขียนแนะนำให้ผู้ติดตั้งเลือกติดตั้งคุณสมบัติของ Node.JS ตามค่าเริ่มต้นที่ทีมผู้พัฒนา Node.JS ได้กำหนดไว้ เพราะหากผู้ติดตั้งไม่มีความชำนาญและมีการกำหนดคุณสมบัติการติดตั้ง Node.JS ไม่ถูกต้องอาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้งาน Node.JS ในภายหลังได้ หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการติดตั้ง Node.JS ในขั้นถัดไป หน้าต่างสำหรับกำหนดคุณสมบัติการของ Node.JS ที่ต้องการติดตั้งจะถูกแสดงในรูปที่ 1.4



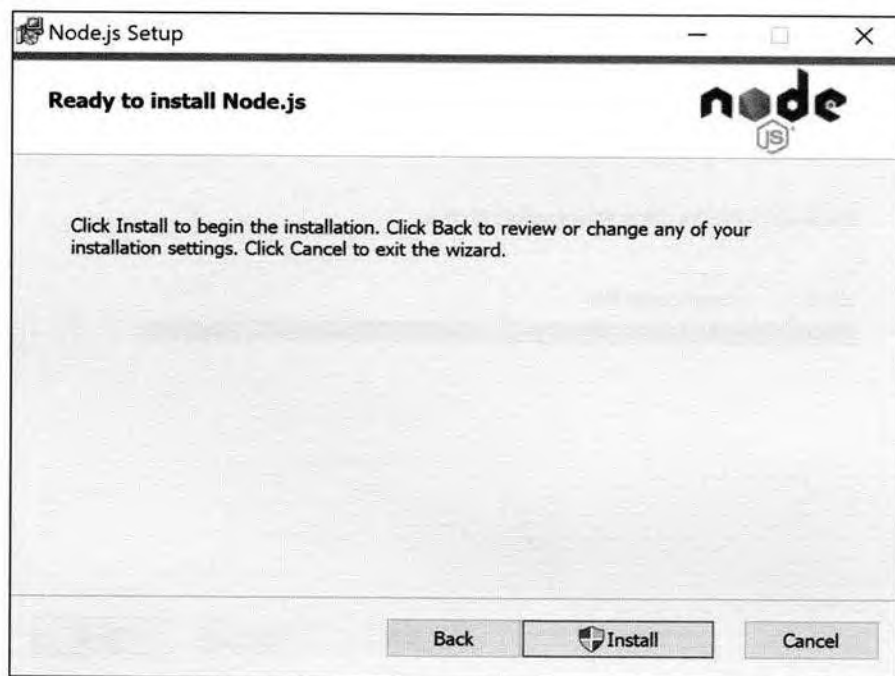
รูป 1.4 กำหนดคุณสมบัติของ Node.JS ที่ต้องการติดตั้ง

- ติดตั้งเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับ Native modules ของ Node.JS ในขั้นตอนนี้ผู้เขียนแนะนำให้ผู้ติดตั้งกำหนดให้ Node.JS เป็นผู้เลือกเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้งานเอง โดยให้ทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ Automatically install the necessary tools เพราะโดยปกติสภาพแวดล้อมของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่จะติดตั้ง Node.JS มักจะมีความแตกต่างกัน ด้วยเหตุผลนี้หากผู้ติดตั้งไม่มีความชำนาญและกำหนดการติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นของ Node.JS ไม่ครบหรือไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของ Node.JS หลังจากการติดตั้งได้ มากไปกว่านั้น Native modules ของ Node.JS ถูกจัดเก็บไว้ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นในขั้นตอนนี้เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการติดตั้ง Node.JS ในขั้นถัดไป หน้าต่างสำหรับกำหนดรูปแบบการติดตั้ง Native modules ของ Node.JS จะถูกแสดงในรูปที่ 1.5



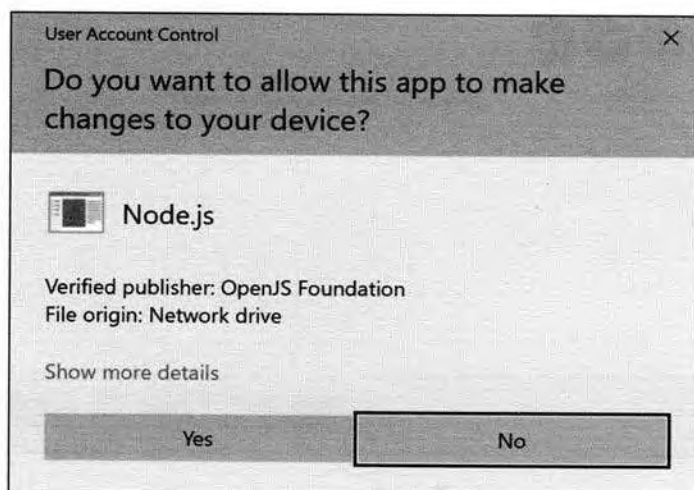
รูป 1.5 ติดตั้งเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับ Native modules ของ Node.JS

- เริ่มกระบวนการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยการกดปุ่ม Install แต่อย่างไรก็ตามหากผู้ติดตั้งต้องการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดในการติดตั้ง Node.JS ให้คลิกปุ่ม Back เพื่อย้อนกลับไปแก้ไขข้อกำหนดการติดตั้ง Node.JS หรือหากต้องการยกเลิกกระบวนการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ให้คลิกปุ่ม Cancel ดังแสดงในรูปที่ 1.6 มากไปกว่านั้นการติดตั้ง Node.JS ในขั้นตอนนี้มันอาจจะถูกตรวจสอบจากระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะถูกติดตั้ง โดยหากกระบวนการติดตั้งถูกตรวจสอบจากระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีหน้าต่างแจ้งเตือนดังแสดงดังในรูปที่ 1.7 ให้ผู้ติดตั้งคลิกปุ่ม Yes เพื่ออนุญาตให้เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้ง Node.JS ได้ แต่หากผู้ติดตั้งคลิกปุ่ม No หมายความว่าผู้ติดตั้งไม่อนุญาตให้มีการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ผู้เขียนแนะนำให้ผู้ติดตั้งคลิกปุ่ม Yes เท่านั้น



รูป 1.6 เริ่มกระบวนการติดตั้งไฟล์ต่างๆ ของ Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

- ความเป็นหน้าของการติดตั้งไฟล์ต่างๆ ของ Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ หากผู้ติดตั้งต้องการยกเลิกกระบวนการติดตั้ง Node.JS ให้คลิกปุ่ม Cancel ดังแสดงในรูปที่ 1.8



รูป 1.7 การขออนุญาตติดตั้งไฟล์ต่างๆ ของ Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์



รูป 1.8 ความคืบหน้าติดตั้งไฟล์ต่างๆ ของ Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์



รูป 1.9 แจ้งผลการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

- ขั้นตอนสุดท้ายของการติดตั้ง Node.JS ระบบจะแจ้งผลการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ หากเครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้ง Node.JS สำเร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงผลการติดตั้งดังในรูปที่ 1.9 และให้ผู้ติดตั้งคลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดกระบวนการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

การใช้งาน Node.JS เบื้องต้น

การใช้งาน Node.JS ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในขั้นตอนแรกของการใช้งานผู้เขียนแนะนำให้ผู้ใช้ควรจะมีการตรวจสอบสถานะการทำงานของ Node.JS ก่อนที่มีการเรียกใช้งาน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้งาน Node.JS ได้ โดยมีวิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- เปิด Command prompt (หรือ Command line) ของ Windows
- พิมพ์คำสั่ง `node -v` และกดปุ่ม Enter

หากผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบ คือ รุ่นของ Node.JS ที่ถูกติดตั้งลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น v16.13.0 แสดงว่าเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้งาน Node.JS ได้ แต่หากไม่ปรากฏรุ่นของ Node.JS ที่ติดตั้ง แสดงว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถใช้งาน Node.JS ได้ ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดจากเครื่องคอมพิวเตอร์ยังไม่ได้มีการติดตั้ง Node.JS หรืออาจจะเกิดจากกระบวนการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สมบูรณ์ ให้แก้ไขปัญหาโดยการเริ่มต้นกระบวนการติดตั้ง Node.JS ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่อีกครั้ง

โดยปกติหลังจากเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกติดตั้ง Node.JS เครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกติดตั้ง JavaScript engine¹⁵, ¹⁶ (ตัว Compiler¹⁷ ของ JavaScript¹⁸) ด้วยเสมอ หรือผู้เขียนสามารถกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าหลังจากเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกติดตั้ง Node.JS เสร็จสมบูรณ์แล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถตีความหมายคำสั่งต่างๆ ของ JavaScript ได้ ซึ่งกระบวนการทดสอบการใช้งาน JavaScript ในเครื่องคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

¹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript_engine#:~:text=A%20JavaScript%20engine%20is%20a,every%20major%20browser%20has%20one.

¹⁶ <https://nodejs.dev/learn/the-v8-javascript-engine>

¹⁷ <https://en.wikipedia.org/wiki/Compiler>

¹⁸ <https://www.w3schools.com/js/>

```
function sum(a, b) {
    return a + b;
}
console.log("3 + 4 = " + sum(3, 4));
```

รูปที่ 1.10 ตัวอย่างการพัฒนาระบบโดยใช้ JavaScript

ทดสอบการทำงานของ JavaScript

- เปิดโปรแกรม Text editor ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Notepad ของ Windows เป็นต้น
- พิมพ์ชุดคำสั่งของ JavaScript ตามที่ปรากฏในรูปที่ 1.10 และบันทึกไว้ใน Path C:\JavaScript และให้ตั้งชื่อไฟล์เป็น Test.js
- ส่งประมวลผลไฟล์ Test.js โดยในขั้นตอนแรกให้เปิด Command prompt และพิมพ์คำสั่ง cd\ เพื่อย้อนกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของ Path หลังจากนั้นให้พิมพ์คำสั่ง cd JavaScript เพื่อเข้าไปในส่วนของ Folder ที่ชื่อว่า JavaScript และในลำดับสุดท้ายส่งประมวลผลไฟล์ Test.js โดยพิมพ์คำสั่ง node Test.js ซึ่งหากไฟล์ Test.js ไม่มีข้อผิดพลาดทางด้านไวยากรณ์ของ JavaScript และ JavaScript engine ในเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ เราจะได้คำตอบจากการประมวลผลไฟล์ Test.js เป็น $3 + 4 = 7$

1.3. การติดตั้งและการใช้งาน Node-RED เบื้องต้น

ดังที่ผู้เขียนได้กล่าวในหัวข้อก่อนหน้านี้ ก่อนที่จะมีการติดตั้ง Node-RED ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ติดตั้งจะต้องมีความมั่นใจว่าเครื่องคอมพิวเตอร์มีการติดตั้ง Node.js เสร็จสมบูรณ์แล้ว โดยในหนังสือเล่มนี้ผู้เขียนจะขออธิบายถึงขั้นตอนการติดตั้ง Node-RED ผ่านคำสั่ง “npm”^{19, 20, 21} เท่านั้น

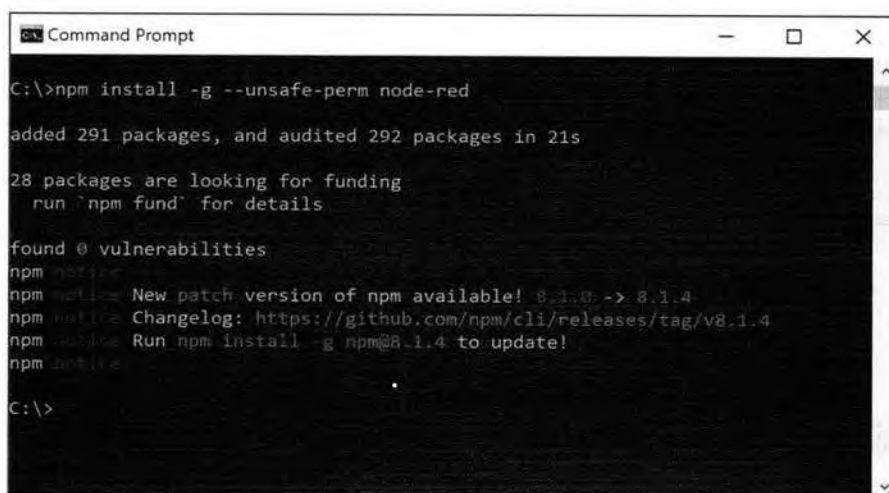
¹⁹ <https://nodejs.org/en/knowledge/getting-started/npm/what-is-npm/>

²⁰ <https://www.npmjs.com/>

²¹ [https://en.wikipedia.org/wiki/Npm_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Npm_(software))

ขั้นตอนการติดตั้ง Node-RED

- เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- เปิด Command prompt
- พิมพ์คำสั่ง `npm install -g --unsafe-perm node-red` และกดปุ่ม Enter
- หากการติดตั้ง Node-RED ลงเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความดังในรูปที่ 1.11



```

C:\>npm install -g --unsafe-perm node-red

added 291 packages, and audited 292 packages in 21s

28 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

found 0 vulnerabilities
npm notice New patch version of npm available! 8.1.3 -> 8.1.4
npm notice Changelog: https://github.com/npm/cli/releases/tag/v8.1.4
npm notice Run npm install -g npm@8.1.4 to update!
npm notice
C:\>
  
```

รูปที่ 1.11 สถานะของการติดตั้ง Node-RED

หมายเหตุ: หากต้องการถอนการติดตั้ง Node-RED ให้ใช้คำสั่ง `npm -g remove node-red` และ `npm -g remove node-red-admin` ตามลำดับ

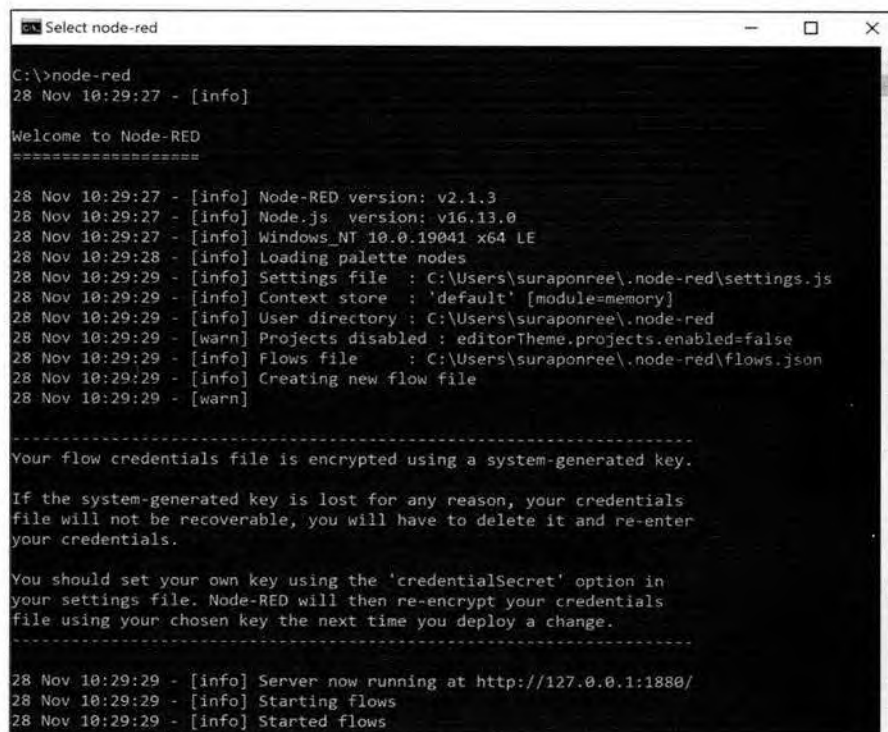
การใช้งาน Node-RED เบื้องต้น

- เปิด Command prompt
- พิมพ์คำสั่ง `node-red` และกดปุ่ม Enter



รูปที่ 1.12 ระบบแจ้งเตือนด้านความปลอดภัยและการขออนุญาตให้ Node.js JavaScript runtime สามารถทำงานได้

- ในกรณีที่ Windows มีระบบรักษาความปลอดภัยหลังจากพิมพ์คำสั่ง node-red จะปรากฏหน้าต่างแจ้งเตือนเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 1.12 ให้กดปุ่ม Allow access เพื่ออนุญาตให้ Node.js JavaScript runtime ทำงานได้
- หากกระบวนการขอเปิดใช้งาน Node-RED ในเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.13



```

C:\>node-red
28 Nov 10:29:27 - [info]

Welcome to Node-RED
=====

28 Nov 10:29:27 - [info] Node-RED version: v2.1.3
28 Nov 10:29:27 - [info] Node.js version: v16.13.0
28 Nov 10:29:27 - [info] Windows_NT 10.0.19041 x64 LE
28 Nov 10:29:28 - [info] Loading palette nodes
28 Nov 10:29:29 - [info] Settings file : C:\Users\suraponree\.node-red\settings.js
28 Nov 10:29:29 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
28 Nov 10:29:29 - [info] User directory : C:\Users\suraponree\.node-red
28 Nov 10:29:29 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
28 Nov 10:29:29 - [info] Flows file : C:\Users\suraponree\.node-red\flows.json
28 Nov 10:29:29 - [info] Creating new flow file
28 Nov 10:29:29 - [warn]

-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----

28 Nov 10:29:29 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
28 Nov 10:29:29 - [info] Starting flows
28 Nov 10:29:29 - [info] Started flows

```

รูปที่ 1.13 สถานะการเปิดใช้งาน Node-RED ในเครื่องคอมพิวเตอร์

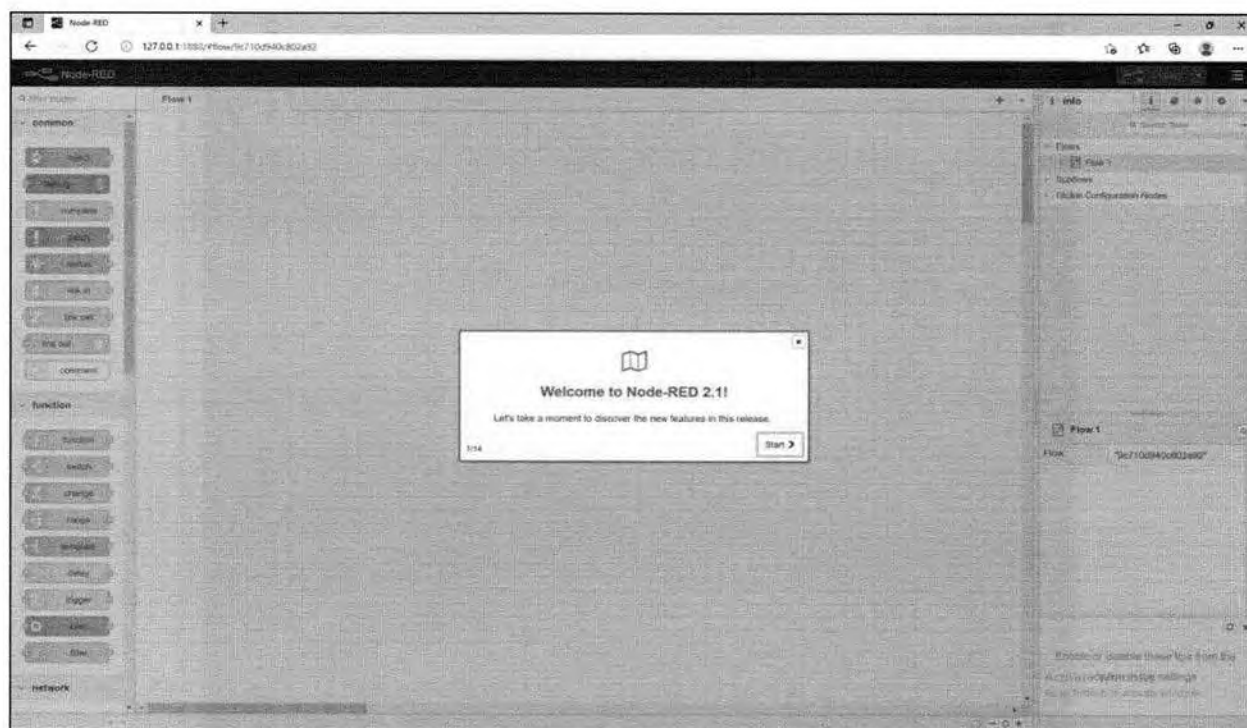
- เปิดโปรแกรม Web browser²² ตัวอย่างเช่น Microsoft Edge²³, Google Chrome²⁴, หรือ Web browser อื่นๆ หลังจากนั้นให้พิมพ์ <http://127.0.0.1:1880> ลงในช่อง Address bar ของ Web browser หากพบไม่พบข้อผิดพลาดหรือเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้งาน Node-RED ได้ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.14

หมายเหตุ: หากต้องการแสดง Command help ของ Node-RED ให้ใช้คำสั่ง `node-red -h`

²² https://en.wikipedia.org/wiki/Web_browser

²³ <https://www.microsoft.com/en-us/edge>

²⁴ <https://www.google.com/chrome/>



รูปที่ 1.14 Node-RED IDE

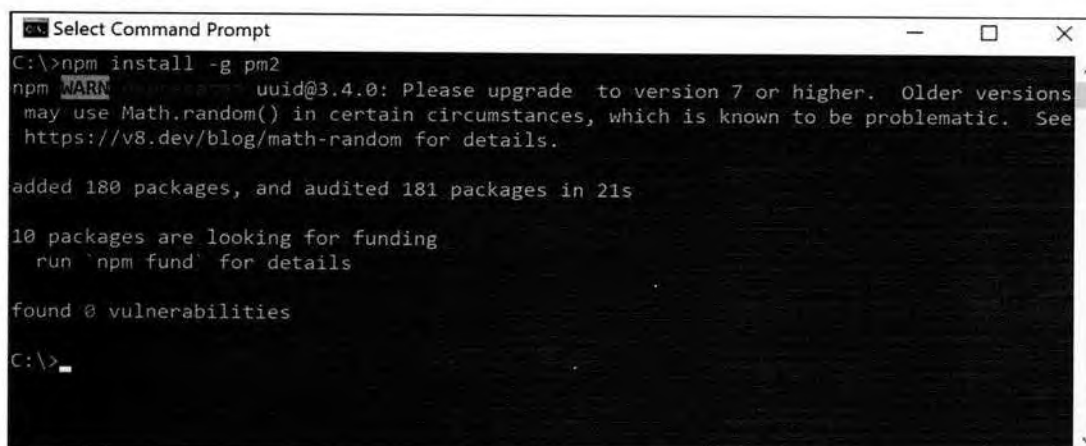
1.4. การกำหนดให้ Windows เปิดใช้งาน Node-RED อัตโนมัติ

โดยปกติทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นการทำงาน (Restart) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ ผู้ใช้งานจะต้องสั่งเริ่มต้นการทำงานของ Node-RED ในเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ทุกครั้ง ด้วยเหตุผลนี้อาจจะส่งผลให้เกิดความยุ่งยากหากผู้ใช้งานมีการใช้งาน Node-RED เป็นประจำหรือในกรณีที่ Node-RED ถูกติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server²⁵) เพราะหากไฟฟ้าดับหรือมีการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายระบบเว็บไซต์ที่ถูกพัฒนาโดย Node-RED จะยังไม่สามารถใช้งานได้ จนกว่าจะมีการสั่งให้ Node-RED เริ่มต้นใช้งาน เพื่อแก้ไขปัญหานั้นที่ผู้เขียนได้กล่าวถึงข้างต้นนี้ ในหัวข้อนี้ผู้เขียนจะอธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการกำหนดให้ Node-RED ถูกเปิดใช้งานอัตโนมัติหลังจากการมีการเริ่มต้นการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่

²⁵ [https://en.wikipedia.org/wiki/Server_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Server_(computing))

ขั้นตอนการกำหนดให้ Node-RED ทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์อัตโนมัติ

- เปิด Command prompt
- ติดตั้งโปรแกรม pm2²⁶ ให้พิมพ์คำสั่ง `npm install -g pm2` ลงใน Command prompt และกดปุ่ม Enter
- หากกระบวนการติดตั้งโปรแกรม pm2 ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.15



```

Select Command Prompt
C:\>npm install -g pm2
npm WARN deprecated uid@3.4.0: Please upgrade to version 7 or higher. Older versions
may use Math.random() in certain circumstances, which is known to be problematic. See
https://v8.dev/blog/math-random for details.

added 180 packages, and audited 181 packages in 21s

10 packages are looking for funding
  run 'npm fund' for details

found 0 vulnerabilities

C:\>_
  
```

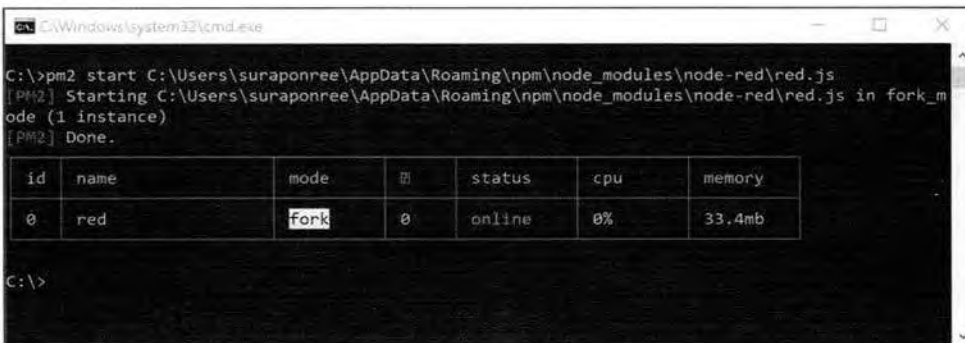
รูปที่ 1.15 สถานะของการติดตั้งโปรแกรม pm2

- ตรวจสอบสถานะการทำงานของโปรแกรม pm2 ให้พิมพ์คำสั่ง `pm2 status` ลงใน Command prompt โดยลักษณะของข้อมูลสถานะของโปรแกรม pm2 จะถูกแสดงดังในรูปที่ 1.16
- กำหนด Path การทำงานให้โปรแกรม pm2 ให้พิมพ์คำสั่ง `pm2 start C:\Users\[ชื่อ User ของเครื่องคอมพิวเตอร์]\AppData\Roaming\npm\node_modules\node-red\red.js` ลงใน Command prompt และกดปุ่ม Enter หากกระบวนการกำหนด Path เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.17

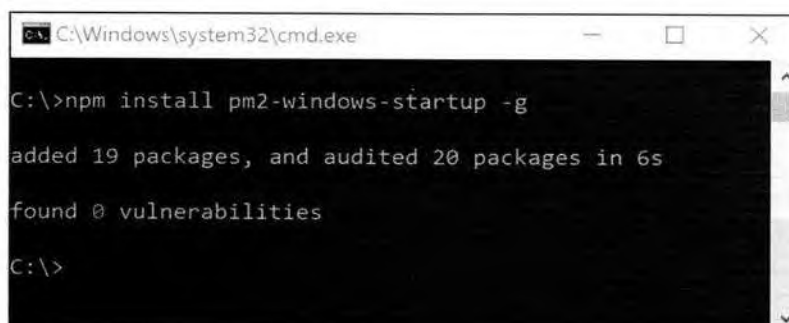
²⁶ <https://www.npmjs.com/package/pm2/v/5.1.0>



รูปที่ 1.16 สถานะการทำงานของโปรแกรม pm2



รูปที่ 1.17 ตารางแสดง Path ที่ถูกกำหนดให้โปรแกรม pm2 ทำงาน



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\>npm install pm2-windows-startup -g

added 19 packages, and audited 20 packages in 6s

found 0 vulnerabilities

C:\>
```

รูปที่ 1.18 สถานะของการติดตั้งโปรแกรม pm2-windows-startup

หมายเหตุ: หากต้องการลบ Path ที่กำหนดให้โปรแกรม pm2 ให้ใช้คำสั่ง pm2 delete [id/name] --force หรือหากต้องการลบ Path ทั้งหมดที่กำหนดให้โปรแกรม pm2 ให้ใช้คำสั่ง pm2 delete all --force แต่หากต้องการแสดง Command help ของโปรแกรม pm2 ให้ใช้คำสั่ง pm2 -h

- ติดตั้ง pm2-windows-startup²⁷ ให้พิมพ์คำสั่ง npm install pm2-windows-startup ลงใน Command prompt และกดปุ่ม Enter หากกระบวนการติดตั้ง pm2-windows-startup เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.18
- ติดตั้ง pm2-startup²⁸ ให้พิมพ์คำสั่ง pm2-startup install ลงใน Command prompt และกดปุ่ม Enter หากติดตั้ง pm2-startup เสร็จสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.19



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\>pm2-startup install
Successfully added PM2 startup registry entry.

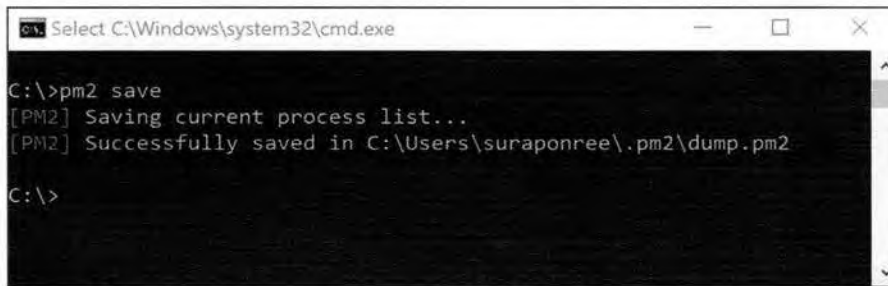
C:\>
```

รูปที่ 1.19 สถานะของการติดตั้ง pm2-startup

²⁷ <https://www.npmjs.com/package/pm2-windows-startup?activeTab=versions>

²⁸ <https://pm2.keymetrics.io/docs/usage/startup/>

- บันทึกข้อมูลที่กำหนดไว้ใน pm2 ให้พิมพ์คำสั่ง pm2 save ลงใน Command prompt หากบันทึกสำเร็จ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลดังในรูปที่ 1.20



```

Select C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\>pm2 save
[PM2] Saving current process list...
[PM2] Successfully saved in C:\Users\suraponree\.pm2\dump.pm2

C:\>

```

รูปที่ 1.20 บันทึกข้อมูลที่กำหนดไว้ใน pm2

- รีสตาร์ท (Restart) เครื่องคอมพิวเตอร์

ในบทนี้ผู้เขียนได้อธิบายถึงความเป็นมาและแนวทางการใช้งานร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT: Internet Of Things), Node.JS, และ Node-RED มากไปกว่านั้นในบทนี้ผู้เขียนได้อธิบายถึงขั้นตอนการติดตั้งและทดสอบการทำงานของ Node.JS และ Node-RED และขั้นตอนสำหรับการกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์เรียกใช้งาน Node-RED แบบอัตโนมัติ ในบทถัดไปพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บไซต์จะถูกอธิบาย

บทที่ 2

พื้นฐานด้านการพัฒนาเว็บไซต์

ก่อนที่แนวทางการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ Node-RED จะถูกอธิบาย ในบทนี้ผู้เขียนจะอธิบายถึงโครงสร้างพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ เนื่องจาก Node-RED เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของเว็บไซต์ ดังนั้นหากผู้อ่านมีความรู้พื้นฐานทางด้านการออกแบบและการพัฒนาเว็บไซต์จะส่งผลให้สามารถความเข้าใจหลักการพัฒนาโปรแกรมโดย Node-RED ที่ดีขึ้น ซึ่งพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ที่จะถูกอธิบายในบทนี้ จะประกอบด้วยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ HTML (Hypertext Markup Language)²⁹, CSS (Cascading Style Sheets)³⁰, และ JS (JavaScript)³¹

2.1. HTML (HyperText Markup Language)

HTML เป็นสคริปต์พื้นฐานที่ถูกนำเสนอขึ้นมาเพื่อใช้ในการกำหนดรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลในเอกสารที่ใช้งานในรูปแบบของเว็บไซต์ผ่านทางโปรแกรม Web browser³² เช่น Microsoft Edge³³, Google Chrome³⁴, และ Web browsers อื่นๆ ซึ่ง HTML ถูกคิดค้นขึ้นมาโดย Tim Berners Lee³⁵ ในปี ค.ศ. 1980 ในเวลาต่อมาปี ค.ศ. 1996 องค์กร W3C (World Wide Web Consortium)³⁶ ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานของ HTML โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในด้านการใช้งาน HTML ที่ตรงกัน มากไปกว่านั้นในปี ค.ศ. 1999 องค์กร W3C ได้ปรับปรุงมาตรฐานของการใช้งาน HTML โดยเรียกมาตรฐานที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ว่ามาตรฐาน HTML 4.01³⁷ หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2004 องค์กร W3C ได้มีการ

²⁹ <https://www.w3schools.com/html/>

³⁰ https://www.w3schools.com/css/css_intro.asp

³¹ <https://www.w3schools.com/js/>

³² https://en.wikipedia.org/wiki/Web_browser

³³ <https://www.microsoft.com/en-us/edge>

³⁴ <https://www.google.com/chrome/>

³⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Tim_Berners-Lee

³⁶ <https://www.w3.org/>

³⁷ <https://www.w3.org/TR/html401/>

ปรับปรุงมาตรฐานของ HTML ขึ้นใหม่อีกครั้ง โดยเรียกมาตรฐานใหม่นี้ว่า HTML 5³⁸ โดยวัตถุประสงค์หลักของมาตรฐาน HTML 5 คือการเพิ่มขีดความสามารถของ HTML ในด้านการแสดงผลข้อมูลในอุปกรณ์ต่างๆ ที่ถูกใช้เปิดอ่านเอกสาร HTML ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน³⁹ แท็บเล็ต⁴⁰ และเครื่องคอมพิวเตอร์⁴¹ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปรูปแบบการแสดงผลข้อมูลในเอกสาร HTML จะถูกกำหนดโดย HTML element และเอกสารที่ถูกสร้างจะถูกบันทึกให้มีส่วนขยายเป็น “.html” หรือ “.htm” ตัวอย่างเช่น “index.html” หรือ “index.htm” เป็นต้น มากไปกว่านั้นเอกสารที่เป็นไปตามมาตรฐานของ HTML จะต้องมีการสร้างพื้นฐานของเอกสารดังแสดงในรูปที่ 2.1

```
<html>
  <head>
    <title>ข้อความที่จะใช้แสดงในส่วนหัวของไฟล์ HTML</title>
  </head>
  <body>
    ส่วนที่ของเนื้อหาเอกสาร HTML
  </body>
</html>
```

รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานเอกสาร HTML

นั่นก็คือข้อมูลในเอกสาร HTML จะต้องถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง <html> และ </html> มากไปกว่านั้นเอกสาร HTML จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนหัวของเอกสาร HTML โดยจะเริ่มจาก <head> จนถึง </head> ซึ่งในส่วนหัวของเอกสาร HTML จะมี Element ที่สำคัญที่ใช้ในการกำหนดข้อความที่จะถูกแสดงในส่วนหัวของเอกสาร HTML นั่นก็คือ <title> ... </title> และส่วนของเนื้อหาเอกสาร HTML จะเริ่มจาก <body> ไปจนถึง </body>

³⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5>

³⁹ <https://www.computerhope.com/jargon/s/smartphone.htm>

⁴⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Tablet_computer

⁴¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Computer>