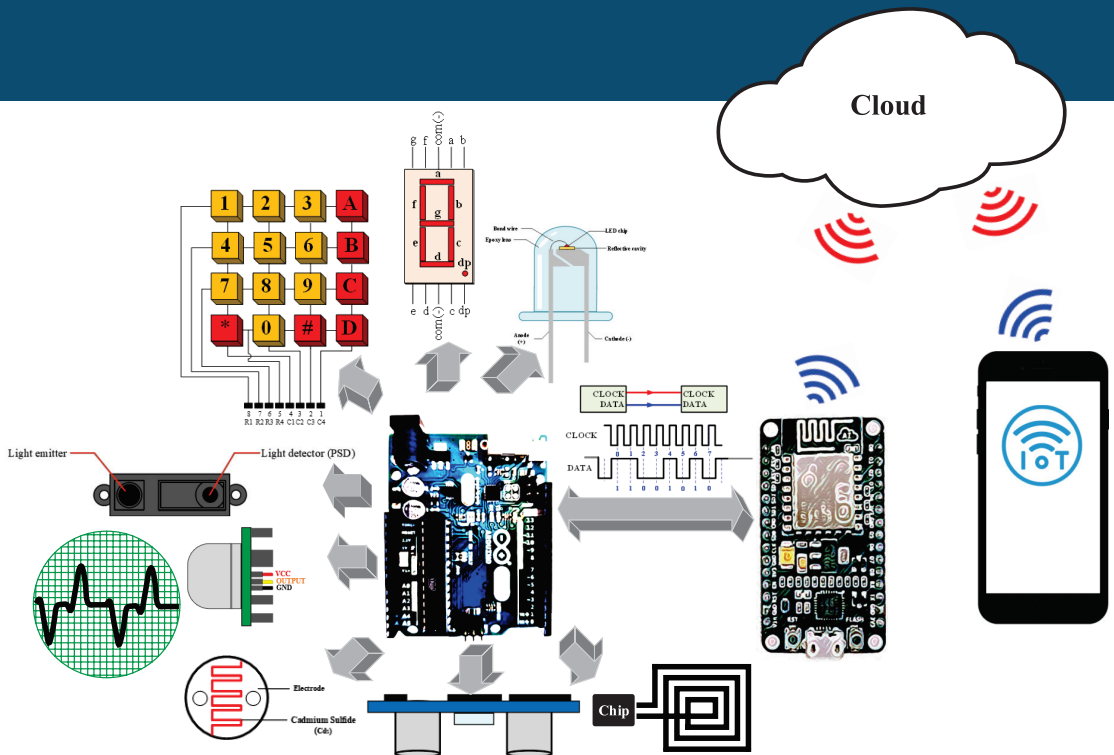




สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เทคนิคการเชื่อมต่อ IoT บนแพลตฟอร์มไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

IoT Interfacing Techniques on Arduino Microcontroller Platforms



ดร.อดิศักดิ์ ร่มพุฒตาล

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2563

เทคนิคการเชื่อมต่อ IoT บนแพลตฟอร์ม
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
(IoT Interfacing Techniques on Arduino
Microcontroller Platforms)

โครงการหนังสือวิชาการที่น่าพิมพ์ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ให้จัดพิมพ์และจำหน่ายในราคาเยียมเยา



ถ่ายเอกสารแทนการใช้หนังสือ
คือการทำลายภูมิปัญญาสร้างสรรค์

**เทคนิคการเชื่อมต่อ IoT บนแพลตฟอร์ม
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
(IoT Interfacing Techniques on Arduino
Microcontroller Platforms)**

ดร. อติศักดิ์ ร่มพุ่มตาล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สาขาวิชาฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2564

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2563

อดิศักดิ์ ร่มพุดตาล.

เทคนิคการเชื่อมต่อ IoT บนแพลตฟอร์มไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.

= IoT Interfacing Techniques on Arduino Microcontroller Platforms.

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์.
2. อาดูยโน (เครื่องควบคุมชนิดโปรแกรม)
3. อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง.

TJ223

ISBN 978-616-314-763-9

ISBN (e-book) 978-616-314-765-3

ลิขสิทธิ์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ร่มพุดตาล
สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนกันยายน 2564

จำนวน 30 เล่ม

ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เดือนกันยายน 2564

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ท่าพระจันทร์: อาคารธรรมศาสตร์ 60 ปี ชั้น U1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2223-9232

ศูนย์รังสิต: อาคารโดมบริหาร ชั้น 3 ห้อง 317 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทร. 0-2564-2859-60 โทรสาร 0-2564-2860

<http://www.thammasatpress.tu.ac.th>, e-mail: unipress@tu.ac.th

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาพปกโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ร่มพุดตาล

ราคาเล่มละ **340.-** บาท

สารบัญ

คำนำ	(7)
บทที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	1
1.1 ไมโครโปรเซสเซอร์.....	1
1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	2
1.3 ความแตกต่างระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์.....	3
1.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	4
1.5 ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนางานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	7
1.6 ไลบรารี Arduino.....	9
1.7 ทดสอบการใช้งานบอร์ดและซอฟต์แวร์ Arduino เบื้องต้น.....	15
1.8 สรุป.....	18
1.9 แบบฝึกหัด.....	19
บทที่ 2 ภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์.....	20
2.1 ภาษาซีพื้นฐาน.....	20
2.2 ภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	32
2.3 สรุป.....	36
2.4 แบบฝึกหัด.....	36
บทที่ 3 การควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต.....	37
3.1 การสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication).....	37
3.2 Pulse Width Modulation (PWM).....	42
3.3 หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode).....	45
3.4 หลอดไฟ 7-Segment LED.....	52
3.5 ลำโพง Buzzer.....	64
3.6 จอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display).....	67
3.7 จอแสดงผล OLED (Organic Light Emitting Diode).....	80

3.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor).....	92
3.9 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor).....	100
3.10 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....	109
3.11 สวิตช์กดติดปล่อยดับ (Tact Switch).....	115
3.12 คีย์แพด (Keypad).....	123
3.13 สรุปร.....	133
3.14 แบบฝึกหัด.....	134
บทที่ 4 การควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์.....	135
4.1 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มแสงด้วย LDR.....	135
4.2 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิด้วย LM35.....	147
4.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นด้วย DHT.....	156
4.4 เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะทางวัตถุด้วยคลื่นอัลตราโซนิก.....	168
4.5 เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะทางวัตถุด้วยอินฟราเรด.....	177
4.6 เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR.....	187
4.7 สรุปร.....	196
4.8 แบบฝึกหัด.....	197
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้งาน IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino.....	198
5.1 เทคโนโลยี IoT.....	198
5.2 อุปกรณ์สำหรับพัฒนางาน IoT.....	199
5.3 การพัฒนาระบบเชื่อมโยงการสื่อสาร NFC และ RFID ในระยะใกล้และไกลด้วย IoT.....	222
5.4 การพัฒนาระบบตรวจจับแก๊สพิษหลายชนิดร่วมกับ IoT.....	258
5.5 สรุปร.....	280
5.6 แบบฝึกหัด.....	280
<i>บรรณานุกรม.....</i>	<i>281</i>
<i>ดัชนี.....</i>	<i>282</i>
<i>ประวัติผู้เขียน.....</i>	<i>287</i>

คำนำ

ตำราเล่มนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับควบคุมอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต และการตรวจวัดค่าปริมาณทางฟิสิกส์ด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้พัฒนาระบบสมองกลฝังตัวต่อไป นอกจากนี้ยังได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ไปพัฒนาต่อยอดกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่เชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน เช่น อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต เซ็นเซอร์ หรือแม้กระทั่งข้อมูลให้เข้าถึงกันผ่านอินเทอร์เน็ต

อย่างไรก็ตามในการพัฒนางานวิจัยทางด้าน IoT จำเป็นจะต้องมีความรู้หลายศาสตร์ ตั้งแต่ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ วงจรดิจิทัล ไมโครคอนโทรลเลอร์ ฟิสิกส์พื้นฐาน ฮาร์ดแวร์ การออกแบบวงจร การวิเคราะห์วงจร การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ การออกแบบระบบสมองกลฝังตัว และการเชื่อมโยงระบบ IoT ซึ่งเป็นการยากที่นักวิจัยและนักพัฒนาจะเข้าใจทั้งหมด จากประสบการณ์ของผู้เขียน การเข้าใจความรู้พื้นฐานดังกล่าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถพัฒนาจากงานทดลองในห้องปฏิบัติการไปเป็นงานวิจัยขั้นสูงได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการเขียนตำราเล่มนี้ เพื่อที่จะอธิบายและรวบรวมความรู้หลายศาสตร์ดังกล่าวไว้ภายในตำราเล่มเดียว โดยตำราเล่มนี้มีเนื้อหาอย่างละเอียดตั้งแต่ อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน ดิจิทัลพื้นฐาน การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต การใช้งานเซ็นเซอร์ การใช้งานแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนสำหรับพัฒนางาน IoT การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับเชื่อมต่อกับ IoT การสร้างระบบอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี NFC และ RFID ที่เชื่อมต่อกับ IoT และการสร้างระบบตรวจจับแก๊สพิษหลายชนิดที่เชื่อมต่อกับ IoT ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวได้รวบรวมมาจากตำราหลายเล่ม การค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และที่สำคัญมาจากประสบการณ์ตรงในการวิจัยของผู้เขียนเอง

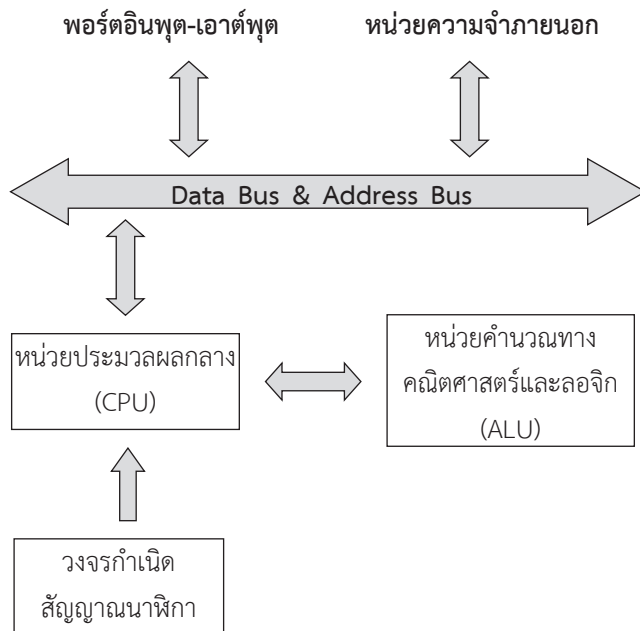
ตำราเล่มนี้สำเร็จลงได้ มาจากความเสียสละของภรรยา น.ท.หญิง กัลยาณี รมพุฒตาล ร.น. ที่คอยดูแลลูกๆ ในช่วงที่ผู้เขียนทำตำรา นอกจากนี้ยังได้รับแรงสนับสนุนจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชูวงศ์ พงศ์เจริญพาณิชย์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการทำวิจัยสำหรับมาใช้เขียนตำรา แม้ว่าผู้เขียนจะทำวิจัยในช่วงเย็นจนเวลาล่วงเลยไปเกือบเช้าหลายครั้งก็ตาม ก็ยังอยู่คอยให้คำปรึกษาทุกครั้งที่คุณเขียนไปทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักวิจัยสมาชิก Antenna and Electromagnetic Applications Research Laboratory (AERIAL) ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธนา ตันติรุ่งโรจน์ชัย และ อาจารย์ ดร. ศิริวิทย์ บัวเจริญ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ร่วมทำวิจัยและพัฒนาเครื่องมือวัดทางด้านเคมีกับผู้เขียน สุดท้ายขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ส่งเสริมและคอยให้กำลังใจผู้เขียนมาโดยตลอด

ผศ.ดร. อติศักดิ์ รมพุฒตาล

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

1.1 ไมโครโปรเซสเซอร์

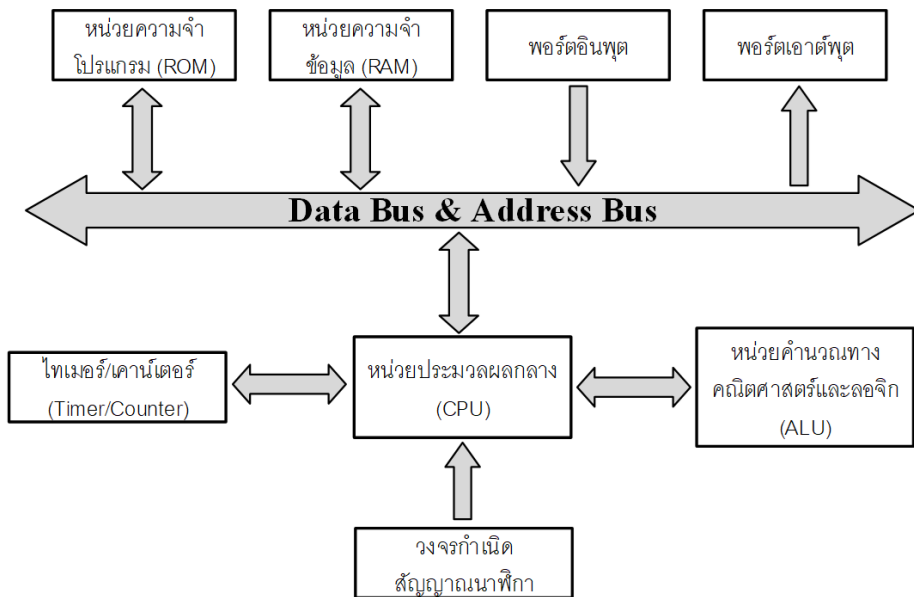
ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประมวลผล โดยมีโครงสร้างประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือเรียกว่าซีพียู (Central Processing Unit: CPU) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกหรือเรียกว่า เอแอลยู (Arithmetic Logic Unit: ALU) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ พอร์ตอินพุตเอาต์พุต และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์จะให้หน่วยประมวลผลกลาง CPU ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางประสานและเชื่อมต่อกับหน่วยต่างๆ คือ ALU และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นอกจากนี้ยังเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอกและพอร์ตอินพุตเอาต์พุตผ่านทางบัสข้อมูล (Data Bus) และบัสแอดเดรส (Address Bus) โดยโครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์ ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์

1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือการนำเอาโครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์และนำเอาส่วนติดต่อภายนอกนำมารวมกันภายในตัวชิปเดียว (Single-Chip Microcontroller) เช่น หน่วยความจำข้อมูล (Random Access Memory: RAM) หน่วยความจำโปรแกรม (Read-Only Memory: ROM) วงจรจับเวลา วงจรนับเวลา และพอร์ตต่างๆ แล้วนำไปผลิตเป็นวงจรรวมไอซี (Integrated Circuit: IC) ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้เบ็ดเสร็จภายในชิปเดียวและมีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมและเข้าถึงข้อมูลได้ โดยโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ความแตกต่างระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

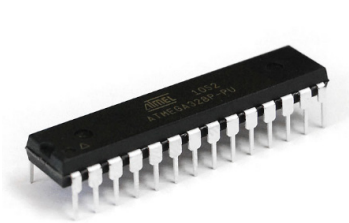
จากหัวข้อที่ผ่านมาโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน่วยพื้นฐานเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ เพียงแต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เพิ่มและนำเอาส่วนติดต่อกับภายนอกมารวมอยู่ภายในชิปเดียว เช่น หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล พอร์ตอินพุตเอาต์พุต วงจรจับเวลาและวงจรนับเวลา ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จึงขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ผู้ใช้งาน เช่น หากงานที่เป็นระบบควบคุมขนาดใหญ่ ต้องการประมวลผลสูงมาก ความเร็วมาก ต้องการใช้หน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่ และมีอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตที่ต้องการเชื่อมต่อเป็นจำนวนมาก ผู้ใช้งานควรเลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ แต่ถ้างานระบบควบคุมที่มีขนาดเล็ก ไม่ซับซ้อน ใช้หน่วยความจำไม่มากนัก และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้ ผู้ใช้งานควรเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบการเลือกใช้งานระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์	ไมโครคอนโทรลเลอร์
1) ระบบควบคุมขนาดใหญ่ 2) ใช้ความเร็วในการประมวลผลสูงมาก 3) เชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก 4) ใช้หน่วยความจำขนาดใหญ่	1) ระบบขนาดเล็กและไม่ซับซ้อน 2) ใช้หน่วยความจำน้อย 3) ใช้ต้นทุนต่ำ
การประยุกต์ใช้งาน	การประยุกต์ใช้งาน
1) เครื่องฝาก-ถอนเงิน (ATM) 2) ระบบเซิร์ฟเวอร์ (Server)	1) ชุดควบคุมระบบเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ 2) ตู้กดน้ำดื่ม ตู้เติมน้ำมัน และตู้เติมเงิน โทรศัพท์

1.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกพัฒนาออกมาหลายรุ่นเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR และได้ผลิตเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในตำราเล่มนี้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328P ขนาด 8 บิต ของบริษัทไมโครชิพ (Microchip Technology) โดยมีรายละเอียดตัวถังไอซีและขาใช้งาน ดังรูปที่ 1.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ได้ถูกพัฒนาทั้งฮาร์ดแวร์ (บอร์ด Arduino) และซอฟต์แวร์ (Arduino IDE) แบบ Open Source หรือแบบเปิดเผยข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ ดังนั้น Arduino จึงเหมาะสำหรับผู้ที่สนใจและต้องการเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบควบคุมสมองกลฝังตัว โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ถูกพัฒนาขึ้นมาหลายรุ่นให้เหมาะสมกับงานประเภทต่างๆ รุ่นที่นิยมใช้งานกันส่วนใหญ่ คือ บอร์ด Arduino Uno R3 บอร์ด Arduino Nano และ บอร์ด Arduino Mega 2560 R3 ดังรูปที่ 1.4



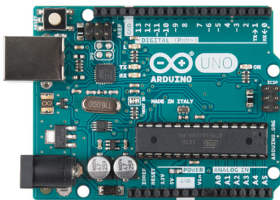
(ก)

(RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL)
(RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA)
(TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
(XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK)
(T1) PD5	11	18	PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2)
(AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B)
(ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A)

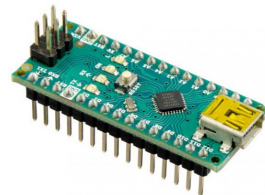
(ข)

รูปที่ 1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328P บนบอร์ด Arduino Uno R3

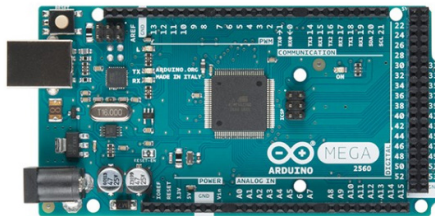
(ก) ตัวถังไอซี และ (ข) รายละเอียดขาใช้งาน ^{[1], [2]}



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 1.4 บอร์ด Arduino รุ่นต่างๆ (ก) บอร์ด Arduino Uno R3 (ข) บอร์ด Arduino Nano และ (ค) บอร์ด Arduino Mega 2560 R3 ^{[3], [4]}

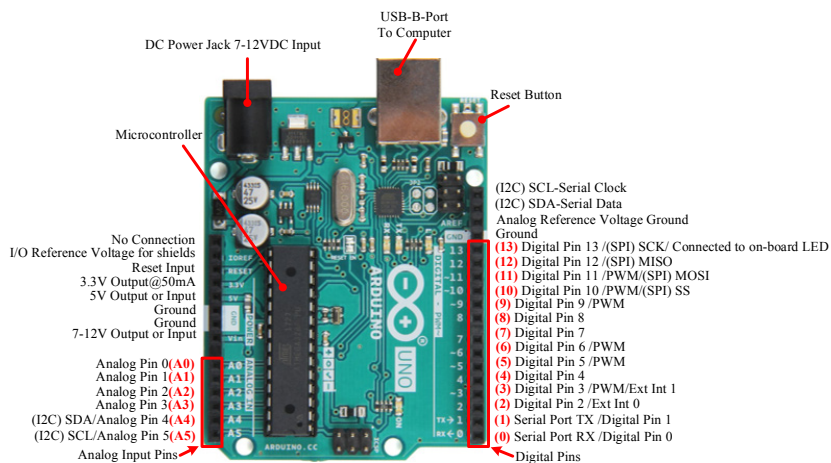
^[1] <https://www.skroutz.gr/s/10858588/Atmel-ATMEGA328P-PU-Microcontroller-Bootloader.html>

^[2] <https://components101.com/microcontrollers/atmega328p-pinout-features-datasheet>

^[3] <https://core-electronics.com.au/arduino-nano-v3-2.html>

^[4] <https://amperka.com/collections/arduino>

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Uno R3 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR และยังมีส่วนของบูตโหลดเดอร์ (Boot Loader) ที่บรรจุโปรแกรมพิเศษไว้ในบอร์ด ส่วนประกอบและรายละเอียดการใช้งาน ดังรูปที่ 1.5 และตารางที่ 1.2 ตามลำดับ



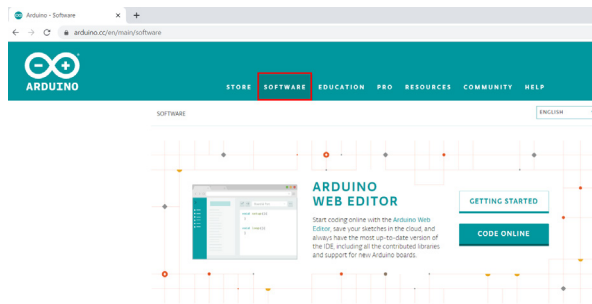
รูปที่ 1.5 ส่วนประกอบของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Uno R3

ตารางที่ 1.2 รายละเอียดการใช้งานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Uno R3

ขาใช้งาน	รายละเอียด
USB Jack	พอร์ต USB ใช้รับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดและคอมพิวเตอร์และต่อไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด
Power jack	สำหรับต่อไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก
Microcontroller	ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด ATMEGA328P
Reset Button	ปุ่มสำหรับรีเซ็ตบอร์ดให้เริ่มต้นทำงานใหม่
LED-Pin13	หลอดไฟ LED ต่อกับขาดิจิทัลขา 13
Power LED	หลอดไฟ LED แสดงสถานะไฟเลี้ยงของบอร์ด
Power Pins	ชุดไฟเลี้ยง 5V 3.3V และ GND
Digital Pins	ชุดขาดิจิทัลอินพุตเอาต์พุตมีทั้งหมด 14 ขาคือ D0-D13 โดยขา D0-D1 เป็นขาที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม
Analog Input Pins	ชุดขาแอนะล็อกอินพุตมีทั้งหมด 6 ขาคือ A0-A5

1.5 ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนางานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino คือ Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ได้หลายส่วนคือ ส่วนเขียนโปรแกรมหรือโค้ดคำสั่ง ส่วนคอมไพล์หรือแปลงภาษาคอมพิวเตอร์เป็นภาษาเครื่อง (Machine Language) ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าใจ ส่วนอัปโหลดไฟล์ภาษาเครื่องให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนตรวจสอบผลลัพธ์การทำงาน ดังนั้น Arduino IDE จึงเป็นบทบาทที่สำคัญในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว การดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ Arduino IDE มาใช้งาน ดังรูปที่ 1.6



(ก)

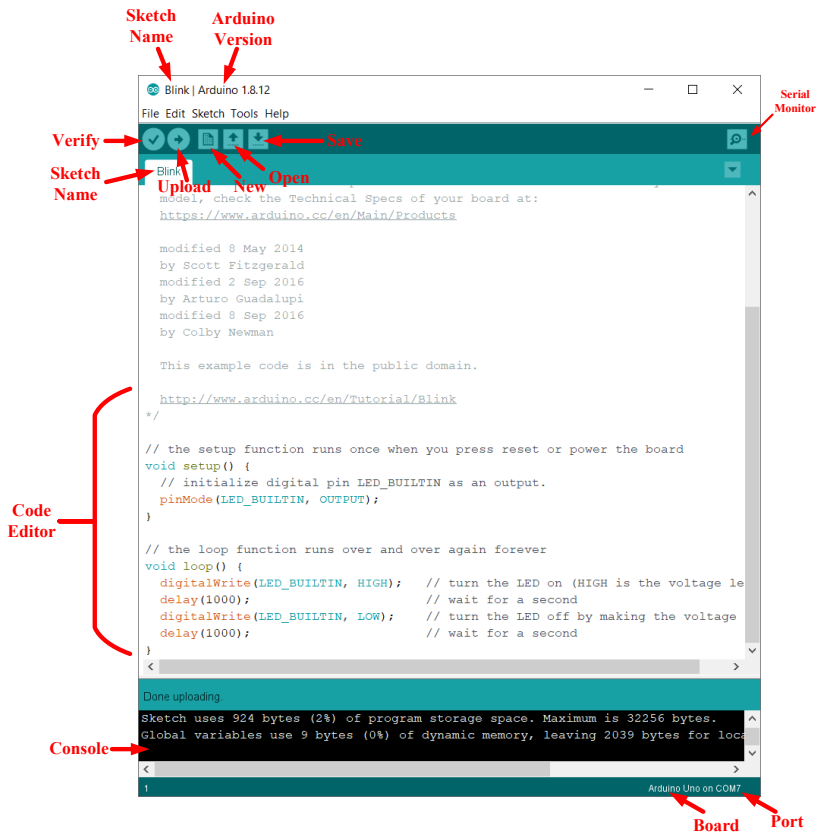


(ข)

รูปที่ 1.6 การดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ Arduino IDE
(ก) หน้าต่าง Software และ (ข) หน้าต่าง Download ^[5]

[5] <https://www.arduino.cc/en/main/software>

เมื่อดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ Arduino IDE เสร็จแล้ว ให้ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE ให้เรียบร้อย จากนั้นให้เปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมา โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างของ Arduino IDE ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเขียนโค้ดคำสั่งได้ ส่วนประกอบซอฟต์แวร์และรายละเอียดของ Arduino IDE ดังรูปที่ 1.7 และตารางที่ 1.3



รูปที่ 1.7 หน้าต่างโปรแกรมและรายละเอียดของซอฟต์แวร์ Arduino IDE

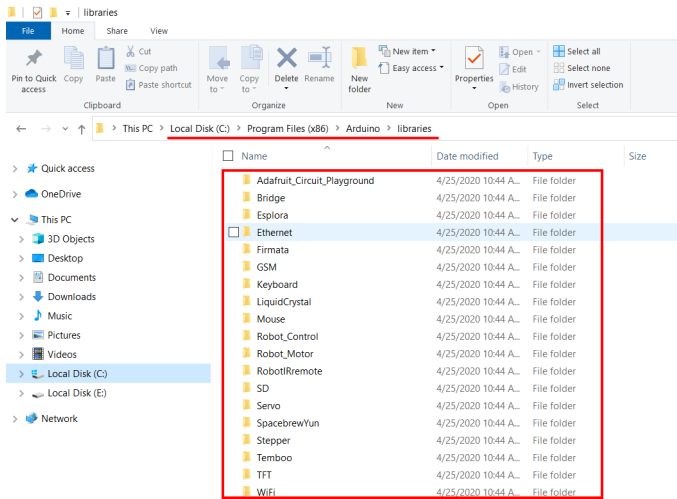
ตารางที่ 1.3 รายละเอียดการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

ชื่อ	รายละเอียด
Sketch Name	ชื่อไฟล์ที่กำลังเขียนโค้ดคำสั่ง
Arduino Version	แสดงเวอร์ชันของบอร์ด Arduino
Code Editor	สำหรับใช้เขียนโค้ดคำสั่งหรือโปรแกรม
Console	หน้าต่างแสดงการประมวลผลการทำงานของบอร์ด
Board	แสดงรุ่นของบอร์ด Arduino
Port	แสดงพอร์ตใช้งานที่ถูกเชื่อมต่อ
Verify	สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดคำสั่งหรือไวยากรณ์
Upload	อัปโหลดไฟล์ลงบนบอร์ด Arduino
New	เปิดใช้หน้าต่าง Arduino IDE ใหม่
Open	สำหรับเปิดไฟล์ Arduino IDE
Save	สำหรับบันทึกไฟล์
Serial Monitor	ตรวจสอบการทำงานของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

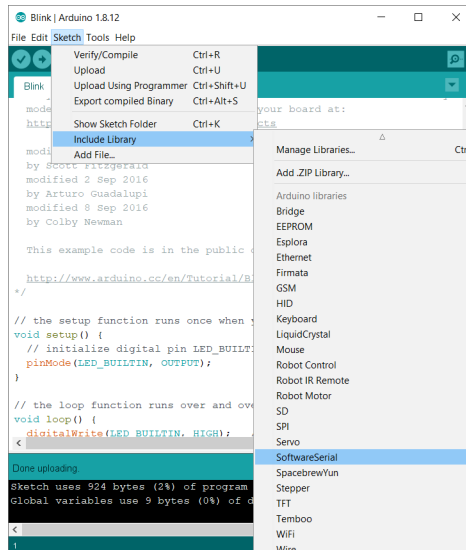
1.6 ไลบรารี Arduino

ซอฟต์แวร์ Arduino IDE มีไลบรารีสำเร็จรูปและติดตั้งมาพร้อมกับซอฟต์แวร์ Arduino IDE อีกด้วย เช่น ไลบรารีการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม ไลบรารีเซอร์โวมอเตอร์ และไลบรารีอื่นๆ ไลบรารีเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรม และลดขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนลงได้ โดยที่ไฟล์ไลบรารีสำเร็จรูปจะถูกเก็บไว้ในโฟลเดอร์ libraries ดังรูปที่ 1.8 สำหรับการเขียนโปรแกรมบน Arduino IDE ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้งานไลบรารีที่ต้องการใช้ได้ เช่น ไลบรารีการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมคือ SoftwareSerial.h เลือกแถบเมนู Sketch - - > Include Library ดังรูปที่ 1.9 จากนั้นไฟล์ไลบรารีดังกล่าวจะถูกเรียกใช้งานในหน้าต่าง Arduino IDE เป็น #include <SoftwareSerial.h> ดังรูปที่ 1.10

10 เทคนิคการเชื่อมต่อ IoT บนแพลตฟอร์มไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



รูปที่ 1.8 ไบรารีสำเร็จรูปในโฟลเดอร์ libraries



รูปที่ 1.9 การเรียกใช้งานไลบรารีสำเร็จรูป



รูปที่ 1.10 ไฟล์ไลบรารีถูกเรียกใช้งานในหน้าต่าง Arduino IDE

ในการเขียนโปรแกรมสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต หรือเซ็นเซอร์ ผู้ใช้งานมักจะพบปัญหาไม่มีไลบรารีสำเร็จรูปที่ติดตั้งมาพร้อมกับซอฟต์แวร์ Arduino IDE เช่น อุปกรณ์จอแสดงผล LCD หรือเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11/22 เป็นต้น ดังนั้นผู้ใช้งานจำเป็นต้องดาวน์โหลดไลบรารีจากเว็บไซต์ที่พัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยเฉพาะ เช่น <https://github.com/arduino-libraries> หรือเว็บไซต์อื่นๆ เช่น ไลบรารีจอแสดงผล LCD ที่มีเชื่อมต่อแบบ I2C โดยมีขั้นตอนการดาวน์โหลดและติดตั้งไลบรารี ดังนี้

1) ดาวน์โหลดไฟล์ไลบรารี LiquidCrystal_I2C ที่เป็นไฟล์ ZIP จากเว็บไซต์ <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library> ดังรูปที่ 1.11