

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาโครงการเรื่องระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนระดับมลพิษในรถยนต์ส่วนบุคคล มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาการเสียชีวิตขณะนอนหลับในรถยนต์ที่ติดเครื่องยนต์ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นหากมีการสูดดมก๊าซพิษเข้าไปในร่างกายเกินกว่ากำหนด ทำให้ก๊าซพิษมีมากกว่าก๊าซออกซิเจน 100 ถึง 200 เท่าตัว เป็นเหตุให้ความสามารถในการนำพาออกซิเจนของเม็ดเลือดแดง เพื่อไปเลี้ยงส่วนอื่นของร่างกายและสมองค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ ระบบประสาทจะเริ่มทำงานผิดปกติ หัวใจเต้นผิดจังหวะ และอาจหยุดเต้นได้ในที่สุด ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. มลพิษทางอากาศ
2. การเสียชีวิตภายในรถเนื่องจากการสูดดมก๊าซอันตราย
3. อุปกรณ์บอร์ด ESPino32
4. เครื่องมือ Arduino IDE
5. จอแสดงผล LCD
6. อุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส Sensor SGP30
7. อุปกรณ์ระบุตำแหน่ง GPS module
8. ฟังก์ชันเสริม Line notify
9. ฟังก์ชันเสริม Line chatbot
10. การจัดการการเชื่อมต่อ Wifi manager
11. ไมโครคอนโทรลเลอร์
12. ภาษา C
13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
14. สรุป

2.1 มลพิษทางอากาศ

2.1.1 มลพิษทางอากาศ

ปัจจุบันเราต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมากมาย ซึ่งนับวันปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงมากขึ้นปัญหามลภาวะทางอากาศก็เป็นปัญหาใหญ่ปัญหาหนึ่งที่มีผลกระทบในตอนนี้

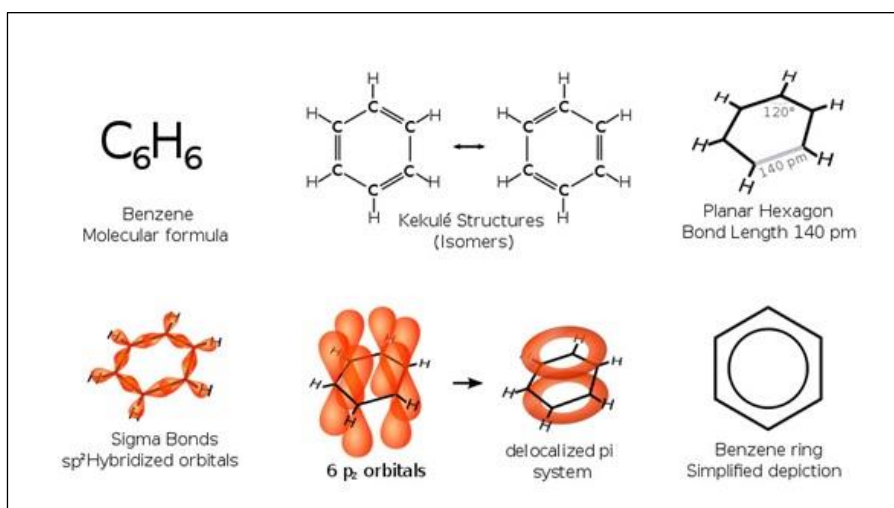
มลภาวะทางอากาศ (air pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลาานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์ สัตว์ พืช ซึ่งสารเจือปนดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจอยู่ในรูปของแก๊สของเหลวหรือของแข็งก็ได้ โดยมีสารหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว (Pb) แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) (กรมควบคุมมลพิษ 2550)

คนส่วนใหญ่มักคิดว่ามลภาวะทางอากาศต้องเป็นอะไรที่เกี่ยวกับควันรถยนต์ ฝนกรด สาร CFCs หรือสารพิษรูปแบบต่าง ๆ ที่มักเกิดขึ้นภายนอกบ้านแต่ความจริงมลภาวะทางอากาศสามารถเกิดขึ้นได้ภายในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหรือแม้แต่ภายในอาคารสำนักงานและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ควันจากการสูบบุหรี่หรือการทำอาหาร ฝุ่นกระดาษที่เกิดจากเครื่อง printer เป็นต้น ซึ่งเราสามารถระบุตัวสารพิษและแหล่งที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศใกล้ตัวรวมไปถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับร่างกายหากได้รับสารพิษดังกล่าวได้ดังนี้

อนุภาคของสารแขวนลอยในอากาศ (suspended particulate matter) ประกอบด้วย ฝุ่น ควัน หมอกและไอน้ำซึ่งลอยปะปนอยู่ในชั้นบรรยากาศ สารแขวนลอยเหล่านี้ส่งผลทำให้เกิดทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลงอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ได้ และถ้าเราสูดดมเอาสารพวกนี้เข้าไปในปริมาณที่มากอาจก่อให้เกิดอาการปอดอักเสบได้

ควันบุหรี่หรือควันยาสูบ (tobacco smoke) เป็นที่ทราบกันดีว่าควันบุหรี่เป็นสารเคมีที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ไม่ใช่เฉพาะแต่คนที่สูบบุหรี่เท่านั้นแต่คนที่สูดเอาควันบุหรี่เข้าไปก็มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดโรคมะเร็งปอด โรคหืด หรือการติดเชื้อในปอดได้เช่นเดียวกัน

สารปนเปื้อนทางชีวภาพ (biological pollutants) เป็นสารที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและล่องลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศ เช่น ละอองเกสรดอกไม้หรืออับสปอร์สารเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหืด หอบ ภูมิแพ้ หรือโรคเยื่อตาอักเสบได้



ภาพที่ 2-1 สารระเหย [3]

จากภาพที่ 2-1 สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้เร็วส่วนใหญ่จะเป็นสารที่ระเหยมาจากสีทาบ้าน สีนํ้ามันที่เป็นสารจำพวกอะซิโตน การระเหยของนํ้ามันปิโตรเลียม หรือแม้แต่ในขั้นตอนของการซักแห้งก็มีสารดังกล่าวระเหยออกมาได้ สารเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ตา จมูกและคอ ในบางครั้งอาจส่งผลให้เกิดอาการปวดหัว วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้และที่ร้ายแรงที่สุดคือทำให้ระบบการทำงานของตับล้มเหลว

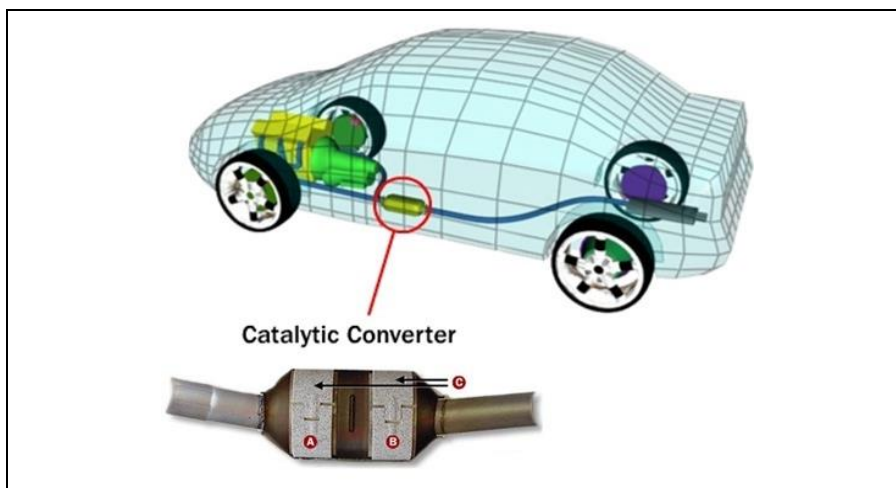
ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นสารเคมีที่ประกอบไปด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน อยู่ในรูปของแก๊สที่ไม่มีสีแต่มีกลิ่น พบได้ทั่วไปตามธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นผลผลิตจากพืช สัตว์และมนุษย์ โดยอาจพบในส่วนผสมของ นํ้ามันพืช แชมพู ลิปสติก เสื้อผ้า หรือกระดาษชำระ ถ้าร่างกายได้รับสารดังกล่าวในปริมาณที่มากในระยะเวลาอันสั้นจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่ตา จมูก และเกิดอาการภูมิแพ้ แต่หากได้รับในปริมาณที่มากในช่วงระยะยาวจะส่งผลทำลายระบบประสาท ระบบการย่อยอาหารรวมไปถึงก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ [3]

2.2 การเสียชีวิตภายในรถเนื่องจากการสูดดมก๊าซอันตราย

2.2.1 การเสียชีวิตภายในรถเนื่องจากการสูดดมก๊าซอันตราย

ทุกวันนี้ ทุกคนคงหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับก๊าซที่ชื่อว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่พ้น และในบางครั้ง คุณเองอาจเป็นตัวการในปล่อยก๊าซชนิดนี้ออกสู่สิ่งแวดล้อมหากคุณใช้รถยนต์ในการเดินทาง เนื่องจากก๊าซชนิดนี้ไม่ได้มีแหล่งกำเนิดเฉพาะเพียงแต่ในอุตสาหกรรมแต่ยังเป็นก๊าซที่ได้จากกระบวนการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนที่อยู่ในเครื่องยนต์ของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือรถอื่น ๆ ที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อน รวมถึงการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น นํ้ามันเบนซิน นํ้ามัน และไม้เป็นต้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทุก ๆ ปี มีผู้ป่วยประมาณ 15000 คนที่ต้องเข้าห้องฉุกเฉินจากพิษของก๊าซชนิดนี้และมีผู้ป่วยเสียชีวิตสูงถึงปีละประมาณ 500 คน สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการออกพระราชบัญญัติโรงงาน พระราชบัญญัติการสาธารณสุขและพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อควบคุม ป้องกัน และจัดการกับปัญหาจากก๊าซชนิดนี้ โดยกำหนดให้รถยนต์ที่ใช้ นํ้ามันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาใหม่ต้องมีการติดตั้ง Catalytic converter แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขจัดมลพิษในท่อไอเสีย ซึ่งอุปกรณ์ Catalytic converter จะประกอบด้วย Catalyte สองส่วนโดยในส่วนแรกคือ Reduction catalyst ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ให้เป็นก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจน และในส่วนที่สองชื่อว่า oxidation catalyst ทำหน้าที่เปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอันตรายน้อยกว่า



ภาพที่ 2-2 Catalytic Converter ที่ติดตั้งในรถยนต์ [3]

จากภาพที่ 2-3 เครื่องฟอกไอเสีย หรือ Catalytic Converter เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดมลพิษของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และ ไนโตรเจนออกไซด์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ของรถยนต์ เครื่องฟอกไอเสียจะทำหน้าที่เปลี่ยนไอเสียในอากาศของก๊าซ 3 ชนิดให้เป็นก๊าซออกซิเจน ไนโตรเจน และ ไอน้ำ ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีออกซิเดชันและรีดักชัน

แต่อย่างไรก็ตามจากรายงานมลพิษทางอากาศจากก๊าซชนิดนี้ในปี พ.ศ. 2542 ของกรุงเทพมหานคร พบว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซชนิดนี้ยังสูงเกินค่ามาตรฐาน ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง วัดได้ 9 ppm โดยเฉพาะบริเวณถนนอิสราภาพ ถนนจรัลสนิทวงศ์ ถนนหลานหลวง ถนนพระสุเมรุ ถนนพระรามที่ 1 เป็นต้น เพราะฉะนั้นอยากให้ทุกคนที่ใช้รถเป็นพาหนะเดินทางหมั่นตรวจสอบ เช็ครถยนต์อยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์ลดการปล่อยก๊าซชนิดนี้ออกสู่บรรยากาศเพราะอันตรายจากก๊าซชนิดนี้ถือเป็นภัยเงียบอย่างที่คุณคิดไม่ถึงกันเลยทีเดียว

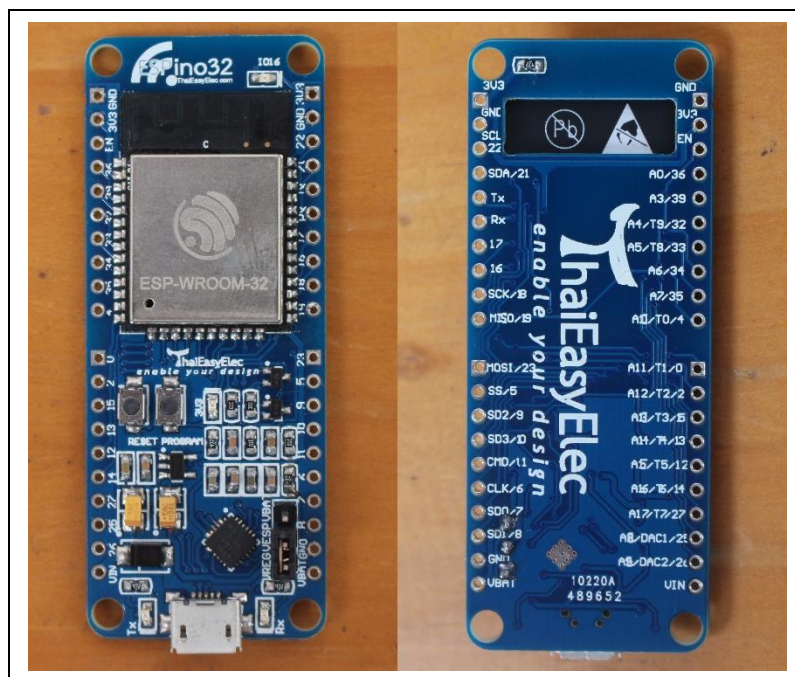
อันตรายจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ สูตรทางเคมีประกอบไปด้วยอะตอมคาร์บอนและออกซิเจนอย่างละ 1 อะตอมได้เป็น CO คุณสมบัติทางกายภาพ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนาแน่น 0.97 ซึ่งเบากว่าอากาศความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาดำและสามารถปะปนอยู่ในอากาศได้นาน 1-2 เดือน จัดเป็นก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์เนื่องจากเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น ทำให้เข้าสู่ร่างกายได้โดยที่เราไม่รู้ตัวและเมื่อก๊าซชนิดนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายสามารถสะสมอยู่ในร่างกายได้โดยจะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่าทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายลดน้อยลง ส่งผลให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย สมองขาดออกซิเจน และถ้าได้รับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในปริมาณมากอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการขาดออกซิเจนเฉียบพลันถึงขั้นเสียชีวิตได้

นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ JAMES J. McGrath ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีต่อระบบหัวใจในหนูสายพันธุ์ Sprague Dawley พบว่าหลังจาก 8 นาทีผ่านไปอัตราการเต้นหัวใจของหนูมีค่าลดลงเมื่อได้รับการฉีดสารละลายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าสู่กระแสเลือด และเมื่อระดับความเข้มข้นของก๊าซเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดต่ำลง ผลกระทบของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีต่อสุขภาพมนุษย์ในระดับที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงดังนี้

1. ระดับความเข้มข้น 50 ppm ถึง 200 ppm อาการ ปวดศีรษะเล็กน้อยและอ่อนเพลีย
2. ระดับความเข้มข้น 200 ppm ถึง 400 ppm อาการ คลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียนศีรษะอย่างรุนแรงและอาจถึงขั้นเป็นลม
3. ระดับความเข้มข้นประมาณ 1,200 ppm อาการ หัวใจเต้นเร็วขึ้นผิดปกติ และเริ่มต้นผิวจี๋หาวะ
4. ระดับความเข้มข้นประมาณ 2,000 ppm อาการ อาจถึงขั้นหมดสติ และอาจถึงเสียชีวิต
5. ระดับความเข้มข้นประมาณ 5,000 ppm อาการ อาจทำให้เสียชีวิตภายในไม่กี่นาทีแต่อาจจะรอดชีวิตถ้ารีบนำผู้ป่วยออกจากบริเวณอับอากาศมาสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์หรือมีออกซิเจนเพียงพอ [3]

2.3 อุปกรณ์บอร์ด ESPino32

2.3.1. อุปกรณ์บอร์ด ESPino32 บอร์ด ESPino32 เป็นการใช้งานบอร์ด Espino32 ในการเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi ในโหมดพื้นฐานต่าง ตัวอย่างการใช้งานบอร์ด Espino32 ที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายไร้สาย เช่น ใช้งานบอร์ด Espino32 จำลองตัวเองเป็น Access Point ให้อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่าน Wi-Fi ใช้งานบอร์ด Espino32 เชื่อมต่อกับ Access Point เพื่อส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ผ่าน Wi-Fi ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ ใช้งานบอร์ด Espino32 เชื่อมต่อกับ Access Point เพื่อรับส่งข้อมูลกับคลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำเป็น IoT Device (Smart Plug Smart Farm) เป็นต้น



ภาพที่ 2-3 รายละเอียด บอร์ด ESPino32 [1]

จากภาพที่ 2-7 บอร์ด ESPino32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมโมดูลสื่อสาร Wireless LAN และ Bluetooth ใช้โมดูล ESP-WROOM-32 (EFDV571) ชิพ ESP32 2.4 GHz Wi-Fi and Bluetooth Combo SoC จาก Espressif Systems เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32-bit Tensilica LX6 ความเร็วสูงสุด 240 MHz (600 DMIPS) จำนวน 2 คอร์ พร้อมหน่วยความจำ SRAM ขนาด 520 KB และ Flash Memory ขนาด 4 MB (32 Mbit) รองรับการเชื่อมต่อ Wireless LAN ความถี่ 2.4 GHz มาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n และ Dual Mode Bluetooth (Classic and BLE)

ESPino32 สามารถพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์ม Arduino โดยติดตั้ง Board Support Package ชื่อ arduino-ESP32 จาก GitHub ของ Espressif บอร์ดมาพร้อม USB-to-Serial ชิพ CP2104 ของ Silicon Labs สามารถเสียบเข้าคอมพิวเตอร์แล้วติดตั้งไดรเวอร์เป็น Virtual COM Port แล้วสามารถโปรแกรมตัวบอร์ดผ่าน Arduino IDE ได้ พร้อมวงจรอัปโหลดอัตโนมัติ ไม่ต้องกดปุ่ม Program และ Reset เพื่ออัปโหลด

บอร์ด ESPino32 เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนางานชิ้นงาน Internet of Things เป็นอุปกรณ์ปลายทางเพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์หรือส่งค่าควบคุมไปยังอุปกรณ์ผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้จนถึงงานจริง

บอร์ด ESPino32 เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนางานด้าน Internet of Things เป็นอุปกรณ์ปลายทางเพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์หรือส่งค่าควบคุมไปยังอุปกรณ์ผ่าน Wi-Fi สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้และการใช้งานจริง นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบต่าง ๆ [1]

2.4 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา

2.4.1 Arduino IDE

Arduino เป็นชื่อเรียกของ platform micro controller ชนิดหนึ่งซึ่งก็ตามความหมาย micro คือเล็ก controller คือชุดควบคุม ดังนั้นหน้าที่ของมันก็คือชุดควบคุมขนาดเล็กที่สามารถนำไปเชื่อมต่อเพื่อสั่งการเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ Arduino ในส่วนของ Software Arduino ได้พัฒนาส่วนของระบบการเขียนโปรแกรม หรือที่เรียกว่า (Integrated Development Environment) ซึ่งจะช่วยให้เราฝังคำสั่งลงในบอร์ด Arduino ชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งในส่วนของ software นี้ เรายังสามารถดาวน์โหลด library เพิ่มได้จาก internet ซึ่งทำให้เราเขียนโปรแกรมกับ controller ชนิดอื่น ๆ ไม่จำกัดอยู่แค่ Arduino [1]

2.5 จอแสดงผล (LCD)



ภาพที่ 2-4 จอ Lcd [1]

จากภาพที่ 2-14 จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ

โครงสร้างโดยทั่วไปของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCD สามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ แบบ

ใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) LCD แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจนแบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode) จอแบบนี้เป็นการเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

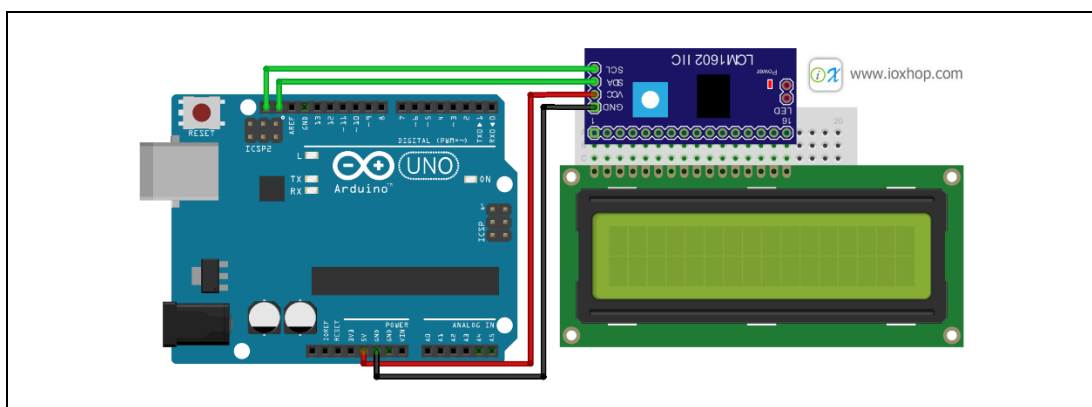
จอ LCD จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้อจอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด การเชื่อมต่อจะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ

การเชื่อมต่อแบบขนาน - เป็นการเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino โดยตรง โดยจะแบ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต และการเชื่อมต่อแบบ 8 บิต ใน Arduino จะนิยมเชื่อมต่อแบบ 4 บิต เนื่องจากใช้สายในการเชื่อมต่อน้อยกว่า

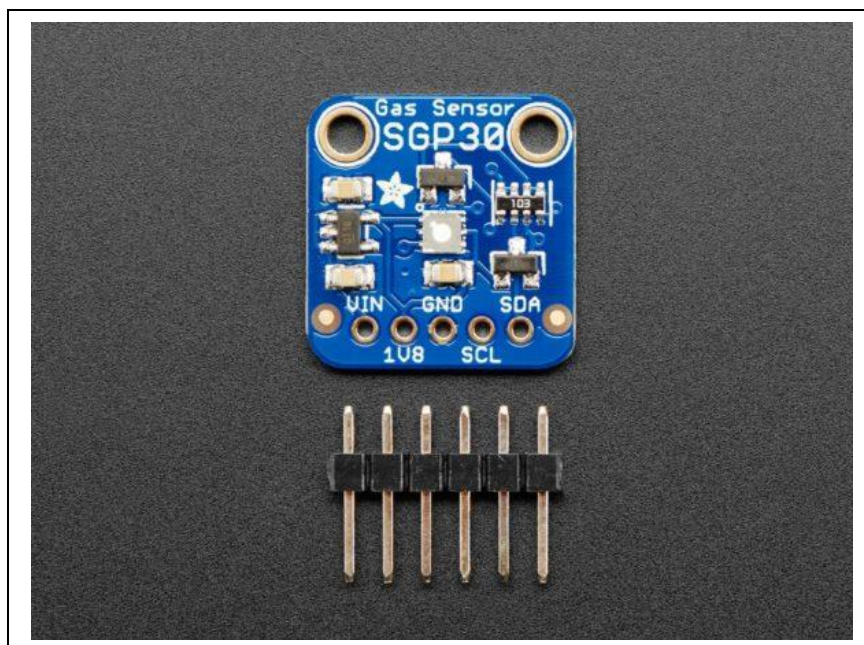
การเชื่อมต่อแบบอนุกรม - เป็นการเชื่อมต่อกับจอ LCD ผ่านโมดูลแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อกับจอ LCD จากแบบขนาน มาเป็นการเชื่อมต่อแบบอื่นที่ใช้สายน้อยกว่า เช่น การใช้โมดูล I2C จะเป็นการนำโมดูลเชื่อมเข้ากับตัวจอ LCD แล้วใช้บอร์ด Arduino เชื่อมต่อกับบอร์ดโมดูลผ่านโปรโตคอล I2C ทำให้ใช้สายเพียง 4 เส้น ก็ทำให้หน้าจอแสดงผลข้อความต่าง ๆ ออกมาได้การใช้งาน Character LCD กับ Arduino



ภาพที่ 2-5 แสดงการต่อหน้าจอแบบ I2C

จากภาพที่ 2-5 เป็นการต่อหน้าจอกับบอร์ดซึ่งมีการต่อเข้ากับอุปกรณ์เชื่อมต่อที่แปลงการต่อแบบปกติเป็นการต่อแบบ I2C

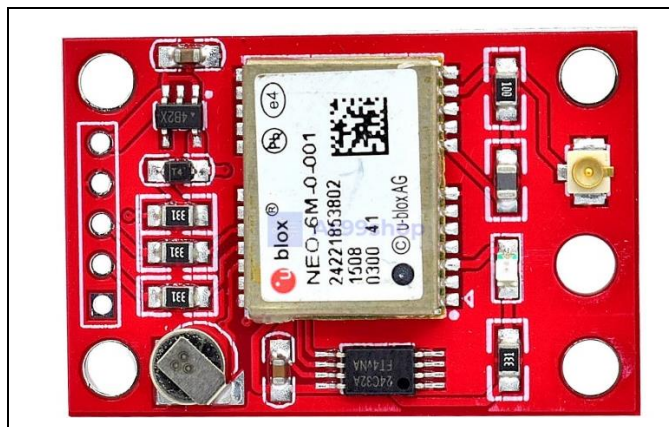
2.6 อุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ Sensor SGP30



ภาพที่ 2-6 SGP30 [11]

จากภาพที่ 2-6 Sensor SGP30 เซ็นเซอร์คุณภาพอากาศฟุ้งลัอม VOC และ CO₂ เซ็นเซอร์วัดคุณภาพอากาศ SGP30 เป็นเซ็นเซอร์ก๊าซแบบหลายฟีกเซลแบบดิจิทัลที่ออกแบบมาเพื่อการรวมเข้ากับเครื่องฟอกอากาศการระบายอากาศที่ควบคุมตามความต้องการและแอปพลิเคชัน IoT ได้อย่างง่ายดาย CMOSens®technology ของ Sensirion นำเสนอระบบเซ็นเซอร์ที่สมบูรณ์แบบบนชิปตัวเดียวที่มีอินเทอร์เฟซ I2C แบบดิจิทัลแผงวงจรไมโครขนาดเล็กที่ควบคุมอุณหภูมิและสัญญาณคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ประมวลผลล่วงหน้าแล้วสองตัว ในฐานะที่เป็นเซ็นเซอร์ก๊าซโลหะออกไซด์ตัวแรกที่มีองค์ประกอบการตรวจจับที่หลากหลายบนชิปตัวเดียว SGP30

2.7 อุปกรณ์ระบุตำแหน่ง GPS module



ภาพที่ 2-7 อุปกรณ์ระบุตำแหน่ง GPS Module [12]

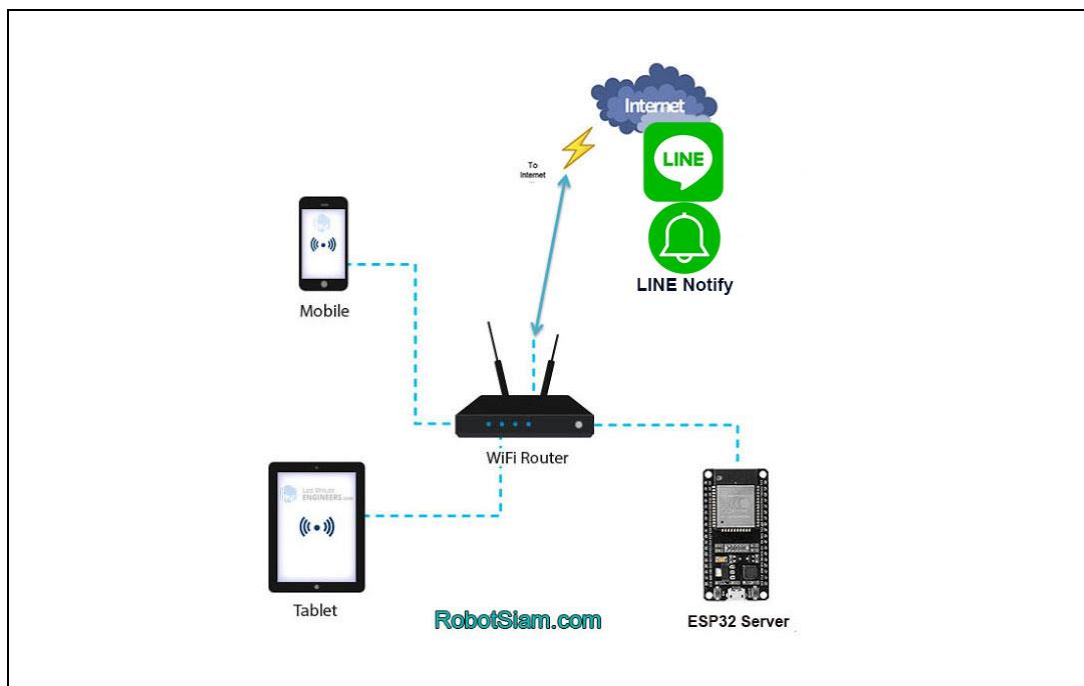
จากภาพที่ 2-7 ระบบนำร่อง เป็นระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนด หลักการที่สำคัญคือ ดาวเทียมจะปล่อยค่าเวลาออกมาเป็นช่วง ๆ อุปกรณ์จะรับสัญญาณเข้ามา แล้วคำนวณระยะห่างระหว่างอุปกรณ์กับดาวเทียมโดยเปรียบเทียบเวลาปัจจุบัน กับเวลาที่รับมา ว่าแตกต่างกันเท่าไร จากนั้นจึงคำนวณเป็นระยะทางโดยเทียบกับค่าเวลาในการเดินทางของแสง (สัญญาณเดินทางได้เร็วเท่าแสง) เมื่อดาวเทียม 4 ดวงอยู่ในตำแหน่งเดิมเสมอ ทำให้สามารถหาค่าตำแหน่งจากระยะทางได้ แล้วจึงนำจุดที่ซ้อนทับกันมาระบุเป็นตำแหน่งของเครื่องรับ

ระบบนำร่องที่คนส่วนใหญ่รู้จักกัน คือ ระบบ GPS เกิดขึ้นตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1978 เริ่มแรกใช้ในการทหาร แต่ต่อมาได้เกิดเหตุการณ์เครื่องบินพลัดหลง ทำให้เริ่มมีการประกาศใช้ GPS ทั่วไปในปี ค.ศ. 1983

ระบบ GPS เดิมที่มีการใช้งานกันบนเครื่องบิน เพื่อไม่ให้เครื่องบินเกิดเหตุการณ์ออกนอกเส้นทางอีก แต่เมื่อเทคโนโลยีเริ่มมีการพัฒนามากขึ้นเรื่อย ๆ ตัวรับสัญญาณ GPS มีขนาดเล็กลงจึงมีการพัฒนาเป็นอุปกรณ์นำทางในรถ มาจนถึงปัจจุบันที่แค่กดแอปพลิเคชันก็สามารถระบุตำแหน่งของเราบนแผนที่ได้เลย

ระบบนำร่องที่คนไทยอาจจะไม่ค่อยรู้จักนัก คือระบบ GLONASS เป็นระบบนำร่องจากรัสเซีย พัฒนาขึ้นมาเพื่อแข่งกับระบบ GPS โมดูล GPS รุ่นใหม่ ๆ จะสามารถรับสัญญาณของ GLONASS ได้ด้วย ทำให้สามารถระบุตำแหน่งได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น (บางโมดูลจะเรียก GLONASS ว่า GNSS) [12]

2.8 Line notify

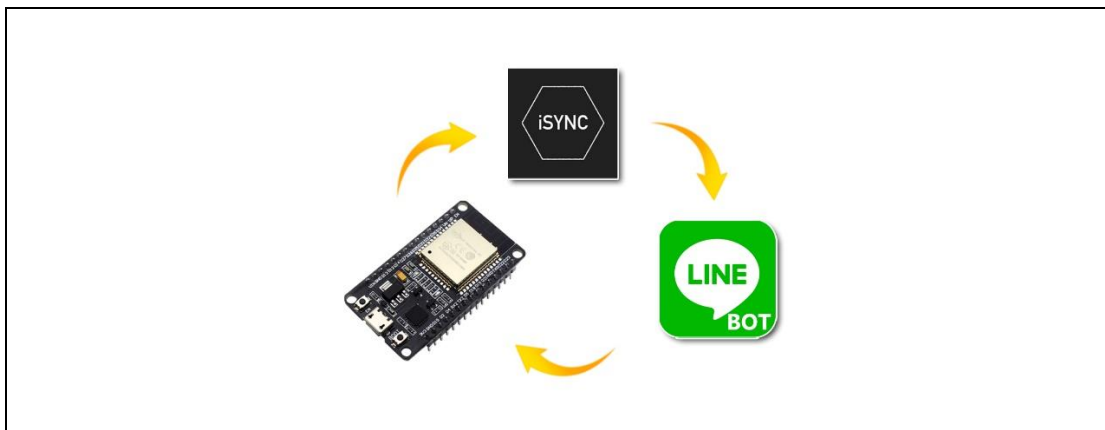


ภาพที่ 2-8 Line Notify [5]

จากภาพที่ 2-8 LINE Notify เป็นบริการของทาง LINE เป็นบริการและช่องทางที่ถูกต้อง ท่านสามารถส่งความ การแจ้งเตือนต่าง ๆ ไปยังแอคเคาต์ของท่านเองได้ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่าย ๆ ข้อจำกัดของ LINE Notify คือ สามารถส่งแจ้งเตือนได้เฉพาะผู้ที่ขอใช้ หรือ กลุ่มที่ผู้ขอใช้เป็นสมาชิกเท่านั้น ไม่สามารถส่งข้อความเข้าห้องสนทนาของเพื่อน ๆ ได้หากต้องการให้สามารถส่งข้อความหาใครก็ได้ ท่านต้องใช้ LINE Bot API แทน [5]

2.9 Line chatbot

Line Bot คือ Line Official Account ที่ได้นำ Messaging API มาใช้ เป็นบริการ API ตัวหนึ่งที่เปิดให้บริการสำหรับนักพัฒนา โดยเจ้าของ Line Official Account จะทำการกำหนดหรือตั้งค่าไว้ด้านหลังบ้านของบริการ เพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้คนมาเป็นคนตอบ ซึ่งนี่คือข้อดีของการใช้บริการตอนนี้ เพราะนอกจากจะทำให้ผู้ใช้ใช้งานได้ง่ายมากขึ้นแล้ว ผู้ที่เป็นแอดมินก็จะสะดวกสบายมากขึ้นเช่นกัน เพราะไม่ต้องมาคอยตอบคำถามที่ถามซ้ำ ๆ หรือไม่จำเป็นต้องมานั่งเก็บข้อมูลทีละคน เพราะบริการนี้จะช่วยเหลือคุณได้ทุกอย่างที่สามารถทำได้



ภาพที่ 2-9 Line bot [16]

จากภาพที่ 2-9 บริการตัวนี้ช่วยให้ออกแบบ Message ได้ตอบกับผู้ใช้งานได้ตามต้องการ โดยมีรูปแบบใหม่ ๆ ที่สร้างขึ้นได้ ได้แก่ Text, Confirm และ Carousel ซึ่งเมื่อรูปแบบที่เราสร้างออกมา นั้น จะอยู่ในรูปของ Flex Message โดยจะใช้ JSON ในการสร้าง โดยประเภทของการส่งข้อมูลจะเป็นรูปแบบของ Flex นอกจากนี้ก็จะไปกำหนดค่าที่ได้ตอบกับผู้ใช้งานจากการตั้งค่าไว้ที่ด้านหลังบ้าน แล้วนั้น ก็สามารถไปดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ของคุณเองหรือกูเกิล แต่บริการนี้มักจะใช้งานควบคู่กับการทำ Rich Menu นอกจากนี้ยังสามารถตอบกลับผู้ใช้งานได้เองตลอด 24 ชม. โดยที่คุณไม่จำเป็นต้องมาคอยตอบเอง ช่วยให้ผู้ใช้งานแก้ไขปัญหาได้ในเบื้องต้นอย่างว่องไว ไม่ต้องรอคอยเป็นเวลานาน สร้างความประทับใจ ปิดการขายได้แล้วขึ้นและลดต้นทุนในการจ้างแอดมินเพื่อมาคอยตอบคำถามตลอดเวลา

ปัจจุบันนี้ด้วยความนิยมของแอปพลิเคชัน ประเภทแชท หรือ messaging ที่เราใช้กันอยู่ทุกคนเป็นประจำ จึงเป็นโอกาสที่นักพัฒนาและธุรกิจต่างๆจะพัฒนา chatbots มาให้บริการผู้ใช้ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้มากมายผ่านช่องทางนี้ ไม่ว่าจะเป็น chatbots สำหรับตอบคำถาม ให้ข้อมูลลูกค้า บอกตารางเวลารถไฟช่วยจองโต๊ะอาหารเป็นผู้ช่วยส่วนตัว (virtual assistance) ทำหน้าที่แทน call center ให้บริการลูกค้าเป็นสลิปล้านคนแบบอัตโนมัติ ถูกต้องและรวดเร็ว จนถึงเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ internet of things (IoT) สื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆภายในบ้าน ก็อภินิหารที่บ้านอาจจะไลน์มาเตือนเราเมื่อลิ้นรดน้ำต้นไม้ แล้วถามเราว่าจะให้มันรดน้ำให้มั้ยและเมื่อ LINE เปิด API ให้ใครก็พัฒนา chatbots สื่อสารผ่านไลน์ได้ อนาคตอันใกล้นี้เราก็คงได้พูดคุยกับ bots กันจนเป็นเรื่องปกติ [16]

LINE Bot API Trial Accounts

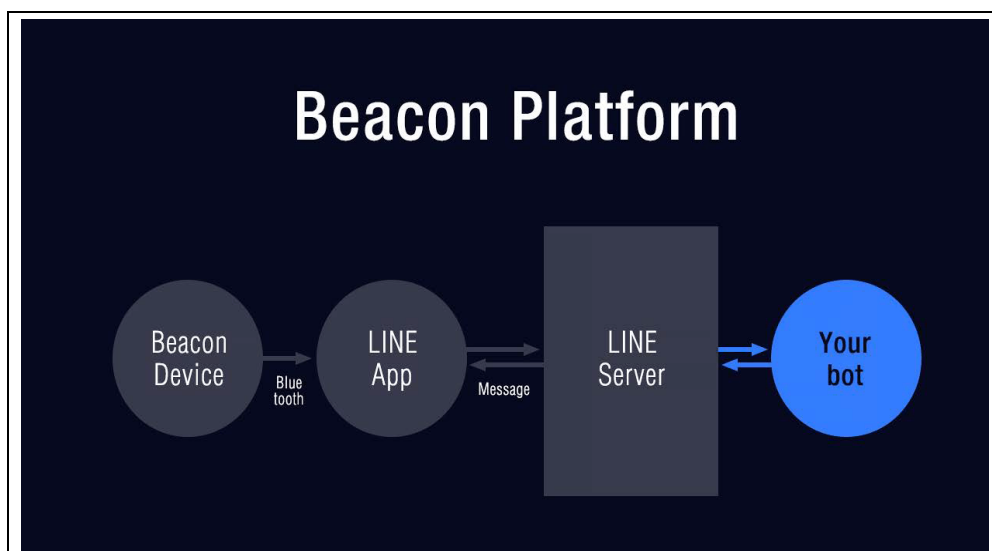
LINE ได้เปิด LINE Bot API Trial ให้นักพัฒนากายนอกทดลองพัฒนา chatbots มาได้สักพักแล้ว ตั้งแต่ราวเดือนเมษายนที่ผ่านมา แต่เฉพาะนักพัฒนาที่ลงทะเบียนไว้ แรกเริ่มจำกัดอยู่ที่ 10,000 users และต่อมาขยายเป็น 20,000 users รวมทั้ง LINE เองและบริษัทที่เป็น Partner ในญี่ปุ่นก็

พัฒนา chatbots ขึ้นให้บริการใน Official Accounts ของตนเองเช่นกัน เปิดตัวในวันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2560 คือ

1. NAVITIME ซึ่งช่วยบริการข้อมูลเส้นทางและระยะเวลาในการเดินทางบนรถไฟในญี่ปุ่นให้กับผู้ใช้ LINE รายละเอียดเกี่ยวกับ Chatbot

2. LINE Music Search ให้ผู้ใช้ Line ค้นหาเพลงจาก LINE Music ผ่านทาง Chatbot ได้

Bot ยังสามารถปฏิสัมพันธ์กับ Beacon (อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกมาเป็นระยะผ่าน Bluetooth) ได้ ซึ่งในงานนี้ก็มีการพูดถึงการนำ LINE Beacon ไปใช้เป็นตัวอย่าง เช่น สมมติว่าเราเป็นร้านค้า เราสามารถติดตั้ง Beacon ไว้ที่ร้าน และเรามี LINE@ account (ที่มีพีเจอร์ bot อยู่ด้วย) ถ้าลูกค้า add LINE@ ของร้านเราเอาไว้ เมื่อลูกค้าเดินผ่านหน้าร้าน หรือเข้ามาในร้าน เราสามารถกำหนดให้มีการส่ง welcome message, promotion หรือคูปอง ต่าง ๆ ไปยัง LINE ของลูกค้าได้โดยอัตโนมัติ ทำให้เราสามารถเสนอขายสินค้าและบริการให้ลูกค้าได้โดยไม่ต้องพูดกันเลย [16]



ภาพที่ 2-10 Beacon Platfrom [16]

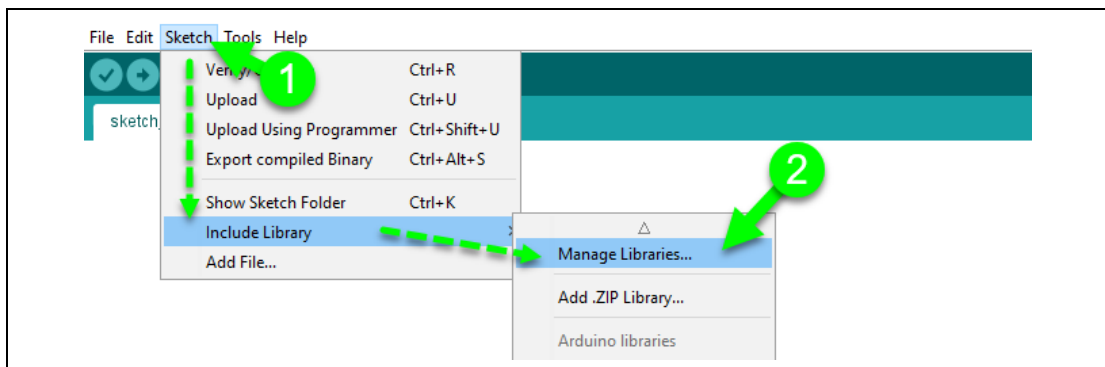
จากภาพที่ 2-10 Beacon Platfrom เป็นเหมือน line chatbot ในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งช่วยการจัดการข้อมูลโดยการฝากและดึงข้อมูลไว้บน Sever และ chatbot สามารถดึงข้อมูลจาก sever มาได้เลย

2.10 Wi-fi manager

WiFiManager เป็นไลบรารีช่วยเชื่อมต่อไวไฟที่มีความสามารถสูงกว่าปกติตัวหนึ่งที่ยอดนิยมใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งมีคุณสมบัติที่ทำให้โมดูล NodeMCU ที่เคยเชื่อมต่อไวไฟด้วยแล้วเปลี่ยน

สถานที่ไปเชื่อมต่อตัวใหม่โดยปกติต้องเข้าไปแก้โค้ดโปรแกรม (ไวไฟเดิมไม่ได้เปิดแล้วบ่อนไฟให้ NodeMCU ก็เช่นกัน) ไบบรารี WiFiManager จะจัดการเองโดยไม่ต้องเข้าไปแก้โปรแกรม โดยจะเปลี่ยนโหมดของโมดูล NodeMCU ให้เป็นเป็นแอคเซสพอยต์และเมื่อผู้ใช้งานใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ใด ๆ เชื่อมต่อไวไฟตัวที่ NodeMCU เป็นแอคเซสพอยต์นั้นแล้ว บราวเซอร์จะเปิดหน้าต่างให้มาตั้งค่า SSID ที่ต้องการเชื่อมต่อ เมื่อผู้ใช้งานตั้งค่าเสร็จทำการบันทึกค่าแล้ว NodeMCU จะรีเซตตัวเองแล้วสตาร์ทขึ้นมาพร้อมกับทำการเชื่อมต่อกับ SSID ตัวใหม่ที่ทำการตั้งค่าไว้เนื่องจากโปรแกรม Arduino IDE ไม่ได้มีการติดตั้งไลบรารี WiFiManager มาให้ตั้งแต่เริ่มต้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติมเข้าไปในโปรแกรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

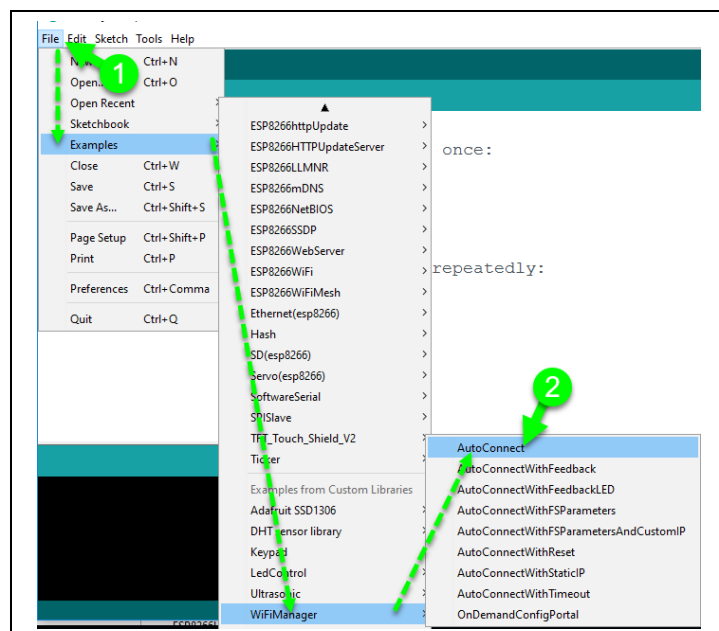
1. เข้าไปที่เมนู Manage Libraries



ภาพที่ 2-11 เมนู Manage Libraries [15]

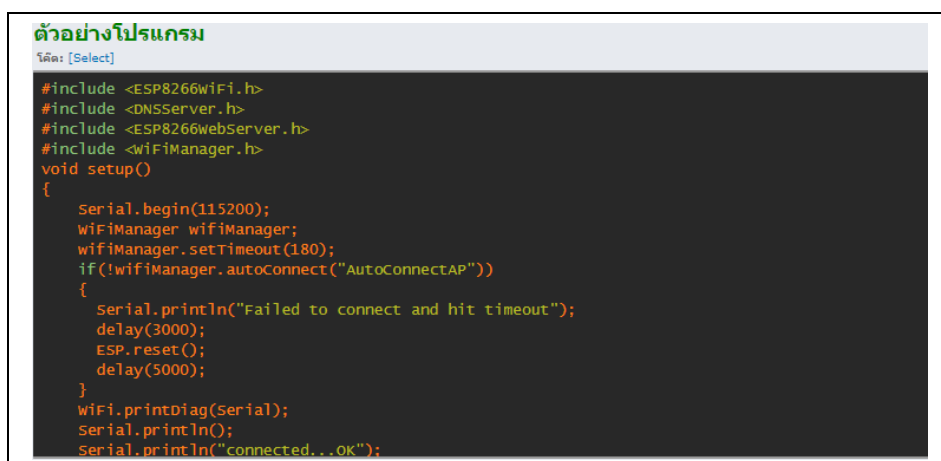
จากภาพที่ 2-11 เป็นการแสดงการลง Libraries Wi-Fi manager ทั้งนี้การลงไลบรารีต้องลง Arudinojson ด้วย

2. ทดสอบโดยเรียกใช้โปรแกรมตัวอย่าง



ภาพที่ 2-12 เมนู Manage Libraries [15]

จากภาพที่ 2-12 เป็นการเข้าไปในฟังก์ชัน Example เพื่อทำการเรียกไฟล์ตัวอย่างออกมาใช้งาน ไฟล์ที่เรียกมาใช้จะเป็นแค่ตัวอย่างของงานเท่านั้นจากนั้นควรเอาตัวอย่างมาปรับใช้ตัวอย่างของโปรแกรม



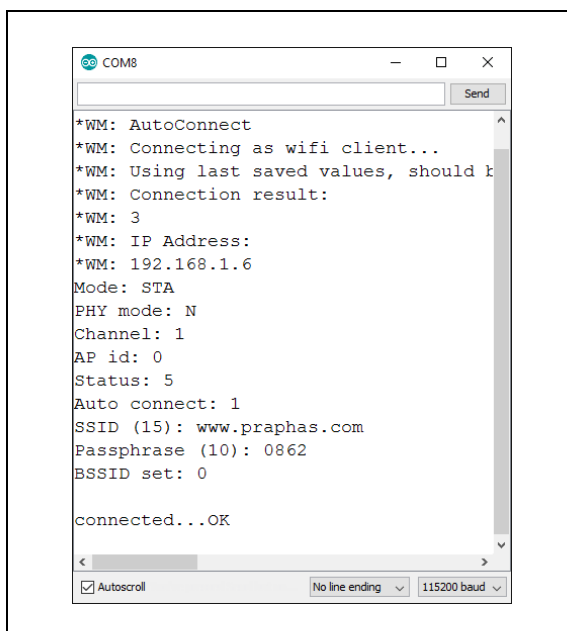
```

ตัวอย่างโปรแกรม
โค้ด: [Select]

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DNSServer.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    WiFiManager wifiManager;
    wifiManager.setTimeout(180);
    if(!wifiManager.autoConnect("AutoConnectAP"))
    {
        Serial.println("Failed to connect and hit timeout");
        delay(3000);
        ESP.reset();
        delay(5000);
    }
    wifi.printDiag(Serial);
    Serial.println();
    Serial.println("connected...OK");
}
  
```

ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างการใช้งาน [15]

จากภาพที่ 2-13 หน้าตัวอย่างของโค้ดที่เรียกมาใช้จากไลบรารี Example บรรทัดที่หนึ่งถึงบรรทัดที่สี่เป็นการเรียกใช้งานไลบรารี จากนั้นถัดมาเจอฟังก์ชันเซ็ทอัพ คือการตั้งค่าให้กับโปรแกรม



```

COM8
Send

*WM: AutoConnect
*WM: Connecting as wifi client...
*WM: Using last saved values, should k
*WM: Connection result:
*WM: 3
*WM: IP Address:
*WM: 192.168.1.6
Mode: STA
PHY mode: N
Channel: 1
AP id: 0
Status: 5
Auto connect: 1
SSID (15): www.praphas.com
Passphrase (10): 0862
BSSID set: 0

connected...OK
Autoscroll No line ending 115200 baud
  
```

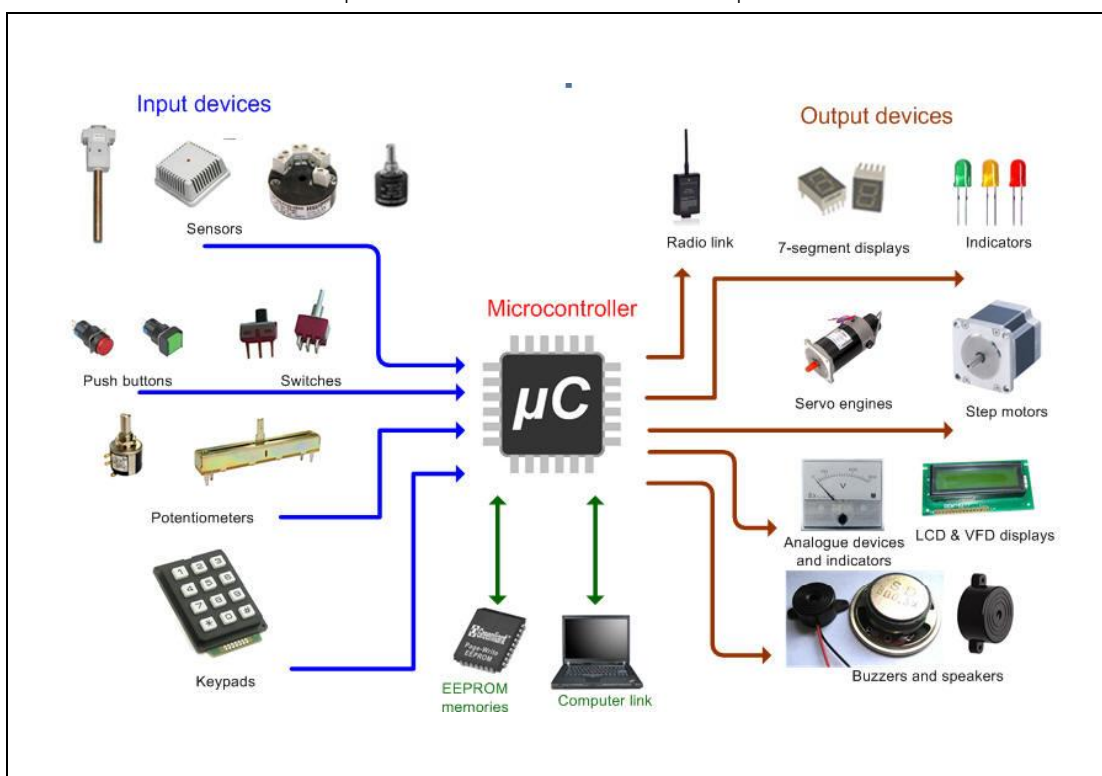
ภาพที่ 2-14 ผลของการเชื่อมต่อ wifi [15]

จากภาพที่ 2-14 เมื่อกำหนดและตั้งค่าเสร็จ ถ้าข้อมูลที่ใส่เข้าไปถูกต้องจะขึ้นข้อความว่าเชื่อมต่อสำเร็จหากทำไม่สำเร็จอุปกรณ์จะรีบูทเพื่อตั้งค่าใหม่

2.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชิปประมวลผลชนิดหนึ่ง เป็นสมองของหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ช่วยให้นักออกแบบในการติดต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมพิเศษร่วมกัน พร้อมกับสิ่งที่จำเป็นอื่นใดสำหรับโครงการ และมีตรรกะโดยรวมของหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี Core Processor หน่วยความจำและอินพุต/เอาต์พุต Programmable อุปกรณ์ต่อพ่วง หน่วยความจำโปรแกรมในรูปแบบของ Ferroelectric RAM หรือแฟลชหรือ OTP รอมก็มักจะรวมอยู่ในชิปเช่นเดียวกับจำนวนเงินขนาดเล็กโดยทั่วไปของแรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับการออกแบบสำหรับการใช้งานที่ฝังตัวในทางตรงกันข้ามกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือการใช้งานนอกประสงค์อื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยชิปที่ไม่ต่อเนื่องต่าง ๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ควบคุมโดยอัตโนมัติและอุปกรณ์เช่นระบบควบคุมเครื่องยนต์รถยนต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ implantable การควบคุมระยะไกล เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้าของเล่นและระบบฝังตัวอื่น ๆ โดยการลดขนาดและค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการออกแบบที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่แยกต่างหาก หน่วยความจำและอินพุต อุปกรณ์ส่งออกที่ควบคุมขนาดเล็กทำให้ประหยัดในการควบคุมอุปกรณ์ดิจิทัลมากยิ่งขึ้นและกระบวนการ ไมโครคอนโทรลเลอร์สัญญาณผสมอยู่ร่วมกันบูรณาการแบบอะนาล็อกขึ้นส่วนจำเป็นในการควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ไม่ใช้ดิจิทัล ไมโครคอนโทรลเลอร์บางคนอาจใช้คำสั่งบิตและทำงานที่ความถี่ต่ำเป็น 4 เฮิร์ตซ์สำหรับการใช้พลังงานต่ำ (มิลลิวัตต์หลักเดียวหรือไมโคร) พวกเขามักจะมีความสามารถในการรักษาฟังก์ชันการทำงานขณะที่รอให้เหตุการณ์เช่นการกดปุ่มหรือการขัดจังหวะอื่น ๆ การใช้พลังงานในขณะนอนหลับ (นาฬิกา CPU และอุปกรณ์ต่อพ่วงส่วนใหญ่ปิด) อาจเป็นเพียง nanowatts ทำให้คนอีกจำนวนมากเหมาะสำหรับการใช้งานที่ยาวนานของแบตเตอรี่ยาวนาน ไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ อาจจะทำหน้าที่บทบาทของประสิทธิภาพการทำงานที่มีความสำคัญที่พวกเขาอาจจะต้องดำเนินการมากขึ้นเช่นประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาที่สูงขึ้นและการใช้พลังงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถือว่าเป็นระบบที่ตนเองมีกับหน่วยประมวลผลหน่วยความจำและอุปกรณ์ต่อพ่วงและสามารถนำมาใช้เป็นระบบฝังตัว ส่วนใหญ่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการใช้งานในวันนี้จะฝังตัวอยู่ในเครื่องจักรอื่น ๆ เช่นรถยนต์ โทรศัพท์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ ในขณะที่บางระบบฝังตัวมีความซับซ้อนมากหลายมีความต้องการน้อยที่สุดสำหรับหน่วยความจำและระยะเวลาของหลักสูตรด้วยไม่มีระบบปฏิบัติการและความซับซ้อนซอฟต์แวร์ต่ำทั่วไปเข้าและส่งออกอุปกรณ์รวมถึงสวิทช์ รีเลย์ solenoids ไฟ LED แสดงของเหลวขนาดเล็กหรือที่กำหนดเอง อุปกรณ์คลื่นความถี่วิทยุและเซ็นเซอร์สำหรับข้อมูลเช่นอุณหภูมิความชื้นระดับแสง ฯลฯ ระบบฝังตัวมักจะมีแป้นพิมพ์หน้าจอ ดิสก์ เครื่องพิมพ์หรืออุปกรณ์ที่เป็นที่รู้จักของ I/O อื่น ๆ ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและอุปกรณ์ที่อาจจะขาดการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ใด ๆ

การ interrupt ของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือว่าจะต้องให้เวลาจริง คาดเตาได้ แต่ไม่จำเป็นต้องเร็ว การตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบฝังตัวที่พวกเขาจะควบคุม เมื่อมีเหตุการณ์บางอย่างเกิดขึ้นซึ่งเป็นระบบการขัดจังหวะสามารถส่งสัญญาณการประมวลผลในการระงับการประมวลผลลำดับการเรียนรู้การสอนในปัจจุบันและที่จะเริ่มต้นประจำบริการขัดจังหวะ ISR หรือ ขัดขวางการจัดการ ซึ่งจะดำเนินการประมวลผลใด ๆ ต้องอยู่บนพื้นฐานของแหล่งที่มาของการขัดจังหวะก่อนกลับไปทำการเรียนการสอนตามลำดับเดิม แหล่งที่มาขัดจังหวะเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และมักจะมีเหตุการณ์เช่นล้นจับเวลาภายในเสร็จสิ้นการอนาล็อกเพื่อแปลงเป็นดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงระดับตรรกะกับการป้อนข้อมูลเช่นจากปุ่มที่กำลังกดและข้อมูลที่ได้รับการเชื่อมโยงการสื่อสาร ที่ใช้พลังงานเป็นสิ่งสำคัญในอุปกรณ์ batteried ขัดจังหวะอาจตื่นไมโครคอนโทรลเลอร์จากการนอนหลับที่ใช้พลังงานต่ำที่โปรเซสเซอร์จะหยุดจนต้องทำบางสิ่งบางอย่างจากเหตุการณ์ที่ต่อพ่วง [1]



ภาพที่ 2-15 Microcontroller [1]

จากภาพที่ 2-15 เป็นภาพแสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลที่ควบคุมเป็นเหมือนชิพอุปกรณ์ทั่ว ๆ ไปตัวชิพมีขนาดเล็กมาก ๆ แต่สามารถทำงานได้หลากหลายความไวในการทำงานก็แตกต่างกันไปแล้วแต่รุ่นของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.12 ภาษา C

เป็นภาษาโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป เริ่มพัฒนาขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2512–2516 โดยเดนนิส ริตชี (Dennis Ritchie) ที่เอทีแอนด์ทีเบลล์แล็บส์ (AT&T Bell Labs) ภาษาซีเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมและมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและอนุญาตให้มีขอบข่ายตัวแปร (scope) และการเรียกซ้ำ (recursion) ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรอพลวัตก็ช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ตั้งใจหลายอย่าง เหมือนกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในแบบแผนของภาษาอัลกอล การออกแบบของภาษาซีมีคอนสตรัคต์ (construct) ที่โยงกับชุดคำสั่งเครื่องทั่วไปได้อย่างพอเพียง จึงทำให้ยังมีการใช้ในโปรแกรมประยุกต์ซึ่งแต่ก่อนลงรหัสเป็นภาษาแอสเซมบลี คือซอฟต์แวร์ระบบอันโดดเด่นอย่างระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ยูนิกซ์

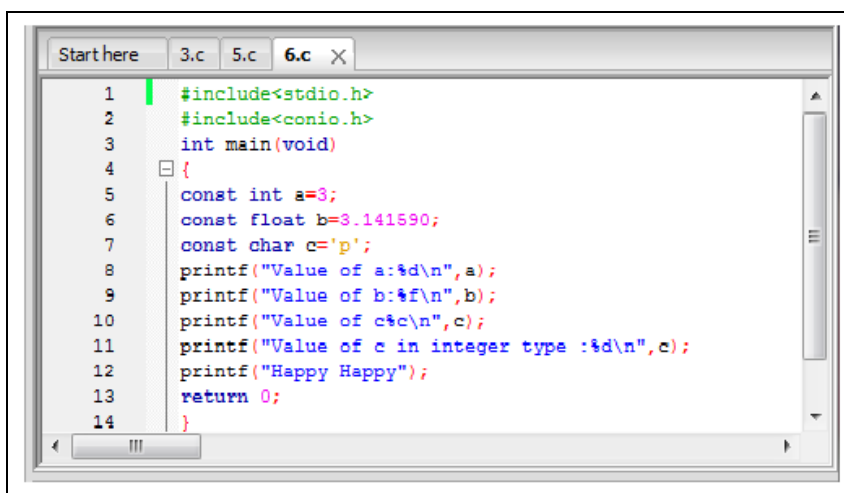
ภาษาซีเป็นภาษาโปรแกรมหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดตลอดกาลภาษาซีเป็นภาษาโปรแกรมหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดตลอดกาลและตัวแปลโปรแกรมของภาษาซีมีให้ใช้งานได้สำหรับสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นส่วนมาก

ภาษาหลายภาษาในยุคหลังได้หยิบยืมภาษาซีไปใช้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตัวอย่างเช่น ภาษาดี ภาษาโก ภาษาอาร์ส ภาษาจาวา จาวาสคริปต์ ภาษาลิมโบ ภาษาแอลพีซี ภาษาซีชาร์ป ภาษาอ็อบเจกทีฟ-ซี ภาษาเพิร์ล ภาษาพีเอชพี ภาษาไพทอน ภาษาเวโรล็อก (ภาษาพรรณนาฮาร์ดแวร์) และซีเชลล์ของยูนิกซ์ ภาษาเหล่านี้ได้ดึงโครงสร้างการควบคุมและคุณลักษณะพื้นฐานอื่น ๆ มาจากภาษาซี ส่วนใหญ่มีวากยสัมพันธ์คล้ายคลึงกับภาษาซีเป็นอย่างมากโดยรวม (ยกเว้นภาษาไพทอนที่ต่างออกไปอย่างสิ้นเชิง) และตั้งใจที่จะผสมผสานนิพจน์และข้อความสั่งที่จำแนกได้ของวากยสัมพันธ์ของภาษาซี ด้วยระบบชนิดตัวแปร ตัวแบบข้อมูล และอรรถศาสตร์ที่อาจแตกต่างกันโดยมูลฐาน ภาษาซีพลัสพลัสและภาษาอ็อบเจกทีฟ-ซีเดิมเกิดขึ้นในฐานะตัวแปลโปรแกรมที่สร้างรหัสภาษาซี ปัจจุบันภาษาซีพลัสพลัสแทบจะเป็นเซตใหญ่ของ ในขณะที่ภาษาอ็อบเจกทีฟซีก็เป็นเซตใหญ่อันเคร่งครัดของภาษาซี

ก่อนที่จะมีมาตรฐานภาษาซีอย่างเป็นทางการ ผู้ใช้และผู้พัฒนาต่างก็เชื่อถือในข้อกำหนดอย่างไม่เป็นทางการในหนังสือที่เขียนโดยเดนนิส ริตชี และไบรอัน เคอร์นิกัน (Brian Kernighan) ภาษาซีรุ่นนั้นจึงเรียกกันโดยทั่วไปว่า ภาษาเคแอนด์อาร์ซี (K&R C) ต่อมา พ.ศ. 2532 สถาบันมาตรฐานแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (ANSI) ได้ตีพิมพ์มาตรฐานสำหรับภาษาซีขึ้นมา เรียกกันว่า ภาษาแอนซีซี (ANSI C) หรือ ภาษาซี89 (C89) ในปีถัดมา องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (ISO) ได้อนุมัติให้ข้อกำหนดเดียวกันนี้เป็นมาตรฐานสากล เรียกกันว่า ภาษาซี90 (C90) ในเวลาต่อมาอีกองค์การฯ ก็ได้เผยแพร่ส่วนขยายมาตรฐานเพื่อรองรับสากลวิวัตน์ (internationalization) เมื่อ พ.ศ. 2538 และมาตรฐานที่ตรวจชำระใหม่เมื่อ พ.ศ. 2542 เรียกกันว่า ภาษาซี99 (C99) มาตรฐานรุ่นปัจจุบันก็ได้รับอนุมัติเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 เรียกกันว่า ภาษาซี12 (C12) เอาจุดเด่นของแต่ละภาษาระดับสูงผนวกเข้ากับภาษาระดับต่ำ เรียกชื่อว่า ภาษาซี คลิปลับ

ลักษณะเฉพาะ

ภาษาซีมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง และสามารถกำหนดขอบข่ายตัวแปรและเรียกซ้ำ เช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในสายตระกูลภาษาอัลกอล ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรแบบอพลวัตช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ได้ตั้งใจ รหัสที่ทำงานได้ทั้งหมดในภาษาซีถูกบรรจุอยู่ในฟังก์ชัน พารามิเตอร์ของฟังก์ชันส่งผ่านด้วยค่าของตัวแปรเสมอ ส่วนการส่งผ่านด้วยการอ้างอิงจะถูกจำลองขึ้นโดยการส่งผ่านค่าตัวชี้ ชนิดข้อมูลรวมแบบแตกต่างกัน (struct) ช่วยให้สมาชิกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันสามารถรวมกันและจัดการได้ในหน่วยเดียว รหัสต้นฉบับของภาษาซีเป็นรูปแบบอิสระ ซึ่งใช้อัฒภาคเป็นตัวจบคำสั่ง [14]



ภาพที่ 2-16 คำสั่งเบื้องต้นในการเขียนโปรแกรมภาษาซี [14]

จากภาพ ที่ 2-13 เป็นตัวอย่างการเขียนคำสั่งในการรับค่าตัวแปรเพื่อมาแสดงผลโดยมีการรับค่าคงที่เป็นชนิดตัวแปรจำนวนเต็ม

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนิภรณ์ วงศ์วัชรอำพน (2557) ปัญหาความรุนแรงของมลพิษในอากาศ โดยเฉพาะหมอกควันจะปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าแล้งของทุกปี โดยพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งแล้งโดยเฉพาะในปีที่มีฝนน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้หมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศยิ่งเพิ่มปริมาณมากขึ้น จากการติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ. 2550 –2555 (ระบบออนไลน์) พบว่าหลายสถานีใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ประกอบด้วย จังหวัดเชียงราย พะเยา ลำปาง แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน น่าน และแพร่ พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนของทุกปีที่มีการเผาในที่โล่งจำนวนมากทำให้ตรวจพบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงเกินค่ามาตรฐาน และอยู่ในระดับที่มีผลกระทบต่อเนื่องติดต่อกันหลายวัน ซึ่งจากข้อมูลเมื่อวันที่ 18

กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 พบว่า จังหวัดลำพูนตรวจพบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมงอยู่ที่ 208.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นสถิติสูงสุดของประเทศขณะที่มาตรฐานอยู่ที่ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนค่าฝุ่นละอองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 เวลา 11.00 น. ที่บริเวณศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่มีค่าฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน โดยวัดค่าได้ 202.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งหมอกควันจากการเผาไหม้อันตรายต่อสุขภาพของประชาชนค่อนข้างมากโดยพบว่าสารในหมอกควันที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกาย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ฝุ่นขนาดเล็ก และแก๊สพิษ [3]

วชิรพรรณ ทองวิจิตร (2559) สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันโดยผ่านเครือข่ายจึงไม่จำเป็นต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคล หรือระหว่างบุคคลกับคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Internet of Things ได้พัฒนามาจากเทคโนโลยีไร้สาย (wireless technology) ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค (micro-electromechanical system: MEMS) และอินเทอร์เน็ต คำว่า Things ใน Internet of Things นั้น หมายถึง อุปกรณ์ที่อ้างอิงได้ด้วยเลขไอพี (IP address) และมีความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้โดยผ่านเครือข่าย สรุปอย่างให้เข้าใจง่าย Internet of Things คือ เทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ชาติชัย นกดี (2560) การสัมผัสกับก๊าซที่ชื่อว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) ไม่พ่น และในบางครั้ง คุณเองอาจเป็นตัวการในปล่อยก๊าซชนิดนี้ออกสู่สิ่งแวดล้อมหากคุณใช้รถยนต์ในการเดินทาง เนื่องจากก๊าซชนิดนี้ไม่ได้มีแหล่งกำเนิดเฉพาะเพียงแต่ในอุตสาหกรรมแต่ยังเป็นก๊าซที่ได้จากกระบวนการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนที่อยู่ในเครื่องยนต์ของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือรถอื่น ๆ ที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อน รวมถึงการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันและไม้ ทุก ๆ ปี มีผู้ป่วยประมาณ 15000 คน ที่ต้องเข้าห้องฉุกเฉินจากพิษของก๊าซชนิดนี้และมีผู้ป่วยเสียชีวิตสูงถึงปีละประมาณ 500 คน สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการออกพระราชบัญญัติโรงงาน พระราชบัญญัติการสาธารณสุขและพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อควบคุม ป้องกัน และจัดการกับปัญหาจากก๊าซชนิดนี้ โดยกำหนดให้รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาใหม่ต้องมีการติดตั้ง Catalytic converter แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นอุปกรณ์จัดมลพิษในท่อไอเสีย ซึ่งอุปกรณ์ Catalytic converter จะประกอบด้วย Catalyze สองส่วนโดยในส่วนแรกคือ Reduction catalyst ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ให้เป็นก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนและในส่วนที่สอง oxidation catalyst ทำหน้าที่เปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอันตรายน้อยกว่า [4]

พรรณชลัท สุริโยธิน (2554) หลอด LED ได้พัฒนาจากตัวบ่งบอกสัญญาณบนหน้าปัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นไฟจราจรตามสามแยกเมื่อประมาณสิบกว่าปีก่อน หลังจากนั้นหลอด LED ก็พัฒนาอย่างต่อเนื่องมีการนำหลอด LED ไปใช้ในงานอุตสาหกรรม งานสถาปัตยกรรม งานภูมิสถาปัตยกรรมไปจนถึงระดับผังเมืองสำหรับงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์หลายประเภทที่ใช้หลอด LED ในการให้แสงสว่าง เช่น ไฟฉาย เครื่องคิดเลข ไฟสัญญาณจราจร ป้ายสัญญาณต่าง ๆ สัญญาณแสงบนอุปกรณ์ เครื่องใช้ต่าง ๆ หน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือ โฟนาและไฟท้ายของรถยนต์ ไฟให้สัญญาณของประกาศาร โทรศัพท์จอ LED (LED TV) ป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์ และจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ [9]

บุญครอง วิวัฒน์วานิชวงศ์ และคณะ (2557) ระบบเตือนภัยภายในโรงงานหรือที่อยู่อาศัยในปัจจุบันนั้นได้มีการประยุกต์จัดทำขึ้นมาอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นการแจ้งเตือนด้วยเสียงหรือส่งสัญญาณผ่านเครือข่ายต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ควบคุมทราบและแก้ไขปัญหาหรือป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้ทันเวลา ระบบเตือนภัยอีกอย่างหนึ่งที่อาจจะเรียกได้ว่าเป็นระบบที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กหรือใหญ่หรือแม้กระทั่งในออฟฟิต นั่นคือระบบเตือนภัยเกี่ยวกับแก๊สรั่ว ก๊าซหรือไอระเหยมีความไวต่อการเกิดประกายไฟซึ่งเป็นอันตรายต่อที่อยู่อาศัย เพื่อให้ทำงานได้จริงจึงมีการพัฒนาขนาดอุปกรณ์ต้นแบบที่สามารถตรวจจับแก๊สไวไฟ เพื่อให้ทำงานได้จริงและแจ้งเตือนผู้ควบคุมได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ GSM-Module ส่งการโดยบอร์ด Microcontroller ชุด ET-Base51 AC3 และมีเสียงแจ้งเตือนกับแสดงผลด้วยจอ LCD ผ่านบอร์ด Arduino โดยอุปกรณ์สำเร็จรูปที่สามารถติดตั้งได้เลย [13]

สมิธ พิturพงศ์ (2560) การสื่อสารได้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัล เทคโนโลยีและสื่อสังคมออนไลน์ต่างก็ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน และการดำเนินธุรกิจของมนุษย์มากขึ้น องค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างก็ต้องมีการปรับตัวและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มความสามารถในการบริหารงานขององค์กรให้อยู่รอด และเจริญก้าวหน้าในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งก็จะทำให้องค์กรนั้นได้เปรียบคู่แข่งอื่นๆ และเป็นผู้นำในตลาด โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางการสื่อสาร ที่มีความทันสมัยรวดเร็ว ผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ ที่สามารถเชื่อมต่อออนไลน์ได้ทำให้การติดต่อสื่อสารในการดำเนินธุรกิจ และการทำงานโดยผ่านสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ ก็สามารถทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

จากผลสำรวจของ Nielsen พบว่าคนไทยใช้เวลาเฉลี่ยบนสมาร์โฟนสูงถึง 234 นาทีต่อวัน โดย 1 ใน 3 ของเวลาการใช้งานสมาร์โฟน หรือประมาณ 70 นาทีต่อวันถูกใช้บนแอปพลิเคชันไลน์ (“LINE ศูนย์กลางแห่งประสบการณ์ดิจิทัล” 2560) ในปัจจุบันแอปพลิเคชันไลน์เป็นแอปพลิเคชันที่สร้างเครือข่ายการสื่อสารได้ทั้งระหว่างบุคคล แบบกลุ่ม แบบองค์กร โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายซึ่งสามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารกันได้ง่าย และสะดวกสบายมากกว่าการใช้โทรศัพท์และโทรศัพท์มือถือ

ทำให้บุคลากรในองค์กรต่าง ๆ สนใจใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการติดต่อสื่อสาร และบริหารงานภายในองค์กรมากขึ้น เช่น องค์กรขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ต่างก็เลือกใช้เครื่องมือการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพที่สุดเข้ามาช่วยในการสื่อสารดำเนินงานและการประสานงานระหว่างบุคลากรในองค์กรร่วมกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด [16]

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์ (2560) การพัฒนาระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ (Automatic watering system) โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย และตัวควบคุมแบบฟัซซี (Fuzzy controller) เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมการให้น้ำในภาคการเกษตรให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับการลงทุน โดยผู้วิจัยจะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ระบบสมองกลฝังตัวและเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์ซึ่งเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถส่งข้อมูลจากโหนดเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่การเกษตรที่แตกต่างกันเข้าสู่ศูนย์กลางการควบคุมที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่การเพาะปลูกผ่านเครือข่ายสื่อสารไร้สายโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ (Solar cell) เป็นหลักในการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติสำหรับการให้น้ำในภาคการเกษตรให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับการลงทุนนั้น ระบบจะต้องมีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลจากศูนย์กลางการควบคุม ในการวิเคราะห์และคำนวณอัตราการให้น้ำที่เหมาะสมกับแปลงเกษตรโดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะประยุกต์ใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy logic) ในการอธิบายความคลุมเครือหรือความไม่ชัดเจนของข้อมูลตัวแปรโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy set) ดังนั้นปริมาณต่าง ๆ ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้น้ำของพืชจะถูกแทนด้วยตัวแปรฟัซซีได้ตามขั้นตอนของการทำฟัซซี (Fuzzification) เช่น อุณหภูมิ (Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (Relative humidity) ความชื้นในดิน ซึ่งจะได้จากการตรวจวัดโดยเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในแปลงเกษตรมาประกอบการตัดสินใจในการควบคุมการจ่ายน้ำให้ได้อย่างถูกต้องตามสภาพภูมิอากาศของพื้นที่แปลงเกษตรขณะนั้น ระบบดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารและการจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบของระบบฟาร์มอัจฉริยะ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรน้ำให้เป็นไปอย่างแม่นยำและตรงต่อความต้องการของพืช จึงสามารถช่วยในการเพิ่มผลผลิตและช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรน้ำได้อีกทางหนึ่ง [13]

2.14 สรุป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกใช้งานบอร์ดจึงเลือกใช้บอร์ด ESPino32 เนื่องจากมีการใช้งานโมดูล Wi-Fi และ Bluetooth ได้เลยไม่ต้องมีอุปกรณ์เสริมและมีการใช้งาน API message ของ line มาประยุกต์ใช้คือ line notufy และ line chatbot