	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	119

## งานที่ 12

### งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

#### จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียน)

1. อธิบายหลักการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายขั้นตอนการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติได้อย่างถูกต้อง

#### ทฤษฎีการเรียนรู้งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

##### 1. หุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ

หุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่อาศัยการควบคุมจากส่วนตรวจรูปร่างแบบต่างๆ เพื่อนำค่าที่ได้จากส่วนตรวจรูปร่างเงื่อนไขในการเคลื่อนที่หรือการทำงานอื่นๆ มีส่วนประกอบการทำงาน 3 ส่วน

##### 1.1. ส่วนตรวจรูปร่าง (Sensor)

ส่วนตรวจรูปร่าง เป็นส่วนที่รับสัญญาณจากภายนอก ซึ่งผู้สร้างหุ่นยนต์จะเป็นผู้เลือกใช้งาน โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งานเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น


- หุ่นยนต์เดินตามเส้นใช้ตัวตรวจรูปร่างอินฟราเรดเพื่อแยกสีพื้นขาวและดำ
- หุ่นยนต์เดินตามแสงใช้ตัวตรวจรูปร่าง LDR เพื่อแยกสภาวะมีแสงและไม่มีแสง
- หุ่นยนต์หลบสิ่งกีดขวางใช้ตัวตรวจรูปร่าง Ultrasonic เพื่อบอกระยะห่างระหว่างตัวหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวาง

โดยสัญญาณจากส่วนตรวจรูปร่างจะถูกส่งไปที่ส่วนควบคุมเพื่อประมวลผลและสร้างเงื่อนไขการทำงานต่อไป

##### 1.2. ส่วนควบคุม

ส่วนควบคุม จะรับสัญญาณจากตัวตรวจรูปร่างเพื่อประมวลผล สร้างเงื่อนไขการเคลื่อนที่และการทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องตามความต้องการของผู้ควบคุม สามารถเลือกใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาต่างๆ

การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการควบคุมที่อาศัยการทำงานของวัสดุทางอิเล็กทรอนิกส์ นิยมใช้งานกับหุ่นยนต์ที่ทำงานไม่ซับซ้อนมีเงื่อนไขการทำงานไม่มาก เหมาะสำหรับ การเรียนรู้ระดับพื้นฐาน

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	120

การควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาต่างๆ นิยมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรม ควบคุม เนื่องจากมีราคาไม่สูง ภาษาเข้าใจได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูงพอสำหรับการทำงานทุกระดับ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลต่างๆ

### 1.3. ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วง

เนื่องจากหุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติส่วนมากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงาน จึงทำให้สามารถใส่อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ได้มากกว่าการขับมอเตอร์

ภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วงจะรวมการขับมอเตอร์ที่มีกำลังสูงตามขนาดของมอเตอร์ที่ใช้งาน ภาคขับมอเตอร์กำลังสูงที่นิยมใช้งาน ได้แก่ วงจรควบคุมมอเตอร์แบบรีเลย์ (Relay Control Circuit) วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยวงจรแบบ H-Bridge วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วย IC ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ตามขนาดของมอเตอร์และมอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับส่วนภาคขับมอเตอร์กำลังสูง โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้งานมอเตอร์คือความเร็วและแรงบิด ซึ่งเป็นสิ่งที่แปรผกผันต่อกัน การเลือกอัตราทดของมอเตอร์เกียร์จึงขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำเอามอเตอร์ไปใช้งาน ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วงนอกจากมอเตอร์ยังรวมไปถึง จอ LCD, จอ GLCD, Servo Motor, ลำโพง อีกด้วย


ที่มา : หนังสือเรียนวิชา หุ่นยนต์เบื้องต้น ของ อ.พิสิฐ พางาม

## 2. ตัวอย่างการออกแบบหุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ

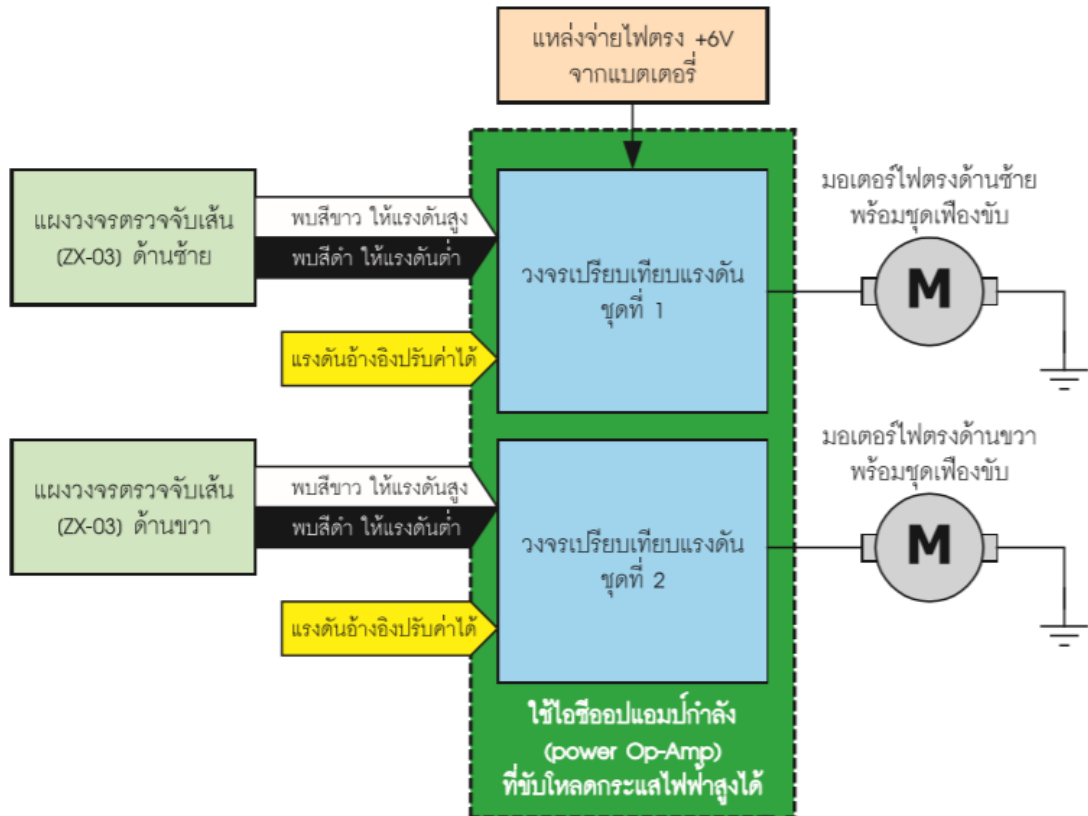
### 2.1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นอัตโนมัติจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

เมื่อพูดถึงโครงงานหุ่นยนต์อัตโนมัติในยุคนี้ เกือบ 100% คงนึกถึงหุ่นยนต์ที่มีแผงวงจรควบคุมที่ต้องมีการเขียนโปรแกรมมีตัวตรวจจับที่หลากหลายทั้งพื้นฐานและซับซ้อนจนอาจลืมนึกไปว่าหุ่นยนต์อัตโนมัติอาจเกิดขึ้นได้จากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สุดแสนจะพื้นฐานง่าย ไม่ซับซ้อนตรงไปตรงมาตามแนวคิดของระบบอัตโนมัติอย่างง่าย นั่นคือรับสัญญาณอินพุตจากตัวตรวจจับทำการประมวลผลเพื่อตัดสินใจ และสั่งงานเพื่อขับมอเตอร์ทางเอาต์พุต การทำงานในรูปแบบเดียวกับหุ่นยนต์อัตโนมัติแบบ โปรแกรมได้อย่างง่ายทำให้เกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือตัวควบคุมแบบโปรแกรมได้ อุปกรณ์ที่นำมาใช้คือ ไอซีออปแอมป์ที่นำมาสร้างเป็นวงจรเปรียบเทียบ แรงดันระหว่างแรงดันที่ได้จากตัวตรวจจับกับแรงดัน อ้างอิงของวงจรเอง นำผลการเปรียบเทียบนั้นไปควบคุม ให้มอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ทำงานหรือไม่ทำงาน จึงอาจกล่าวได้ว่า ไอ ซี อ อ ป แอมป์ทำงานเป็น “คอมพิวเตอร์แบบอะนาล็อก” (analog computer) โครงงานหุ่นยนต์ iBEAM ที่นำมาเสนอนี้ใช้แนวคิดดังกล่าว โดยมีหัวใจหลักคือ แผงวงจร iBEAM ที่ใช้ไอซีออปแอมป์เป็นอุปกรณ์สำคัญทำงานร่วมกับแผงวงจรตรวจจับเส้น (นำเสนอเป็นโครงงานให้ได้สร้างกันในวารสาร

TPE ฉบับเดียวกันนี้) และอุปกรณ์ทางกล อย่างง่าย ได้เป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นดำแบบ

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	121

อัตโนมัติ โดยไม่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่มีการเขียนโปรแกรม หรือเป็น Non-programmable robot แบบหนึ่ง ดังแสดงโดยแถมการทำงานในภาพรวมตามรูปที่ 12.1



รูปที่ 12.1 ไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ iBEAM

ที่มา : <https://www.inex.co.th/store/brochure/iBEAM-brochure.pdf>


## 2.2. หุ่นยนต์อัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

### 2.2.1 POP-BOT X2 robot kit


ชุด POP-BOT X2 robot kit เป็นสื่อการเรียนรู้ระบบสมองกลฝังตัวอิสระที่มีความประสงค์ในการต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และซอฟต์แวร์ Arduino ในกิจกรรมด้านหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยโปรแกรมภาษา C/C++ มีคุณลักษณะเฉพาะตัวดังนี้

1) ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 8 บิต เบอร์ ATmega644 ของ Atmel มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช 64 กิโลไบต์ โปรแกรมใหม่ได้ 10,000 ครั้ง มีหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 4 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูลแรม 4 กิโลไบต์ ใช้สัญญาณนาฬิกา 20MHz จากเซรามิกเรโซเนเตอร์

2) จุดต่อพอร์ตใช้งาน 16 จุด และจัดสรรเป็นจุดต่อแบบ JST 3 ขา สำหรับต่ออุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกต่างๆ

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	122

- 3) มีไฟแสดงสถานะไฟเลี้ยง, แจ้งเตือนแบตเตอรี่อ่อน, แจ้งการสื่อสารข้อมูล และสถานะการเชื่อมต่อพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์
- 4) มีสวิตช์ RESET
- 5) มีจุดต่อพอร์ต USB สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์
- 6) มีจุดต่อไฟเลี้ยง (DC INPUT) ผ่านทางจุดต่อสายแบบขันสกรู รับไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 4.8 ถึง 7.2V โดยมีสวิตช์ เปิด-ปิดเพื่อตัดต่อไฟเลี้ยงแก่แผงวงจร
- 7) มีวงจรควบคุมไฟเลี้ยง +5V แบบสวิตซ์สำหรับรักษาระดับไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 8) จุดต่อพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัลหรืออะนาลอก 7 ช่อง คือ A0 ถึง A6 (ตรงกับขา 24 ถึง 30)
- 9) มีจุดต่ออินพุตอินเทอร์รัปต์ 3 ช่องคือ จุดต่อ 2 (Rx/D/INT0), 3 (Tx/D/INT1) และ 18 (INT2)
- 10) จุดต่อพอร์ตดิจิทัลรองรับระบบบัส I<sup>2</sup>C 1 ชุด คือ จุดต่อ 8 (SCL) และ 9 (SDA) รองรับการใช้งานกับโมดูลเซ็นเซอร์ดิจิทัล HMC5983, โมดูลตรวจจับความสว่างของแสง BH1750, ZX-RELAY16 แผงวงจรขั้วรีเลย์ 16 ช่อง ที่ทำงานผ่านบัส I<sup>2</sup>C รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านบัส I<sup>2</sup>C
- 11) มีจุดต่อพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART 1 ชุดคือ จุดต่อ 2 (Rx/D) และ 3 (Tx/D) รองรับการใช้งานกับโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ทุกแบบ อาทิ XBEE, บูลทูธ, รีโมตคอนโทรล Wireless-X, โมดูล Serial WiFi อย่าง ESP8266, แผงวงจรขับเซอร์โวมอเตอร์ 16 ช่องรุ่น ZX-SERVO16i, แผงวงจรขับ LED8 ดวงแบบอนุกรมรุ่น LED8, แผงวงจร LED ตัวเลข 7 ส่วน 4 หลักแบบอนุกรม รุ่น DSP-4S เป็นต้น
- 12) มีวงจรขับมอเตอร์ไฟตรง 2 ช่อง พร้อมไฟแสดงผล ใช้กับมอเตอร์ ไฟตรงได้ ตั้งแต่ 4.5 ถึง 12V กระแสไฟฟ้าไม่เกิน 800mA (สูงสุด) ผ่านจุดต่อแบบขันสกรูและแบบ IDC ตัวผู้
- 13) มีจุดต่อขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับต่อขยายวงจรขับมอเตอร์ภายนอก 2 ช่อง คือจุดต่อ 16 กับ 19 สำหรับ MOTOR3 EXP. และ 17 กับ 20 สำหรับ MOTOR4 EXP.
- 14) มีจุดต่อขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับขับเซอร์โวมอเตอร์ 3 ช่องคือ จุดต่อ 13, 14 และ 15 (เรียงตามลำดับ SV1, SV2 และ SV3)

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	123

15) มีลำโพงเปียโซสำหรับขับเสียงโดยต่อกับขาพอร์ต 11


16) มีโมดูลแสดงผลแบบกราฟิกส์ ความละเอียด 128 x 160 จุด แสดงภาพกราฟิกลายเส้น และพื้นสี (ไม่รองรับไฟล์รูปภาพใดๆ) พร้อมไฟส่องหลัง แสดงผลเป็นตัวอักษรขนาดปกติ (5 x 7 จุด) ได้ 21 ตัวอักษร 16 บรรทัด

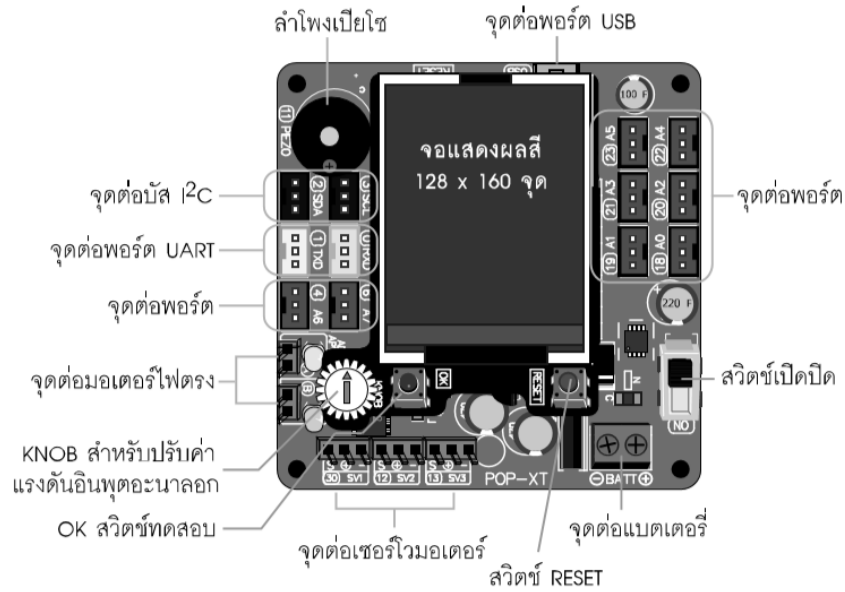
17) มีปุ่ม KNOB เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ต่อเข้ากับพอร์ต A7 รองรับการใช้งานร่วมกับสวิตช์ OK

18) มีสวิตช์กดติดปล่อยดับพร้อมใช้งาน 2 จุด

อุปกรณ์ในชุดประกอบด้วย

- 1) แผงวงจรควบคุมหุ่นยนต์ POP-X2 ที่ติดตั้งกะบะถ่าน AA แบบ 4 ก้อน
- 2) แผงวงจรสวิตช์ 2 แผง
- 3) แผงวงจร LED 2 แผง
- 4) แผงวงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด ZX-03 จำนวน 2 แผง
- 5) ชุดเฟืองขับมอเตอร์ไฟตรง BO1 อัตราทด 48:1 จำนวน 2 ชุด
- 6) ล้อพลาสติกกลม จำนวน 2 ชุด
- 7) แผ่นกริดขนาด 80x60 เซนติเมตร และ 80x80 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด
- 8) แผ่นฐานกลมพร้อมล้ออิสระ 1 แผ่น
- 9) ชิ้นต่อพลาสติก เพิ่มจากชุด Lite เป็น 60 ชิ้น /แห่งต่อพลาสติก
- 10) ชุดฉากโลหะ
- 11) ชุดนอตและสกรู
- 12) แผ่นทดสอบการเคลื่อนที่ตามเส้นของหุ่นยนต์
- 13) สายเชื่อมต่อ USB-miniB สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูล
- 14) ซีดีรอมบรรจุซอฟต์แวร์และตัวอย่างการทดลอง

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรูที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	124




รูปที่ 12.2 ส่วนประกอบของแผงวงจรควบคุม POP-XT  
ที่มา : <https://inex.co.th/shop/pop-bot-x2-standard.html>

### 2.2.2 หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ Arduino + L298P



รูปที่ 12.3 หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ Arduino + L298P



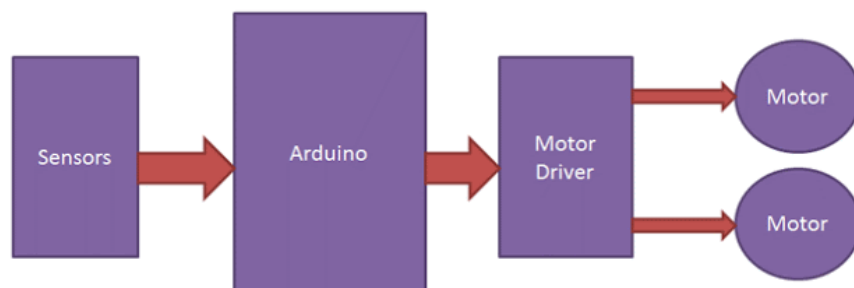
	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	125

โครงการนี้จะเป็นการนำ Arduino UNO R3 + L298P Motor Shield และ เซ็นเซอร์ 1 Channel TCRT5000 Tracker Sensor มาทำเป็น หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ โดยให้หุ่นยนต์ตัดสินใจเดินตามเส้นโดยอัตโนมัติด้วยการตรวจจับเส้นสีดำพื้นสีขาวอุปกรณ์ที่ใช้


- 1) 2WD Smart Car Robot Chassis Kits
- 2) Arduino UNO R3 - Made in Italy
- 3) L298P Motor Shield Board
- 4) Jumper (M2M) cable 20cm Male to Male
- 5) Jumper (F2F) cable 30cm Female to Female
- 6) สกรูหัวกลม+น็อตตัวเมีย ยาว 12 มม.
- 7) รางถ่าน 18650 แบบ 2 ก้อน
- 8) ถ่านชาร์จ 18650 Panasonic NCR18650B 3.7v จำนวน 2 ก้อน
- 9) 1 Channel TCRT5000 Tracker Sensor จำนวน 2 ตัว
- 10) เสารองแผ่นพีซีบีแบบโลหะ ยาว 25 มม.

#### หลักการทํางานหุ่นยนต์เดินตามเส้น

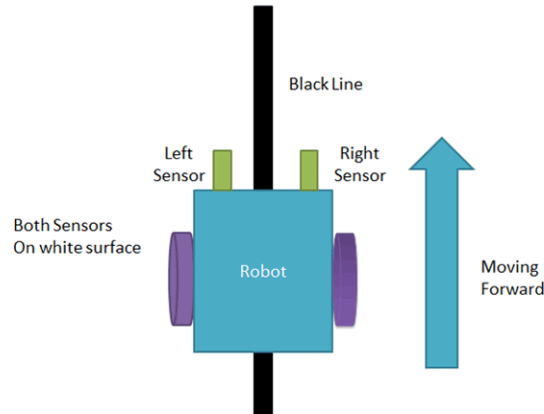
หุ่นยนต์และมนุษย์มีหลักการทํางานที่เหมือนกัน คือ หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit) หน่วยประมวลผล (Process Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit) ดังนั้นการที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปให้ตรงเป้าหมาย หุ่นยนต์จะต้องมีอุปกรณ์ที่จะตรวจสอบตำแหน่งและส่งข้อมูลที่ไปยังหน่วยประมวลผล เพื่อให้มอเตอร์ทำการแสดงผลโดยการไปยังเป้าหมายต่อไป อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งนั้น คือ โมดูลเซ็นเซอร์แสง TCRT5000 Tracker Sensor



รูปที่ 12.4 บล็อกไดอะแกรมหุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ Arduino + L298P

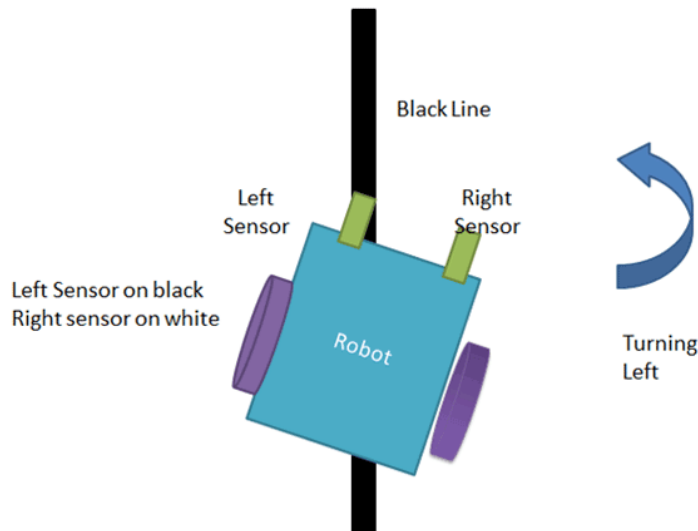
	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	126

โครงการหุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ Arduino + L298P นี้ใช้ 2 เซ็นเซอร์ คือด้านซ้ายและด้านขวา โดย เมื่อเซ็นเซอร์ ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ตรวจสอบแล้วเป็นพื้นสีขาว ลำแสง สามารถสะท้อนกลับมาได้ทั้งคู่ ( 1 , 1 ) ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า



รูปที่ 12.5 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์

หากเซ็นเซอร์ซ้ายมาพบพื้นสีดำและเซ็นเซอร์ขวามาพบพื้นสีขาว ( 0 , 1 ) ให้หุ่นยนต์เลี้ยวไปทางด้านซ้าย




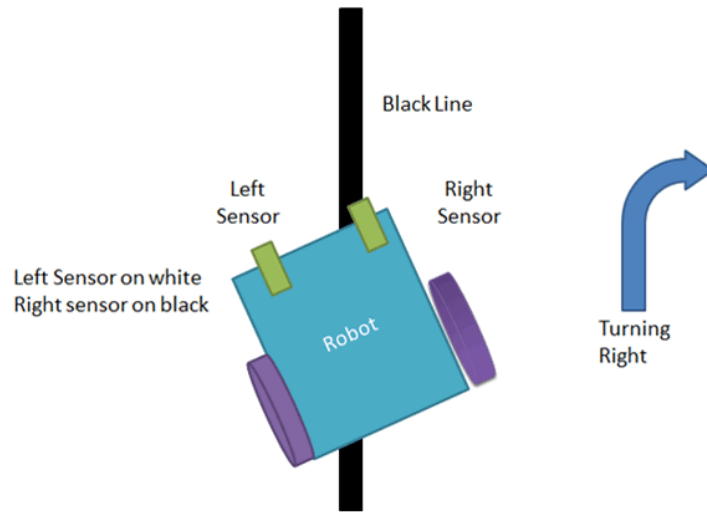
รูปที่ 12.6 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ซ้ายมาพบพื้นสีดำ

หากเซ็นเซอร์ขวามาพบพื้นสีดำ และ เซ็นเซอร์ซ้ายพบพื้นสีขาว ( 1 , 0 ) ให้หุ่นยนต์เลี้ยวไปทางด้านขวา

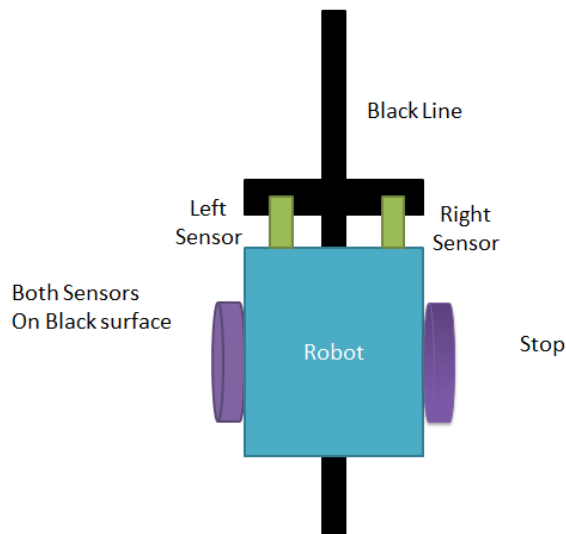
ที่มา : <http://www.robotsiam.com/article/53/โปรเจค-หุ่นยนต์เดินตามเส้น-2-เซ็นเซอร์-arduino-l298p>



	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 12
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ	127



รูปที่ 12.7 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ขวามาพบพื้นสีดำ หากเซ็นเซอร์ทั้งสองมาอยู่บนเส้นสีดำทั้งคู่ ( 0 , 0 ) ให้หุ่นยนต์หยุด



รูปที่ 12.7 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ทั้งสองมาอยู่บนเส้นสีดำทั้งคู่