

บทที่ 12

การออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียน)

1. อธิบายหลักการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายขั้นตอนการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้งานการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ

1. หุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ

หุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่อาศัยการควบคุมจากส่วนตรวจรู้รูปแบบต่างๆ เพื่อนำค่าที่ได้จากส่วนตรวจรู้สร้างเงื่อนไขในการเคลื่อนที่หรือการท างานอื่นๆ มีส่วนประกอบ การ ท างาน 3 ส่วน

1.1. ส่วนตรวจรู้(Sensor)

ส่วนตรวจรู้ เป็นส่วนที่รับสัญญาณจากภายนอก ซึ่งผู้สร้างหุ่นยนต์จะเป็นผู้เลือกใช้งาน โดยค ำนี้ถึงลักษณะการใช้งานเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น

- หุ่นยนต์เดินตามเส้นใช้ตัวตรวจรู้อินฟราเรดเพื่อแยกสีพื้นขาวและดำ
- หุ่นยนต์เดินตามแสงใช้ตัวตรวจรู้ LDR เพื่อแยกสภาวะมีแสงและไม่มีแสง
- หุ่นยนต์หลบสิ่งกีดขวางใช้ตัวตรวจรู้ Ultrasonic เพื่อบอกระยะห่างระหว่างตัวหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวาง

โดยสัญญาณจากส่วนตรวจรู้จะถูกส่งไปที่ส่วนควบคุมเพื่อประมวลผลและสร้างเงื่อนไขการท างานต่อไป

1.2. ส่วนควบคุม

ส่วนควบคุม จะรับสัญญาณจากตัวตรวจรู้เพื่อประมวลผล สร้างเงื่อนไขการเคลื่อนที่และการท างานในส่วนที่เกี่ยวข้องตามความต้องการของผู้ควบคุม สามารถเลือกใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาต่างๆ

การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นการควบคุมที่อาศัยการท างานของวัสดุทางอิเล็กทรอนิกส์ นิยมใช้งานกับหุ่นยนต์ที่ท างานไม่ซับซ้อนมีเงื่อนไขการท างานไม่มาก เหมาะส าหรับ

การควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาต่างๆ นิยมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรม ควบคุม เนื่องจากมีราคาไม่สูง ภาษาเข้าใจได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูงพอสำหรับการท างานทุกระดับ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลต่างๆ 1.3.

ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วง

เนื่องจากหุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติส่วนมากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการท างาน จึงท าให้สามารถใส่อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ได้มากกว่าการขับมอเตอร์

ภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วงจะรวมการขับมอเตอร์ที่มีก าลังสูงตามขนาดของมอเตอร์ที่ใช้งาน ภาคขับมอเตอร์ก าลังสูงที่นิยมใช้งาน ได้แก่ วงจรควบคุมมอเตอร์แบบรีเลย์ (Relay Control Circuit) วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยวงจรแบบ H-Bridge วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วย IC ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ตามขนาดของมอเตอร์และมอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับส่วนภาคขับมอเตอร์ก าลังสูง โดยสิ่งที่ต้องค านึงถึงการเลือกใช้งานมอเตอร์คือความเร็วและแรงบิด ซึ่งเป็นสิ่งที่แปรผกผันต่อกัน การเลือกอัตราทดของมอเตอร์เกียร์จึงขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำเอามอเตอร์ไปใช้งาน ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วงนอกจากมอเตอร์ยังรวมไปถึง จอ LCD, จอ GLCD, Servo Motor, ลำโพง อีกด้วย

ที่มา : หนังสือเรียนวิชา หุ่นยนต์เบื้องต้น ของ อ.พิสิฐ พางาม

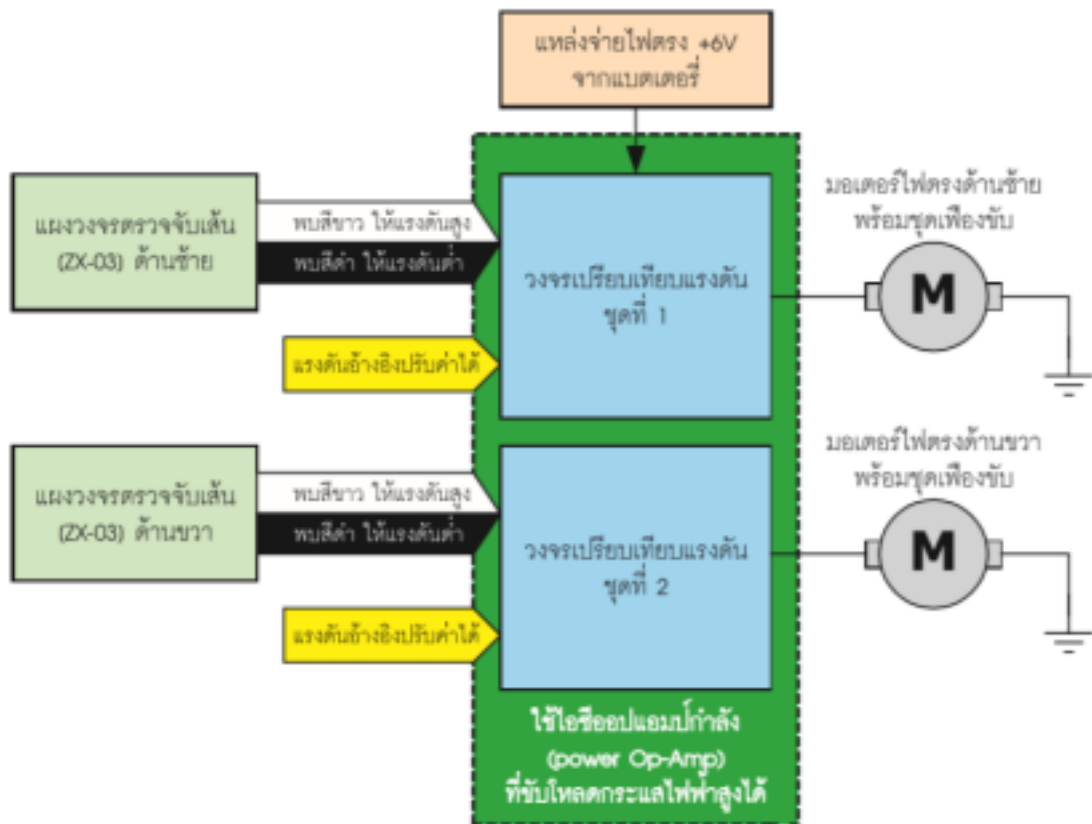
2. ตัวอย่างการออกแบบหุ่นยนต์ขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ

2.1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นอัตโนมัติจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

เมื่อพูดถึงโครงงานหุ่นยนต์อัตโนมัติในยุคนี้ เกือบ 100% คงนึกถึงหุ่นยนต์ที่มีแผงวงจรควบคุมที่ต้องมีการเขียนโปรแกรมมีตัวตรวจจับที่หลากหลายทั้งพื้นฐานและซับซ้อนจนอาจลืมนึกไปว่าหุ่นยนต์อัตโนมัติอาจเกิดขึ้นได้จากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่แสนจะพื้นฐานง่าย ไม่ซับซ้อน ตรงไปตรงมาตามแนวคิดของระบบอัตโนมัติอย่างง่าย นั่นคือรับสัญญาณอินพุตจากตัวตรวจจับท างาน ประมวลผลเพื่อตัดสินใจ และสั่งงานเพื่อขับมอเตอร์ทางเอาต์พุต การท างานในรูปแบบเดียวกับหุ่นยนต์อัตโนมัติแบบ โปรแกรมได้อย่างง่ายท าให้เกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือตัวควบคุมแบบโปรแกรมได้ อุปกรณ์ที่นำมาใช้คือ ไอซีออปแอมป์ที่นำมาสร้างเป็นวงจรเปรียบ เทียบแรงดันระหว่างแรงดันที่ได้จากตัวตรวจจับกับแรงดัน อ้างอิงของวงจรเอง นำผลการเปรียบเทียบนั้นไปควบคุม ให้มอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ท างานหรือไม่ท างาน จึงอาจกล่าวได้ว่า ไอ ซี อ บ แอมป์ท างานเป็น“คอมพิวเตอร์แบบอะนาล็อก” (analog computer) โครงงานหุ่นยนต์iBEAM ที่นำมาเสนอนี้ใช้แนวคิดดังกล่าว โดยมีหัวใจหลักคือ แผงวงจร iBEAM ที่ใช้ไอซีออปแอมป์เป็นอุปกรณ์ส าคัญท างานร่วมกับแผงวงจรตรวจจับเส้น (นำเสนอเป็นโครงงานให้ได้สร้างกันในวารสาร

TPE ฉบับเดียวกันนี้) และอุปกรณ์ทางกล อย่างง่าย ได้เป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นดำแบบ

อัตโนมัติโดยไม่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่มีการเขียนโปรแกรม หรือเป็น Non programmable robot แบบหนึ่ง ดังแสดงไดอะแกรมการทำงานในภาพรวมตามรูปที่ 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 มีหน่วยความจำ โปรแกรมแบบแฟลช 64 กิโลไบต์ โปรแกรมใหม่ได้ 10,000 ครั้ง มีหน่วยความจำ ข้อมูลอีอีพรอม 4 กิโลไบต์ หน่วยความจำ ข้อมูลแรม 4 กิโลไบต์ ใช้สัญญาณนาฬิกา 20MHz จากเซรามิกเรโซเนเตอร์

2) จุดต่อพอร์ตใช้งาน 16 จุด และจัดสรรเป็นจุดต่อแบบ JST 3 ขา สำหรับต่ออุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกต่างๆ

3) มีไฟแสดงสถานะไฟเลี้ยง, แจ้งเตือนแบตเตอรี่อ่อน, แจ้งการสื่อสารข้อมูล และสถานะการเชื่อมต่อพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์

4) มีสวิตช์ RESET

5) มีจุดต่อพอร์ต USB ส สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูลกับ คอมพิวเตอร์

6) มีจุดต่อไฟเลี้ยง (DC INPUT) ผ่านทางจุดต่อสายแบบขันสกรู รับไฟเลี้ยง ได้ตั้งแต่ 4.8 ถึง 7.2V โดยมีสวิตช์ เปิด-ปิดเพื่อตัดต่อไฟเลี้ยงแก่แผงวงจร

7) มีวงจรควบคุมไฟเลี้ยง +5V แบบสวิตชิงส สำหรับรักษาระดับไฟเลี้ยงให้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์

8) จุดต่อพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัลหรืออะนาล็อก 7 ช่อง คือ A0 ถึง A6 (ตรงกับขา 24 ถึง 30)

9) มีจุดต่ออินพุตอินเทอร์รัปต์ 3 ช่องคือ จุดต่อ 2 (RXD/INT0), 3 (TXD/INT1) และ 18 (INT2)

10) จุดต่อพอร์ตดิจิทัลรองรับระบบบัส I²C 1 ชุด คือ จุดต่อ 8 (SCL) และ 9 (SDA) รองรับการใช้งานกับโมดูลเชื่อมต่อดิจิทัล HMC5983, โมดูลตรวจจับความสว่างของแสง BH1750, ZX-RELAY16 แผงวงจรขับรีเลย์ 16 ช่อง ที่ท างานผ่านบัส I²C รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านบัส I²C

11) มีจุดต่อพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART 1 ชุดคือ จุดต่อ 2 (RXD) และ 3 (TXD) รองรับการใช้งานกับโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ทุกแบบ อาทิXBEE, บูลทูธ, รีโมต คอนโทรล Wireless-X, โมดูล Serial WiFi อย่าง ESP8266, แผงวงจรขับเซอร์โวมอเตอร์ 16 ช่องรุ่น ZX-SERVO16i, แผงวงจรขับ LED8 ดวงแบบอนุกรมรุ่น LED8, แผงวงจร LED ตัวเลข 7 ส่วน 4 หลัก แบบอนุกรม รุ่น DSP-4S เป็นต้น

12) มีวงจรขับมอเตอร์ไฟตรง 2 ช่อง พร้อมไฟแสดงผล ใช้กับมอเตอร์ ไฟตรง ได้ ตั้งแต่ 4.5 ถึง 12V กระแสไฟฟ้าไม่เกิน 800mA (สูงสุด) ผ่านจุดต่อแบบขันสกรูและแบบ IDC ตัว ผู้

13) มีจุดต่อขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส สำหรับต่อขยายวงจรขับ มอเตอร์ภายนอก 2 ช่อง คือจุดต่อ 16 กับ 19 ส สำหรับ MOTOR3 EXP. และ 17 กับ 20 ส สำหรับ MOTOR4 EXP.

14) มีจุดต่อขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส สำหรับขับเซอร์โวมอเตอร์ 3 ช่องคือ จุดต่อ 13, 14 และ 15 (เรียงตามลำดับ SV1, SV2 และ SV3)

15) มีลำโพงเปียโซส สำหรับขับเสียงโดยต่อกับขาพอร์ต 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 จ านวน 2 แผง
- 5) ชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรง BO1 อัตราทด 48:1 จ านวน 2 ชุด
- 6) ล้อพลาสติกกลม จ านวน 2 ชุด
- 7) แผ่นกริดขนาด 80x60 เซนติเมตร และ 80x80 เซนติเมตร จ านวน 1 ชุด
- 8) แผ่นฐานกลมพร้อมล้ออิสระ 1 แผ่น
- 9) ชิ้นต่อพลาสติก เพิ่มจากชุด Lite เป็น 60 ชิ้น /แพ่งต่อพลาสติก
- 10) ชุดฉากโลหะ
- 11) ชุดนอตและสกรู
- 12) แผ่นทดสอบการเคลื่อนที่ตามเส้นของหุ่นยนต์
- 13) สายเชื่อมต่อ USB-miniB ส หรับดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูล
- 14) ซีดีรอมบรรจุซอฟต์แวร์และตัวอย่างการทดลอง



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

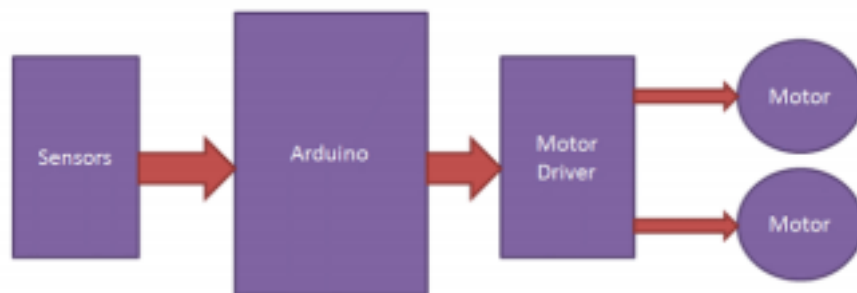
โครงการนี้จะเป็นการนำ Arduino UNO R3 + L298P Motor Shield และ เซ็นเซอร์ 1 Channel TCRT5000 Tracker Sensor มาทำเป็น หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์

โดยให้หุ่นยนต์ตัดสินใจเดินตามเส้นโดยอัตโนมัติด้วยการตรวจจับเส้นสีดำพื้นสีขาวอุปกรณ์ ที่ใช้

- 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 จ จำนวน 2 ก้อน
- 9) 1 Channel TCRT5000 Tracker Sensor จ จำนวน 2 ตัว
- 10) เสารองแผ่นพีซีบีแบบโลหะ ยาว 25 มม.

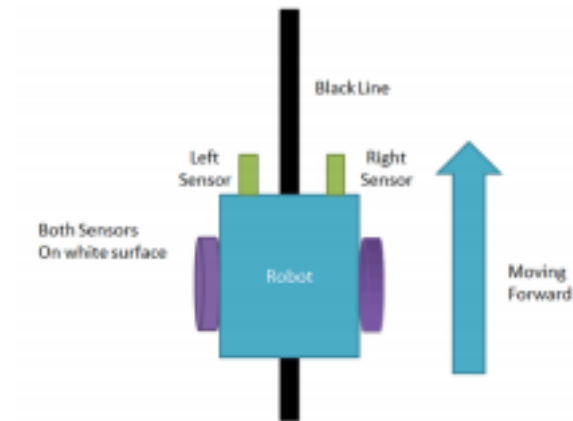
หลักการท างานหุ่นยนต์เดินตามเส้น

หุ่นยนต์และมนุษย์มีหลักการท างานที่เหมือนกัน คือ หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit) หน่วยประมวลผล (Process Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit) ดังนั้นการที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปให้ตรงเป้าหมาย หุ่นยนต์จะต้องมีอุปกรณ์ที่จะตรวจสอบตำแหน่งและส่งข้อมูลที่ไปยังหน่วยประมวลผล เพื่อให้มอเตอร์ท าการแสดงผลโดยการไปยังเป้าหมายต่อไป อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ ตำแหน่งนั้น คือ โมดูลเซ็นเซอร์แสง TCRT5000 Tracker Sensor



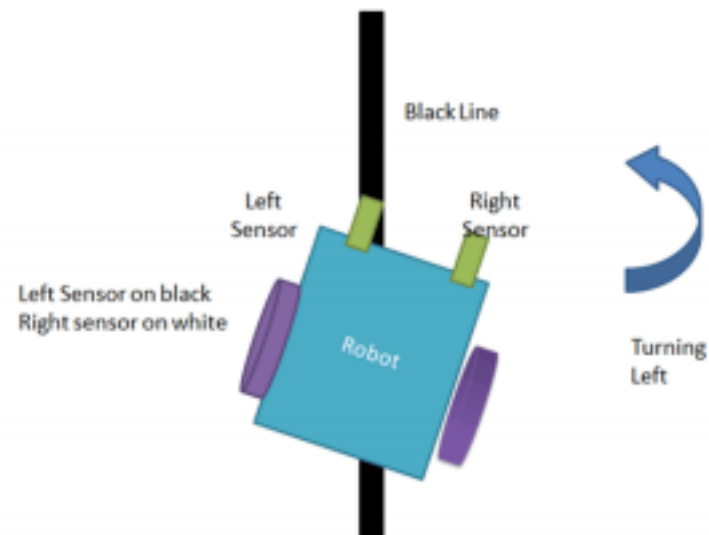
รูปที่ 12.4 บล็อกไดอะแกรมหุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์ Arduino + L298P

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 เซ็นเซอร์ซ้ายมาพบพื้นสีขาว (1 , 0) ให้หุ่นยนต์เลี้ยวไปทางด้านขวา

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

รูปที่ 12.7 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ขวามาพบพื้นสี

ดำ หากเซ็นเซอร์ทั้งสองมาอยู่บนเส้นสีดำทั้งคู่ (0 , 0)

ให้หุ่นยนต์หยุด

รูปที่ 12.7 การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น 2 เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ทั้งสองมาอยู่บนเส้นสีดำทั้งคู่