

บทที่ 4

โครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ)

1. จำแนกโครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)ได้อย่างถูกต้อง
2. แยกประเภทของอุปกรณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)ได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายการใช้งานเบื้องต้นของอุปกรณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)ได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้งานโครงสร้างของหุ่นยนต์(แมคคาณิก)

4.1 ภาคแมคคาณิก

ถ้าเปรียบเทียบหุ่นยนต์กับมนุษย์แล้ว ภาคแมคคาณิกก็เปรียบเหมือนกับร่างกายที่ทำให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้โดยภาคแมคคาณิกจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ นั่นคือส่วนของโครงร่าง และ ส่วนที่เคลื่อนไหว

4.1.1 โครงร่าง

โครงร่างของหุ่นยนต์ถ้าเปรียบกับมนุษย์ก็จะเปรียบเหมือนโครงกระดูกของมนุษย์ แต่โครงร่างของหุ่นยนต์จะสร้างจากวัสดุที่มีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้งาน โดยวัสดุที่นิยมมาสร้างเป็นโครงร่างหุ่นยนต์ ได้แก่

4.1.1.1 ไม้

โครงร่างที่ทำด้วยไม้ส่วนใหญ่จะสร้างโดยการตัดหรือเลื่อยไม้ชนิดแผ่น เช่น ไม้อัด หรือ ไม้บัลซ่า ซึ่งโครงร่างแบบนี้มีข้อดีคือสามารถตัด เจาะง่าย น้ำหนักเบา เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นทำหุ่นยนต์ แต่ข้อด้อยของโครงร่างแบบนี้จะแข็งแรงสู้โครงร่างแบบเหล็กไม่ได้ และโครงร่างที่สร้างด้วยไม้จะบิดตัวเมื่อโดนความชื้น หรือ น้ำ และโครงร่างแบบไม้ยังสามารถติดไฟได้ด้วย



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่สร้างด้วยโครงสร้างไม้

4.1.2 เหล็ก

โครงร่างของหุ่นยนต์ที่ทำด้วยเหล็กนั้นจะมีข้อดีคือมีความแข็งแรงทนทาน สูงแต่ข้อด้อยก็คือ การตัดประกอบนั้นมีความยุ่งยากต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษ เช่น เครื่องตัดเหล็ก เครื่องเชื่อมเหล็ก เป็นต้น และโครงร่างที่ทำด้วยเหล็กนั้นจะมีน้ำหนักมากทำให้มอเตอร์ส่วนเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ โครงร่างแบบนี้จึงเหมาะกับหุ่นยนต์ที่ต้องทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะจะต้องมีความทนทานสูง และใช้พลังงานในการเคลื่อนที่มาก



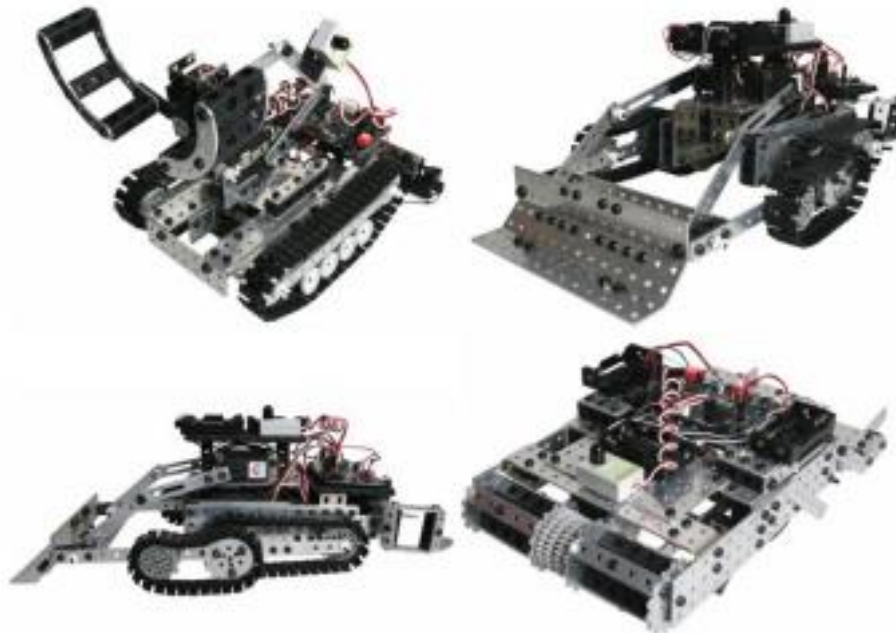
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่สร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างรูปแบบเหล็กชนิดต่างๆ

4.1.3 อลูมิเนียม

โครงร่างของหุ่นยนต์ที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะมีข้อดีคือมีน้ำหนักเบา ตัด เจาะง่ายกว่าแบบโลหะ แต่ข้อด้อยของอลูมิเนียมคือไม่สามารถเชื่อมแบบเชื่อมโลหะด้วยเครื่องเชื่อมได้ ดังนั้นเวลาประกอบอลูมิเนียมจะใช้วิธีใช้นอตยึด หรือ ยิงหมุดยึ (RIVET) เท่านั้น



ภาพที่ 4.4

ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่สร้างด้วยโครงสร้างอลูมิเนียม



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างรูปแบบอลูมิเนียมชนิดต่างๆ

4.1.4 พลาสติกและแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด

โครงร่างของหุ่นยนต์ที่ทำด้วยพลาสติกจะมีข้อดีคือน้ำหนักเบา ส่วนตัดเจาะจะใช้วิธีคล้ายกับการสร้างโครงร่างด้วยไม้ โดยโครงร่างของหุ่นยนต์ที่เป็นพลาสติกจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โครงร่างที่ขึ้นรูปเป็นพลาสติกจากโรงงาน โดยโครงสร้างแบบนี้จะเป็นรูปแบบตามที่เราต้องการโดยไม่ต้องตัด เจาะ แต่ว่าต้องอาศัยเครื่องจักรในการขึ้นรูปส่วนแบบที่สองคือเราใช้แผ่นพลาสติกเป็นวัสดุ ดังนั้นเวลาสร้างโครงร่างจึงต้องมีการตัดเจาะ ประกอบคล้ายแบบไม้ และเวลาประกอบพลาสติกเข้าด้วยกันเราก็นิยมใช้กาวติดพลาสติกซึ่งเป็นกาวชนิดพิเศษ ส่วนวัสดุฟิวเจอร์บอร์ดนั้นมีข้อดีคือน้ำหนักเบา ตัดง่ายด้วยคัตเตอร์หรือกรรไกรและติดได้ง่ายด้วยกาวลาเท็กซ์หรือเทปกาว 2 หน้า จึงเหมาะกับผู้เริ่มต้นที่จะสร้างโครงร่าง

หุ่นยนต์ แต่มีข้อด้อยคือ ลักษณะของฟิวเจอร์บอร์ดจะเป็นลูกฟูกทำให้เกิดช่องว่างเกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถสร้างชิ้นงานที่มีขนาดเล็กได้ ดังนั้นในการใช้งานต้องพิจารณาอายุของลูกฟูกก่อนการตัด



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่สร้างด้วยโครงสร้างพลาสติกและแผ่นฟิวเจอร์



บอร์ด



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างรูปแบบพลาสติกและแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดชนิดต่างๆ

4.1.5 โฟม

โฟมเป็นวัสดุคล้ายกับพวกโลหะแต่น้ำหนักเบา มีความหนาแน่นสูงไม่
เป็นสนิม ทนทานต่อปฏิกิริยาเคมี เราจึงใช้โฟมในโครงร่างหุ่นยนต์ที่ต้องการความหนาแน่น และ
น้ำหนักเบา เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร แต่ด้วยราคาของโฟมที่ราคาสูงมากทำให้เราไม่
นิยมนำมาเป็นโครงร่างของหุ่นยนต์โดยทั่วไป



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่สร้างด้วยโครงสร้างไทเทเนียม

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างรูปแบบไทเทเนียมชนิดต่างๆ

4.1.6 แผ่นวงจรพิมพ์ (PCB)

สำหรับหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาเรามักนิยมใช้โครงร่างของหุ่นยนต์ที่เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB: Printed Circuits Board) เพราะนอกจากแผ่นวงจรพิมพ์ยังใช้เป็นที่ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของหุ่นยนต์แล้ว เรายังประยุกต์ให้สามารถตัดแต่งเป็นโครงร่างของหุ่นยนต์ได้ด้วย ทำให้ลดขั้นตอนและต้นทุนในการผลิตได้

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างแผ่นวงจรพิมพ์(PCB)ตามท้องตลาด

4.2 ส่วนเคลื่อนไหว

ส่วนเคลื่อนไหวเป็นส่วนที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เช่น การเดิน การหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น ถ้าเปรียบส่วนเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์กับมนุษย์ก็เปรียบเหมือนอวัยวะ แขน ขา นั่นเอง

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือเคลื่อนที่ด้วยล้อ และ ประเภทที่สองคือเคลื่อนที่ด้วยระบบกลไกแบบขาเดิน

การเคลื่อนที่แบบล้อเป็นพื้นฐานการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพราะสร้างง่าย กลไกไม่ซับซ้อน

และข้อดีของหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่แบบนี้ก็คือ สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือหุ่นยนต์จะไม่สามารถเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่ขรุขระมากได้

การเคลื่อนแบบขาจะเป็นโครงสร้างการเคลื่อนที่ซับซ้อนมากกว่าการเคลื่อนที่แบบล้อโดยการออกแบบต้องมีความรู้ทางด้านเครื่องกลจึงจะสามารถออกแบบได้ ข้อดี ของการเคลื่อนที่แบบนี้คือหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ในพื้นที่ขรุขระได้ แต่ข้อเสียของการเคลื่อนที่แบบนี้คือหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ได้ไม่เร็วมาก และในการออกแบบต้องอาศัยความรู้ระบบเครื่องกลด้วย

อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่นำมาใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวที่ใช้ งานทั่วไปนั้นได้แก่ มอเตอร์ชนิดต่างๆ ไฮดรอลิก และ นิวเมติกส์ แต่อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการสร้างและ ออกแบบหุ่นยนต์ขนาดเล็กจะเป็นมอเตอร์

4.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่ เปลี่ยน พลังงาน งานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล เมื่อได้รับการป้อนพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรง จะทำ ให้แกนของ มอเตอร์หมุนแต่เนื่องจากการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องการ กระแสไฟฟ้า ในปริมาณสูงกว่าความสามารถที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์จะจ่ายโดยตรงได้ จึงจำเป็นที่ จะต้องมียวงจรขับ มอเตอร์ โดยเฉพาะเพื่อทำหน้าที่ขับมอเตอร์ให้ทำงานได้ตามต้องการ

ภาพที่ 4.11 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบปกติ

ภาพที่ 4.12 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบที่มีชุดเฟืองทดรอบ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กจะถูกนำมาใช้ในโครงงานที่มีกลไกการเคลื่อนไหวมีค่า แรงดันไฟฟ้าในการทำงานในช่วง 1.5 โวลต์ถึง 24 โวลต์

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถทำได้ง่ายเพียงป้อนไฟเข้าที่ ขั้วมอเตอร์เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนและเมื่อต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนก็เพียงหยุดการป้อนไฟฟ้า หรือ ถ้าหากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็สามารถทำได้โดยการสลับขั้วไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ มอเตอร์เพียงเท่านั้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงก็สามารถหมุนกลับทิศทางได้ในทันที สำหรับวงจรขับ มอเตอร์ที่สามารถควบคุมทิศทางการหมุนได้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ถูกจัดวางที่มีลักษณะคล้ายตัว H ในภาษาอังกฤษจึงเรียกววงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในลักษณะนี้ว่าวงจรขับแบบ H-Bridge ลักษณะของวงจรเป็นดังภาพที่ 4.13

ภาพที่ 4.13 แสดงวงจรขับเคลื่อนแบบ H-Bridge

จากภาพที่ 4.13 เป็นวงจรขับเคลื่อนแบบ H-Bridge ที่ใช้สวิตช์ ในสภาวะแรกเริ่มที่สวิตช์ทุกตัวยังไม่ทำงานมอเตอร์จะไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าทำให้มอเตอร์ไม่หมุน เมื่อทำการควบคุมให้สวิตช์ทำงานโดยให้ S1 และ S4 ทำงาน มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW: Clock wise) หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางโดยให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW: Counter clock wise) ก็เพียงสลับการทำงานของ สวิตช์โดยให้ S1, S4 ไม่ทำงานและให้สวิตช์ S2, S3 ทำงานแทน การควบคุมดังกล่าวจะมีลักษณะดังภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.14 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยวงจรขับเคลื่อนแบบ H-Bridge

ตารางที่ 4.1 แสดงการควบคุมมอเตอร์ด้วยวงจรขับเคลื่อนแบบ H-Bridge แบบใช้สวิตช์

สถานะของสวิตช์				สถานะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
S1	S2	S3	S4	
OFF	OFF	OFF	OFF	ไม่หมุน
ON	OFF	OFF	ON	หมุนตามเข็มนาฬิกา (CW)
OFF	ON	ON	OFF	หมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW)

วงจรขับเคลื่อนที่เป็นลักษณะ H-Bridge สามารถเปลี่ยนจากการใช้สวิตช์มาเป็นรีเลย์โดยใช้รีเลย์ที่เป็นชนิด SPDT (Single pole double throw) ดังภาพที่ 4.15 และการควบคุมทิศทางการหมุนเป็น ดังภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.15 แสดงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ H-Bridge ที่ใช้รีเลย์

ภาพที่ 4.16 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยวงจรขับแบบ H-Bridge ที่ใช้รีเลย์

ชุดขับกระแสที่มอเตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ H-Bridge ซึ่งวงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หรือมอสเฟต โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิด จำนวน 4 ชุด (Q1-Q4) โดยต่อกับ DC Motor ดังรูป 4.17(a) ซึ่งสามารถควบคุมทิศทางกระแสของกระแสได้ เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน และปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 กระแสจะไหลจากจุด A ไปจุด B ดังรูป 4.17 (b) จึงทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน

เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 ทำงาน และปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 กระแสจะไหลจากจุด B ไปจุด A ดังรูป 4.17 (c) เป็นผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศ

รูปที่ 4.17 การทำงานของวงจร H-Bridge สำหรับควบคุมการหมุนของ DC Motor

ปัจจุบันวงจร H-Bridge มีอยู่ในรูปของไอซีวงจรรวม เช่น ไอซีเบอร์ L293D หรือ L298N เพื่อลดขนาดของอุปกรณ์ และง่ายต่อการใช้งาน เพียงต่อสัญญาณ PWM และสัญญาณควบคุมทิศทาง (1 บิตหรือ 2 บิต) ดังรูป 4.18

รูปที่ 4.18 การเชื่อมต่อ Microcontroller กับชุดขับกระแสที่มอเตอร์แบบ H-Bridge

ที่มา : <http://aimagin.com/blog/motor/?lang=th>

การใช้งานจริงมีไอซีที่ถูกออกแบบมาเพื่อการนี้โดยเฉพาะมีคุณสมบัติเป็นวงจรขับแบบ H Bridge ในกรณีที่ใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กที่ใช้กระแสไม่เกิน 600 มิลลิแอมป์จะใช้ไอซีเบอร์ L293D แต่หากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงใช้กระแสสูงเกินค่าดังกล่าวแต่ไม่เกิน 4 แอมป์จะต้องใช้ไอซีเบอร์ L298 ในใบงานนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ L293D ในการทดลองโดยโครงสร้างของไอซีเป็นดังภาพที่ 4.19

ภาพที่ 4.19 แสดงโครงสร้างไอซีขับมอเตอร์กระแสตรงขนาดเล็กเบอร์ L293D

ภาพที่ 4.20 แสดงการขับมอเตอร์กระแสตรงขนาดเล็กด้วยไอซีเบอร์ L293D

4.2.2 เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังมุมที่ต้องการได้ด้วย
วงจร ควบคุมแบบป้อนกลับภายใน เซอร์โวมอเตอร์ขนาดเล็กนิยมใช้กันมากในเครื่องเล่นบังคับวิทยุ
เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เซอร์โวมอเตอร์ประกอบขึ้นจากส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วนคือ 1. มอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก

2. ชุดเกียร์ทดรอบ

3. วงจรควบคุม

ภาพที่ 4.21 แสดงโครงสร้างเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์มีคอนเน็คเตอร์สำหรับต่อใช้งาน 3 ขา โดยใช้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 2 ขาและอีก
หนึ่งขาจะใช้ต่อกับสัญญาณควบคุม เซอร์โวมอเตอร์ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการทำงานมีแรงดันใช้งาน
อยู่ ในช่วง 4-6 โวลต์ (สำหรับรุ่นก ลังแรงบิดสูงจะใช้แรงดันสูงถึง 12 โวลต์) การเรียงขาคอนเน็ค
เตอร์เป็น มาตรฐานแบบเดียวกัน มีความต่างกันบ้างตรงสีของสายไฟขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตดังภาพที่
4.22

ภาพที่ 4.22 แสดงคอนเน็คเตอร์เซอร์โวมอเตอร์ของแต่ละบริษัท

การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ให้เคลื่อนไปยังมุมที่ต้องการ สามารถทำได้โดยการส่งพัลส์ที่มี ค่าประมาณ
1 ms - 2 ms ดังรูปที่ 4.23 โดยสัญญาณของพัลส์ใน 1 ลูกคลื่นมีคาบเวลาประมาณ 20 ms เซอร์โ
มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ตั้งแต่มุม 0 องศาจนถึง 180 องศา (ซึ่งบางต าราอาจกล่าวว่า เคลื่อนตั้งแต่
มุม -90 องศาถึง +90 องศา) ซึ่งโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์ไม่สามารถที่จะหมุนที่มุม เกินกว่าที่ก
หนด ไว้ได้ ในการใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ที่มีการรับภาระโหลดอาจจะทำให้ต า แหน่ง เคลื่อนได้หากไม่
ส่ง สัญญาณควบคุมแบบต่อเนื่อง โดยปกติโครงสร้างภายในที่เป็นเฟืองทดรอบจะทำ การล็อกต
า แหน่งไว้ แล้วในระดับหนึ่งแต่ไม่สามารถถต า แหน่งเดิมไว้ได้หากการต่อใช้งานมีการ รับภาระโหลด
ในกรณีที่ต้องการล็อกต า แหน่งจะต้องส่งพัลส์ควบคุมต า แหน่งอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 4..23 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์