



รายงานโครงการวิจัย

หุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจขนาดเล็ก

Mini Robo-Cop Assistant

พัชรนันท์ ศรีธนาอุทัยกร

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

งบประมาณเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๕

คำนำ

หุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจขนาดเล็ก เป็นโครงการวิจัยที่ส่งเสริมการใช้ความรู้ในศาสตร์ของวิศวกรรม อาทิเช่น ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุม ระบบอัตโนมัติ มอเตอร์ไฟฟ้า การขับเคลื่อน กล้องถ่ายภาพ และการส่งสัญญาณภาพระบบเครือข่าย จึงนับว่าได้รวมศาสตร์ด้านต่างๆ เข้ามา และ ยังประโยชน์ในการใช้งานต่อเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยเป็นหลัก โดยช่วยลดความเสี่ยงอันตรายต่อชีวิต

งานชิ้นนี้เป็นงานต้นแบบซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปเพื่อให้ใช้งานได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานเฉพาะแต่ละประเภทได้ อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านการพัฒนาหุ่นยนต์ขนาดเล็ก หรือ ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติด้วย นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดมุมมองในการพัฒนาระบบขับเคลื่อนอีกทาง

ทางผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ คณะกรรมการพิจารณางานวิจัยของกองทุนส่งเสริมงานวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่อนุเคราะห์ให้จัดทำจนเกิดเป็นงานชิ้นนี้ขึ้นมาสำเร็จ และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและให้กำลังใจในการทำงานด้วยดีตลอดมา

พัชรนันท์ ศรีธนาอุทัยกร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 ความสำคัญและที่มา	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ	4
2.1 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	4
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.3 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)	17
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	21
2.5 กล้องถ่ายภาพ	22
3 การออกแบบ	26
3.1 การเคลื่อนที่	26
3.2 ตัวควบคุม	28
3.3 การป้องกันตัวเองและการหลบสิ่งกีดขวาง	29
3.4 การถ่ายภาพ	30
3.5 การควบคุมหุ่นยนต์	31
4 ผลการทดสอบ	34
4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง	34
4.2 การทดสอบการเลี้ยวโค้ง	35
4.3 การทดสอบเมื่อหุ่นยนต์อยู่ในที่แคบ	36
4.4 การทดสอบเมื่อหุ่นยนต์ล้ม	36
4.5 การส่งภาพกลับมายังสถานีฐาน	37
5 สรุป	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	
ก. รายละเอียดของกล้อง	42

ภาคผนวก ก. รายละเอียดของกล้อง

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มา

1.1 ความสำคัญและที่มา

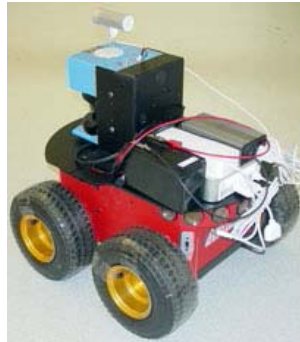
การรักษาความปลอดภัยของบุคคลและ/หรือสถานที่สำคัญต่างๆ ในปัจจุบันนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากเนื่องจากบุคคลที่มีศักยภาพ มีอำนาจในการบริหารหน่วยงานสำคัญของประเทศ หรือ มีหน่วยงานหรือสถานที่ซึ่งมีทรัพย์สินที่มีค่าจำนวนมาก มักจะเป็นที่สนใจของอาชญากร ผู้ก่อการร้ายที่จ้องที่จะทำลายความมั่นคงของประเทศด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การลอบสังหารบุคคลสำคัญ การทำลายสถานที่สำคัญต่างๆ เช่น ตึกบัญชาการ สถาบันการเงิน และหน่วยงานสำคัญต่างๆ ดังนั้น ตามสถานที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีเยี่ยม เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยต้องมีการตรวจตราพื้นที่หรือเฝ้าระวังตามจุดยุทธศาสตร์ต่างๆ ตลอด 24 ชั่วโมง พร้อมทั้ง ยังมีการติดตั้งระบบวิดีโอวงจรปิดเอาไว้ ในส่วนที่สำคัญของอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการรักษาความปลอดภัยด้วย อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนเจ้าหน้าที่หรือลดจำนวนรอบของการเดินตรวจตราลงได้

วิธีการในการติดตั้งกล้องวงจรปิดนั้น จะถูกติดตั้งในจุดยุทธศาสตร์ โดยยึดแบบถาวร ดังนั้น มุมที่มองเห็นได้จะเป็นมุมมองที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากผู้บุกรุกที่มีความเป็นมืออาชีพต้องการเข้ามาโจรกรรมทรัพย์สินในหน่วยงานนั้น ในเบื้องต้นมักจะเข้ามาสำรวจตำแหน่งของกล้องวงจรปิด เพื่อมองหาจุดบอดของกล้องที่ติดตั้งไว้ เพื่อให้สามารถหลบหลีกจากการตรวจจับจากกล้องแบบติดตั้งแบบถาวรได้ และนอกจากนี้ ทำให้สามารถรู้จุดและทำลายกล้องวงจรปิดที่ติดตั้งเอาไว้ได้ เพื่อทำลายหลักฐานการกระทำความผิดของตน ดังนั้น ถ้าหากกล้องบันทึกภาพสามารถเคลื่อนที่ไปตามที่ต่างๆ คล้ายกับการที่เจ้าหน้าที่เดินตรวจตราได้ ก็จะทำให้มีภาพอ้างอิงที่สามารถระบุ วันและเวลา นั้นๆ ได้ ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักฐานชิ้นสำคัญในการค้นหาคนกระทำความผิดได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นการช่วยเหลือเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยให้สามารถเข้าคุมพื้นที่อันตรายซึ่งมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิตของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเข้าตรวจวัดระเบิด พื้นที่ที่มีการยิงต่อสู้กัน พื้นที่ที่มีก๊าซหรือรังสีรั่วไหล เป็นต้น

เมื่อติดตั้งกล้องกับหุ่นยนต์ขนาดเล็ก, ภาพที่ 1.1, มันก็จะไม่เป็นที่สังเกตของผู้ร้าย ซึ่งหุ่นยนต์สามารถวางตัวในรูปแบบต่างๆ ที่เข้ากับสถานที่นั้นๆ ได้ เช่น อาจทำให้รูปร่างภายนอกคล้ายกับถุงขนม หรือกล่องพัสดุ หรือตกแต่งสีสັນให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมในลักษณะเดียวกับที่เจ้าหน้าที่แต่งชุดพรางตัว เมื่อหุ่นยนต์ที่พรางตัวนี้ไปอยู่ตามทางเดินในอาคาร ก็จะมีลักษณะที่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมได้ และไม่เป็นที่สังเกตของผู้ร้าย ข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องบนตัวหุ่นยนต์จะเป็นประโยชน์ต่อการป้องกันภัยจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นแล้วและที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ต่อไปในอนาคต

ตัวหุ่นยนต์นี้จะถูกติดตั้งกล้องถ่ายภาพไว้ด้านบนในมุมมองเสาที่เหมาะสมเพื่อให้เห็นภาพด้านหน้าของหุ่นอย่างชัดเจน มันจะถูกติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อป้องกันการชนกับสิ่งกีดขวาง และเพื่อ

ช่วยในการประมวลผลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวมันเองด้วย การขับเคลื่อนจะถูกออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่เรียบได้ ซึ่งหุ่นยนต์สามารถเดินได้บนพื้นที่มีสิ่งกีดขวางแบบแบนราบหรือหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่มันไม่สามารถเข้าไปได้ ภาพที่ 1.2 เป็นตัวอย่างของภาพทางเดินภายในและภายนอกอาคารที่หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ได้



ภาพที่ 1.1 โครงร่างของหุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจขนาดเล็ก [1]



(1)



(2)



(3)



(4)

ภาพที่ 1.2 ภาพทางเดินโดยทั่วไป [2 – 5]

หลังจากกำหนดเส้นทางเป้าหมายให้กับหุ่นยนต์แล้ว หากมีสิ่งกีดขวางทางเดินแล้ว หุ่นยนต์จำเป็นต้องหลบเลี่ยงไปและพยายามกลับเข้าสู่เส้นทางเดิม โดยในส่วนของ การเคลื่อนที่นี้จะมีระบบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ ชุดควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์, ชุดป้องกันอันตรายและหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และชุด

ถ่ายภาพและส่งภาพกลับมายังสถานีฐาน ระบบทั้งสามส่วนนี้จะทำงานวนซ้ำๆ ตลอดเส้นทางที่หุ่นยนต์เดินทางสำรวจพื้นที่ ซึ่งเจ้าหน้าที่สามารถเฝ้าระวังได้จากหน้าจอตลอดเวลา

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย
- 1.2.2 เพื่อสร้างหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง ไปตามทางที่กำหนดได้
- 1.2.3 เพื่อเก็บข้อมูลภาพตามเส้นทางที่กำหนดได้
- 1.2.4 เพื่อใช้เป็นผู้ช่วยของมนุษย์ในการเข้าไปสำรวจเส้นทางตามที่กำหนดได้
- 1.2.5 เพื่อลดความเสี่ยงต่ออันตรายเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการที่ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย
- 1.2.6 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในการสร้างหุ่นยนต์เพื่อใช้งานเฉพาะด้านต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สร้างหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง ไปตามเส้นทางที่กำหนดได้
- 1.3.2 หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ในสภาพพื้นผิวกึ่งเรียบได้
- 1.3.3 เก็บภาพถ่ายสภาพแวดล้อมตามเส้นทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป
- 1.3.4 สภาพแวดล้อมที่ทดสอบจะต้องไม่อยู่ในสภาวะที่ง่ายต่อการติดไฟ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 หุ่นยนต์นี้สามารถทำงานเป็นผู้ช่วยของมนุษย์ได้ โดยช่วยในการออกตรวจตามจุดต่างๆ ที่มีอัตราเสี่ยงสูง
- 1.4.2 ข้อมูลภาพที่เก็บระหว่างการออกสำรวจแต่ละครั้ง สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์หาข้อแตกต่างหรือจุดบกพร่องของพื้นที่นั้น เพื่อการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้
- 1.4.3 ช่วยลดอัตราเสี่ยงสำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการที่ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย โดยส่งหุ่นยนต์นี้เข้าไปสำรวจก่อน

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

ปัจจุบัน เทคโนโลยีของหุ่นยนต์นั้นได้เจริญก้าวหน้าไปมาก ต่างจากเมื่อก่อนที่หุ่นยนต์จะถูกนำไปใช้ ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ แต่ปัจจุบันมีการนำมาใช้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้งานในอวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องเล่น หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Machine) หรือกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic Machine) และสามารถโปรแกรมให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างได้ มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้มักถูกใช้ในงานสำรวจซึ่งจะต้องพิจารณาถึงลักษณะของการขับเคลื่อนและการควบคุมการทำงานของทุกส่วนให้ดี ดังนั้นหัวข้อที่จะพิจารณาในบทนี้จึงประกอบไปด้วย

- การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)
- ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้คือ การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ, การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อสายพาน, การเคลื่อนที่โดยใช้ขา, การเคลื่อนที่โดยการบิน, การเคลื่อนที่ในน้ำ และการเคลื่อนที่ในรูปแบบอื่น

2.1.1 การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ (wheel-drive locomotion)

หุ่นยนต์ที่ใช้ล้อในการเคลื่อนที่ เหมาะสำหรับหุ่นยนต์ทั่วไปที่ใช้งานบนพื้นราบ โดยมีข้อดีคือ หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว การควบคุมง่าย ดังนั้นหุ่นยนต์ส่วนใหญ่จึงถูกสร้างให้เป็นหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่โดยใช้ล้อแสดงดังภาพที่ 2.1 สำหรับข้อจำกัดของการเคลื่อนที่ลักษณะนี้คือ หุ่นยนต์ไม่สามารถจะไปในพื้นที่ต่างระดับได้ การเดินทางในพื้นที่ขรุขระไปได้อย่างยากลำบาก

2.1.2 การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อสายพาน (track-drive locomotion)

หุ่นยนต์ที่ใช้ล้อสายพานในการเคลื่อนที่ เหมาะสำหรับหุ่นยนต์ที่ใช้งานในพื้นที่ขรุขระ หรือพื้นที่ที่มีความต่างระดับแสดงดังภาพที่ 2.2 การควบคุมสามารถทำได้ง่ายเหมือนหุ่นยนต์ล้อทั่วไป ส่วน

ข้อจำกัดคือหุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงได้ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวบริเวณที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปเนื่องจากการตะกรุยของล้อสายพาน



ภาพที่ 2.1 การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ



ภาพที่ 2.2 การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อสายพาน

2.1.3 การเคลื่อนที่โดยใช้ขา (legged locomotion)

หุ่นยนต์ที่ใช้ขาในการเคลื่อนที่ โดยเลียนแบบมาจากสิ่งมีชีวิต เช่น หุ่นยนต์เดินสี่ขา หรือ หุ่นยนต์เดินสองขาแสดงดังภาพที่ 2.3 ข้อดีของหุ่นยนต์ที่ใช้ขา คือหุ่นยนต์สามารถไปได้ในทุกที่ ทุกสภาพพื้นผิว สามารถที่จะก้าวข้ามผ่านสิ่งกีดขวางต่างๆได้ มีความสามารถในการเคลื่อนที่ที่ดีกว่าล้อ ส่วนข้อจำกัดคือ การเคลื่อนที่ช้า การควบคุมทำได้ยากลำบากกว่าการเคลื่อนที่แบบใช้ล้อมาก และการรักษาสมดุลเป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับหุ่นยนต์ประเภทนี้ โดยเฉพาะหุ่นยนต์ที่ใช้สองขาในการเคลื่อนที่

2.1.4 การเคลื่อนที่โดยการบิน (flight locomotion)

หุ่นยนต์ที่ใช้ปีก หรือใบพัดในการเคลื่อนที่แสดงดังภาพที่ 2.4 ข้อดีของหุ่นยนต์บินคือเคลื่อนที่รวดเร็ว สามารถเข้าไปในพื้นที่เสี่ยงภัยหรือเข้าถึงลำบากได้ ซึ่งงานส่วนใหญ่ของหุ่นยนต์

ประเภทนี้ก็คือการสำรวจ หรือการตรวจการณ์ ข้อควรระวังของหุ่นยนต์บิน เนื่องจากหุ่นยนต์บินมีระยะในการปฏิบัติงานได้ค่อนข้างไกล การควบคุมจากระยะไกลจึงเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ระบบควบคุมที่ไม่ดีพออาจทำให้เกิดความเสียหายต่อหุ่นยนต์ได้



ภาพที่ 2.3 การเคลื่อนที่โดยใช้ขา



ภาพที่ 2.4 การเคลื่อนที่โดยการบิน



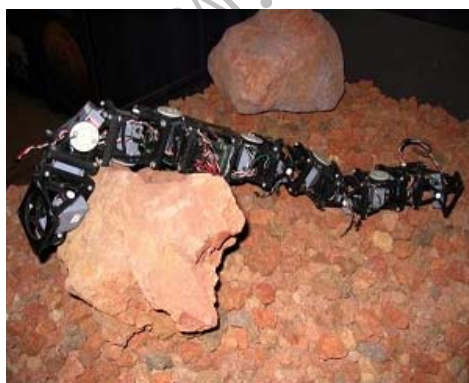
ภาพที่ 2.5 การเคลื่อนที่ใต้น้ำ

2.1.5 การเคลื่อนที่ในน้ำ (swimming locomotion)

หุ่นยนต์ที่ใช้ใบพัดหรือครีบในการเคลื่อนที่ และมีถึงอับเฉาในการควบคุมการลอยตัวของหุ่นยนต์ ซึ่งได้แก่หุ่นยนต์ปลา และหุ่นยนต์เรือดำน้ำแสดงดังภาพที่ 2.5 ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้งานสำรวจข้อควรระวังของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนที่ใต้น้ำการควบคุมนั้นไม่สามารถใช้ภาพมาใช้ในการนำทางได้ การควบคุมจึงต้องใช้อุปกรณ์ตรวจรู้อย่างอื่นมานำทางแทน เช่น ระบบการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง การควบคุมจึงต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก

2.1.6 การเคลื่อนที่ในรูปแบบอื่น (other locomotion)

หุ่นยนต์ที่ไม่ใช่ขาและล้อในการเคลื่อนที่เช่น หุ่นยนต์งูจะใช้การรวมแรงลัพธ์ที่เกิดจากการบิดเคลื่อนที่ไปมาในแต่ละข้อ ขัดกันให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ข้อดีของหุ่นยนต์ประเภทนี้คือ สามารถไปได้ในทุกสภาพพื้นผิว ขึ้นที่สูงได้ และยังมีความสามารถในการเข้าที่แคบแสดงดังภาพที่ 2.6 จึงสามารถปฏิบัติงานได้อย่างหลากหลาย และข้อดีอีกอย่างของหุ่นยนต์ประเภทนี้คือในแต่ละข้อต่อของหุ่นยนต์ที่ประกอบกันจะเหมือนกัน ดังนั้นถ้ามีบางข้อต่อที่เกิดความเสียหายขึ้น จะสามารถแทนด้วยข้อต่ออื่นได้ทันที



ภาพที่ 2.6 การเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากตัวหนึ่งในหุ่นยนต์ เนื่องจากเป็นตัวต้นกำลังในการขับเคลื่อนให้หุ่นยนต์สามารถขยับหรือเคลื่อนที่ได้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่สามารถยึดหรือหัดนั้นก็ใช้มอเตอร์เพื่อหมุนให้แขนส่วนนั้นยืดออกหรือหัดเข้า ดังนั้น มอเตอร์ไฟฟ้าจึงเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล [6-7]

2.2.1 หลักการและคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Principle)

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้น จะทำให้เกิดแรง ในตัวนำในทิศทาง

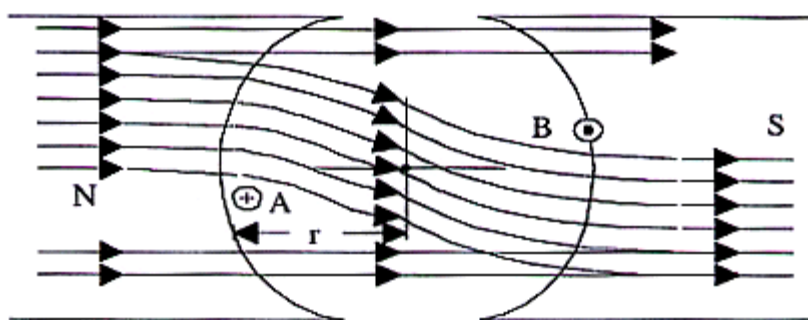
ของแรงเกิดขึ้น แรงที่เกิดขึ้นจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็ก และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ ดังนั้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์จะเกิด เส้นแรงแม่เหล็ก ขึ้นรอบๆตัวนำและเกิดการทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ทำให้เกิดแรงผลักดันบนตัวนำ จึงทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้

ภาพที่ 2.7 แสดงขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยตัวนำจะวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ r และให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B และจากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กที่ว่าเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้นปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีมากที่สุดที่ปลายด้าน A ทำให้เกิดแรงกดตัวนำ A ลงด้านล่าง และขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้นเส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่สุดที่ด้านล่างทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตัวนำ B เคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ซึ่งผลของแรงที่กระทำกับตัวนำ A และ B นี้จะทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์เกิดการหมุนได้

การกระทำของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและวางอยู่ใน สนามแม่เหล็กจะเป็นปฏิกิริยา โดยตรงกับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กความยาวของตัวนำและค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$F = Bli \quad (2-1)$$

เมื่อ	F	=	แรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำ	(N)
	B	=	ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก	(Wb/m ²)
	l	=	ความยาวของตัวนำ	(m)
	i	=	กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ	(A)

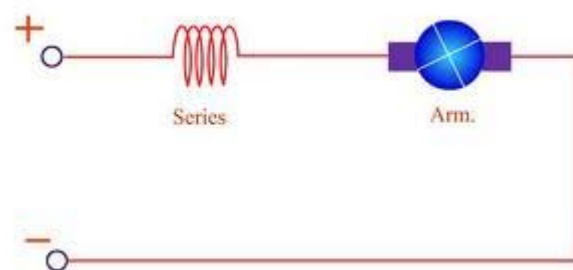


ภาพที่ 2.7 ขดลวดที่มีกระแสไหลผ่านและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมประกอบด้วย ขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและ อาร์เมเจอร์ต่อกันแบบอนุกรม ดังแสดงในภาพที่ 2.8 ถ้ามีจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์ มี

จำนวนเท่าใดทำให้ไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยจำนวนเท่ากัน ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์แปรเป็นสัดส่วนกับจำนวนโวลต์ถ้าโวลต์มากขึ้นกระแสไฟฟ้าก็มากขึ้นเมื่อโวลต์ลดลงกระแสไฟฟ้าก็จะลดลง ส่วนความเร็วรอบของอาร์เมเจอร์จะลดลงหากมีโวลต์มากขึ้นและหากหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม โดยไม่มีโวลต์ความเร็วรอบจะยิ่งหมุนเร็วขึ้นจนอาจควบคุมไม่ได้ เรียกว่าเป็น “ความเร็ววิงหนี” (Runaway Speed) ซึ่งเป็นอันตรายมาก เพราะจะเกิดแรงเหวี่ยงจำนวนมากภายในอาร์เมเจอร์ ซึ่งจะทำให้อาร์เมเจอร์เกิดการชำรุดได้ ด้วยเหตุนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต้องไม่หมุนโดยไม่มีโวลต์

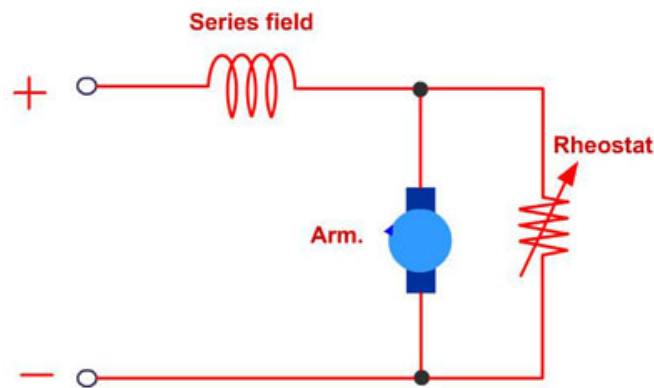


ภาพที่ 2.8 วงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานนั้นจะประกอบด้วยขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและอาร์เมเจอร์ต่อขนานกันอยู่ วงจรแสดงดังภาพที่ 2.9 แต่ปกติจะมีตัวต้านทานช่วยในการเริ่มหมุน (Starting Resistor) ที่อยู่ในวงจรซึ่งต่ออยู่กับอาร์เมเจอร์ เพื่อช่วยในการเริ่มหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดขนานโดยแรงบิดมีค่าเป็นสัดส่วนกับความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ในขณะที่เริ่มหมุน จะต้องให้ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าให้มากที่สุด ทำได้โดยทำให้ความต้านทานในวงจรขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าต่ำสุดเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสเริ่มหมุนต้องเพิ่มค่าความต้านทานเพื่อลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าลงเป็นผลทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าก็ลดลงด้วย แรงบิดก็จะลดลง แต่ไม่นานปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์เพิ่มมากขึ้น ทำให้แรงบิดเกิดมากขึ้นด้วย แรงบิดที่เกิดขึ้นจะมีมากกว่าโวลต์ทำให้สามารถขับโวลต์ได้ จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีมากเกินไป เกิดความสูญเสียกำลังไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น ลวดที่ใช้พันขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้ลวดที่มีขนาดเล็ก แต่ต้องพันจำนวนรอบไว้มากแทนจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขณะที่โวลต์กำลังเริ่มขับกับขณะขับโวลต์เต็มที่จะมีค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งความเร็วรอบของอาร์เมเจอร์ขึ้นอยู่กับอำนาจของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน ณ สภาวะโวลต์ต่างๆ จึงค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากมาย หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ทุกสภาวะของโวลต์ ฉะนั้นแม้จะไม่มีโวลต์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานนั้นก็จะมีไม่หมุนเร็วมาก

เกินไป แรงบิดที่ได้จะได้มาจาก 2 ทาง คือขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาเมเจอร์จะเกิดแรงบิดขับในขณะเริ่มหมุนต่ำกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

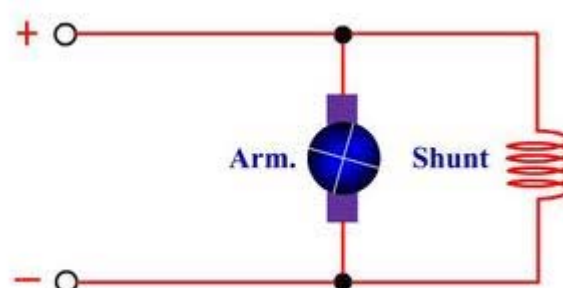


ภาพที่ 2.9 วงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

2.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดผสม จะแบ่งขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งต่ออนุกรมกับอาเมเจอร์และส่วนที่สองต่อขนานกับวงจรภายใน มีวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานผสมกันอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 2.10

ด้วยข้อกำหนดทางปฏิบัติในการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถกำหนดลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดนั้นๆ ได้ตามต้องการ ถ้าต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงานหนักเกินไปควรใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อแบบขนานเพราะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานถูกสร้างมาเพื่อการทำงานที่หนักมากกว่า และในทางตรงกันข้ามถ้าต้องการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงานตามปกติควรต่อแบบอนุกรม เพราะวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมถูกสร้างให้มีบทบาทหรือการทำงานแบบนี้มากกว่า



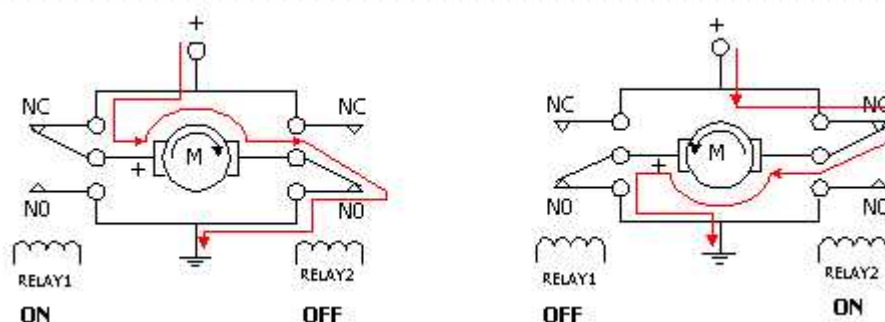
ภาพที่ 2.10 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

2.2.5 ลักษณะงานที่นิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีดังนี้

- 2.2.5.1 งานที่ต้องใช้ค่าความเร็วรอบต่ำสุด และ สูงสุด ที่แตกต่างกันได้มาก งานที่ต้องใช้พิสัย (Range) ความเร็วรอบกว้างและสามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ
- 2.2.5.2 งานที่ต้องการขับเคลื่อน ปริมาณแรงบิดคงที่หรือปรับค่าได้หรือสามารถทำได้ ทั้งสองอย่างพร้อมกัน
- 2.2.5.3 งานที่ต้องการแรง ลดความเร็วรอบได้เร็ว หรือกลับทางหมุนได้เร็ว
- 2.2.5.4 งานที่ต้องการควบคุมความเร็วรอบได้ละเอียด ใกล้เคียงความต้องการได้มากที่สุดและเร็วที่สุด

2.2.6 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (DC motor)

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจรที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์ นั้นสามารถใช้รีเลย์ต่อวงจรสวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลัง เช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่จะใช้ จากภาพที่ 2.11 เป็นการใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่น ให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา

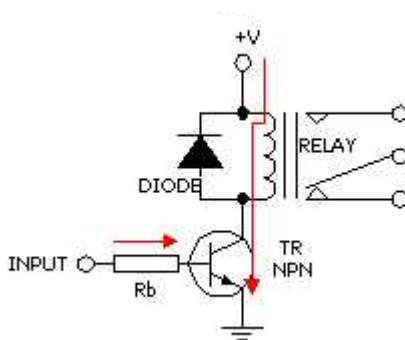


ภาพที่ 2.11 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

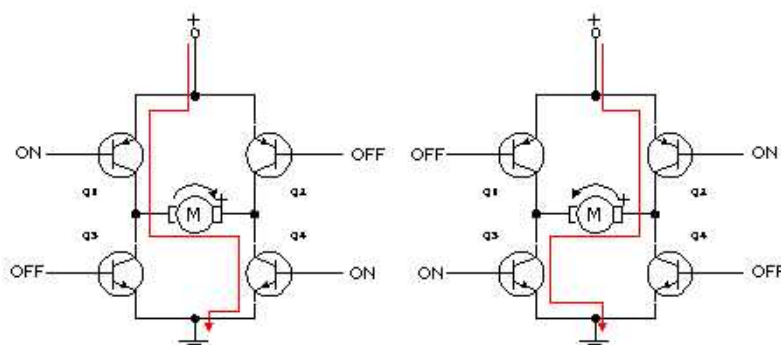
วงจรขับรีเลย์ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใส่ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์ เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับ

ขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

วงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ในภาพที่ 2.13 จะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลังจำนวน 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์ กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย ส่วนภาพที่ 2.14 แสดงบอร์ดขับมอเตอร์ดีซีแบบ H-Bridge ที่นิยมใช้กัน



ภาพที่ 2.12 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

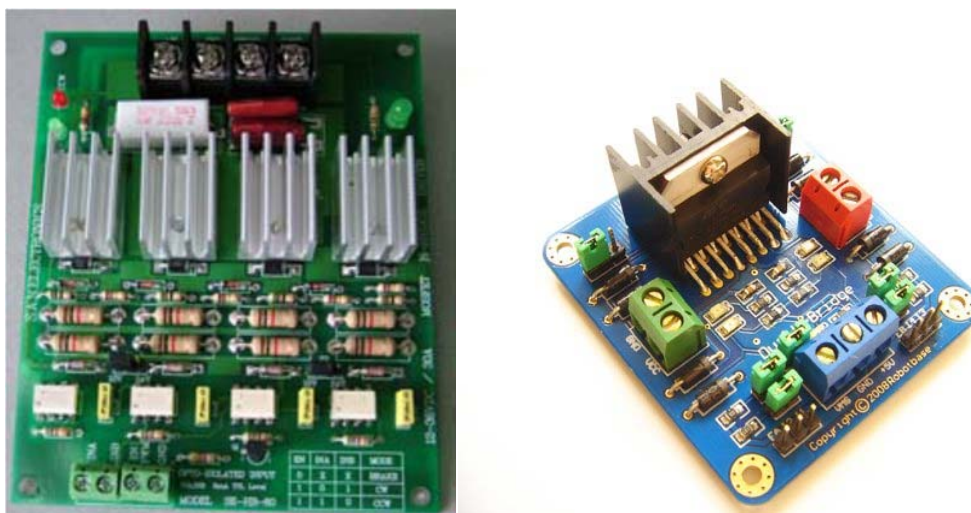


ภาพที่ 2.13 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

2.2.7 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นจึง

เลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

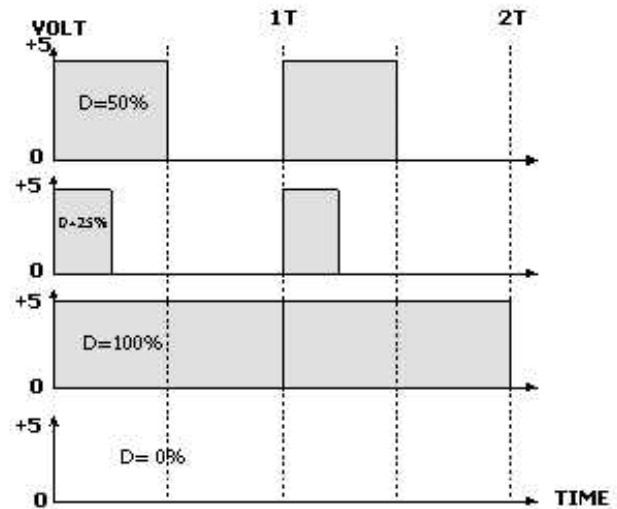
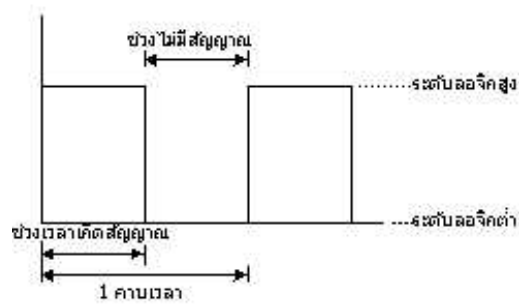


ภาพที่ 2.14 บอร์ดขับมอเตอร์ดีซีแบบ H-Bridge

2.2.8 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิลคือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์ จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย แสดงดังรูปที่ 2.15 ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าดิวตี้ไซเคิล} = \left(\frac{\text{ช่วงของสัญญาณพัลส์}}{\text{คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ}} \right) \times 100 \% \quad (2-2)$$



ภาพที่ 2.15 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดีวตีไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่

2.2.9 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (Motor Efficiency : η)

กำลังไฟฟ้าด้านอินพุตของมอเตอร์เป็นพลังงานไฟฟ้าและเอาต์พุตจะเป็นพลังงานทางกล การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดขึ้นในอาเมเจอร์ก็คือ การเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล นั่นเอง เมื่อเป็นเช่นนี้เราสามารถหาประสิทธิภาพของมอเตอร์ด้วยการเปรียบเทียบกำลังงานด้านอินพุตและเอาต์พุตด้วยการพิจารณากำลังสูญเสียในมอเตอร์ ดังสมการ

$$\% \eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100 = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (2-3)$$

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์

P_{in} คือ กำลังไฟฟ้าด้านอินพุต

P_{loss} คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในมอเตอร์

P_{out} คือ กำลังไฟฟ้าด้านเอาต์พุต

2.2.10 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของมอเตอร์กระแสตรง

2.2.10.1 ข้อดีของมอเตอร์กระแสตรง

- 1) มีคุณสมบัติเหมาะสมในการควบคุมอัตราความเร็วของการขับเคลื่อน โดยมีพิสัยของอัตราความเร็วกว้างมาก ซึ่งสามารถเพิ่มอัตราเร็วให้ต่ำกว่าอัตราเร็วปกติ
- 2) มีแรงหมุนขณะ Start สูงมาก ซึ่งเหมาะสมกับงานยกของ ชักลากและขับเคลื่อน

- 3) วิธีการควบคุมของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงง่ายกว่า เรียบร้อยกว่า และนุ่มนวลกว่า
มอเตอร์กระแสสลับที่ทำงานลักษณะคล้ายกัน

2.2.10.2 ข้อเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

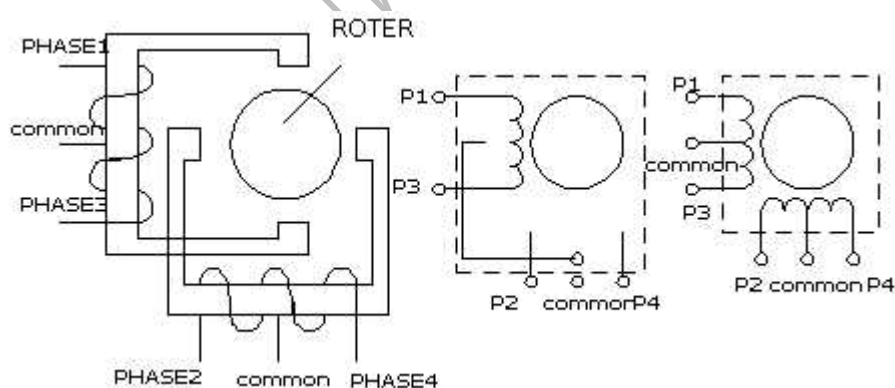
- 1) ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงไว้ให้เป็นพิเศษ
- 2) สำหรับขนาดของแรงม้าเท่ากัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขนาดใหญ่กว่าและมี
ราคาแพงกว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2.11 สเตปปี้งมอเตอร์ (Stepping motor)

สเตปปี้งมอเตอร์เป็นมอเตอร์อย่างหนึ่งที่สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเตปปี้งมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้น ขั้นละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเตปปี้งมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเตปปี้งมอเตอร์จะแตกต่างจาก มอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC motor) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ปๆ ได้ ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วน ใหญ่เราจะใช้สเตปปี้งมอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิทัล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดรฟ์ (Disk drive) ฯลฯ

ข้อดีของสเตปปี้งมอเตอร์

1. การควบคุมไม่ต้องอาศัยตัวตรวจจับการหมุน
2. ไม่ต้องใช้แปรงถ่าน ดังนั้นจึงทำให้ไม่มีส่วนที่จะต้องสึกหรอ และปัญหาของการสปาร์คที่เกิดจาก
หน้าสัมผัสของแปรงถ่านแหวนตัวนำในโรเตอร์ ที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน
3. การควบคุมโดยทางวงจรดิจิทัลหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก

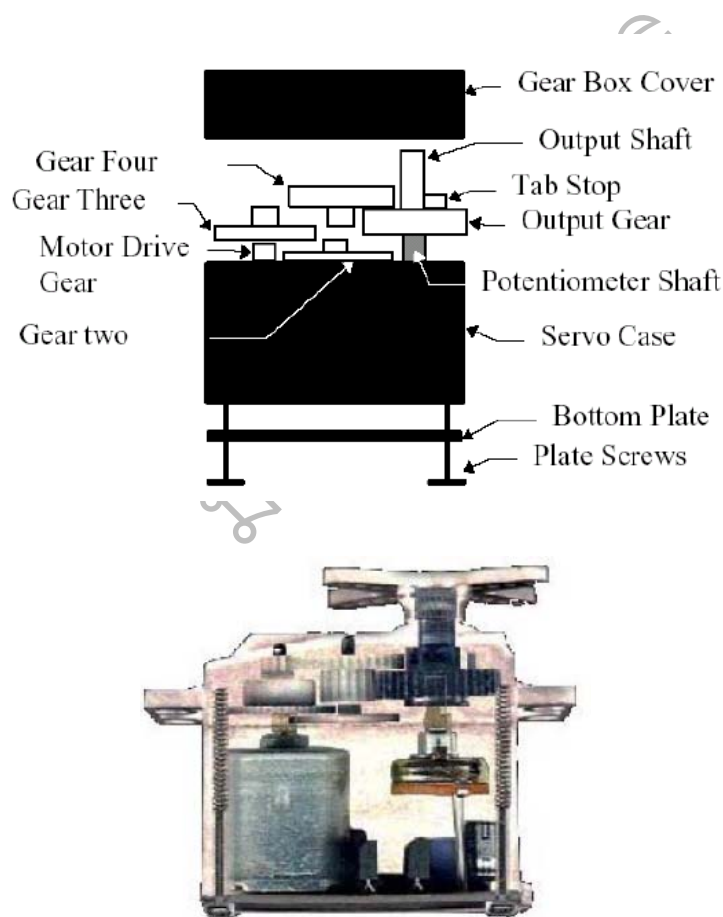


ภาพที่ 2.16 สเตปปี้งมอเตอร์ 4 เฟสแบบยูนิโพลาร์

2.2.12 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบร่วมกับชุดเกียร์ และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้เป็นโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสายไฟสำหรับต่อใช้งาน 3 เส้นด้วยกันคือ สายสัญญาณควบคุม 1 เส้น และ สายแหล่งจ่ายไฟ 2 เส้นซึ่งเป็นสายไฟบวกและสายกราวนด์ ส่วนประกอบต่างๆ ของเซอร์โวมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.17

เซอร์โวมอเตอร์สามารถถูกควบคุมให้หมุนไปทางซ้ายหรือไปทางขวาได้จาก + 90 องศา - 90 องศา (180 องศา) โดยสามารถสั่งงานในการหมุนให้หมุนไปได้ตามองศาต่างๆ ที่ต้องการ ได้ด้วยตัวของ เซอร์โวมอเตอร์เอง โดยการป้อนสัญญาณความกว้างของพัลส์ หรือ Pulse width modulation (PWM) ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งจะได้ทิศทางการหมุนและตำแหน่งของการหมุนตามที่ต้องการเช่น ต้องการหมุน 1 องศา หรือ 15 องศา ก็ได้ ซึ่งไม่ต้องมีส่วนควบคุม หรือ sensor ใดๆ กลับมาตรวจสอบอีกทำให้ง่าย และสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ เซอร์โวมอเตอร์สามารถใช้งานกับ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 4 - 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ทำให้มอเตอร์ หมุนได้ องศา และสามารถปรับแต่ง 180 ให้เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้รอบตัวหรือ 360 องศา ได้



ภาพที่ 2.17 ส่วนประกอบต่างๆ ของ Servo motor

ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา, ให้แรงบิดสูง, กินพลังงานน้อย และสามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ (Driver) อื่นๆ เพิ่ม เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์นี้สามารถควบคุมให้หมุนไปใน ตำแหน่ง หรือ ทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ ที่ป้อนให้มอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้ แค่เพียงในช่วงประมาณ 180° หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น หรือ บางรุ่นอาจหมุนได้ถึง 210° แต่จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น เซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับตัวต้านทานปรับค่าได้ แต่ถ้าหากเราต้องการให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบ (360°) นั้นก็สามารถทำได้ โดยจะต้องทำการปรับแต่ง (Modify) ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์

2.3 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)

ระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN : Wireless Local Area Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัวมาก ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายแลนใช้สายแบบดั้งเดิม โดยการใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และ คลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความ ต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่าง เหมือนกับระบบ LAN แบบใช้สายที่สำคัญก็คือ การที่มันไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สาย ที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันนี้ โลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสาร เทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ความต้องการข้อมูลและการบริการต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้น มีมากมาย เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากและ ผู้ที่น่าจะได้ประโยชน์จากการใช้ ระบบเครือข่ายไร้สาย มีมากมายไม่ว่าจะเป็น

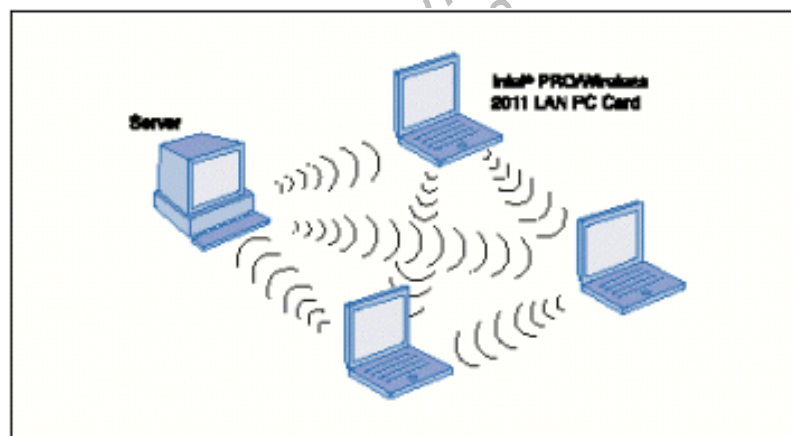
- หมอหรือพยาบาลในโรงพยาบาล เพราะสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมารักษาผู้ป่วยได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายไร้สายได้ทันที
- นักศึกษาในมหาวิทยาลัยก็สามารถใช้งานโน้ตบุ๊กเพื่อค้นคว้าข้อมูลในห้องสมุดของมหาวิทยาลัย หรือใช้อินเทอร์เน็ต จากสนามหญ้าในมหาวิทยาลัยได้
- นักธุรกิจที่มีความจำเป็นต้องใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์นอกสถานที่ที่ทำงานปกติ ไม่จำเป็นการนำเสนองานยังบริษัทลูกค้า หรือการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ติดตัวไปงานประชุมสัมมนา

ต่างๆ บุคคลเหล่านี้มีความจำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กรซึ่งอยู่ห่างออกไปหรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะ เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายจึงน่าจะอำนวยความสะดวกให้กับบุคคลเหล่านี้ได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการเปิดให้บริการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย ตามสนามบินใหญ่ทั่วโลก และนำมาใช้งานแพร่หลายในห้างสรรพสินค้า และโรงแรมต่างๆ แล้ว

ระบบเครือข่ายไร้สาย เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนัก และมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่น่าสนใจที่สุดของเครือข่ายไร้สายก็คือ ความสะดวกสบายที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

2.3.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

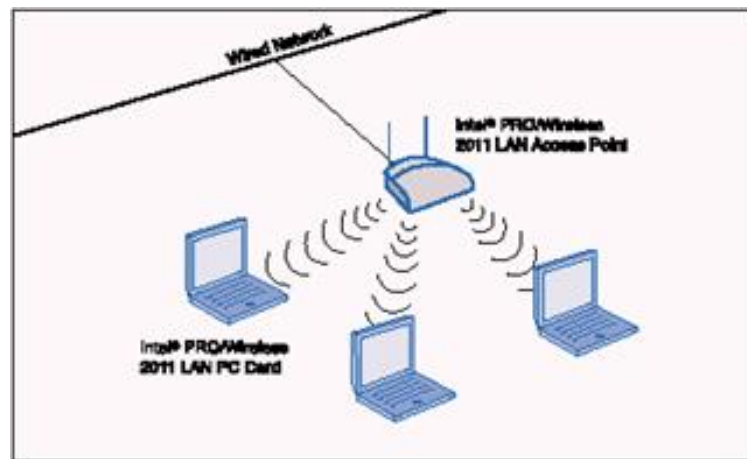
2.3.1.1 แบบ Peer-to-peer (ad-hoc mode) เป็นการเชื่อมต่อระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่านั้นดังภาพที่ 2.18 เป็นการใช้งานร่วมกันของ wireless adapter cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกันสามารถทำงานของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้ เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความรวดเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม, หรือการประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่



ภาพที่ 2.18 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-peer (ad-hoc mode)

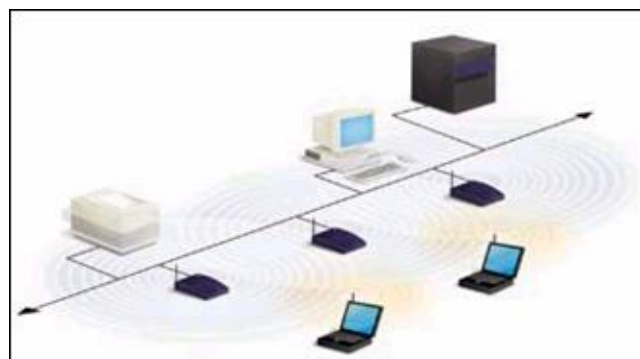
2.3.1.2 แบบ Client/server (Infrastructure mode) เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย Access Point (AP) หรือเรียกว่า “Hot spot” ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-

ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ ดังภาพที่ 2.19 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็นเครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่าน AP เท่านั้น ซึ่ง AP 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15 - 50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิต, ห้องสมุด หรือในห้องประชุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น



ภาพที่ 2.19 การเชื่อมต่อแบบ Client/server (Infrastructure mode)

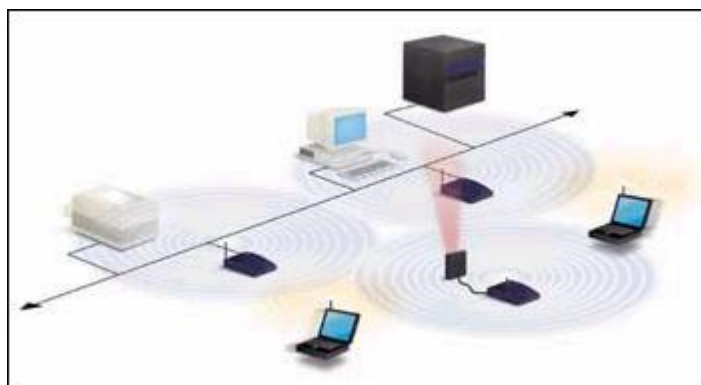
2.3.1.3 แบบ Multiple access points and roaming โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point ของเครือข่ายไร้สายจะอยู่ในรัศมีประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000 ฟุต ภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้าง มากๆ เช่น คลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึงดังภาพที่ 2.20



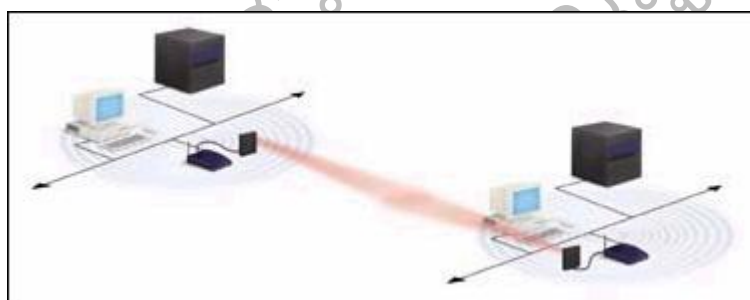
ภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อแบบ Multiple access points and roaming

2.3.1.4 แบบ Use of an Extension Point เป็นการใช้ตัว Extension Points ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณแสดงดังภาพที่ 2.21

2.3.1.5 แบบ The Use of Directional Antennas ระบบแลนไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกันดังภาพที่ 2.22 โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน



ภาพที่ 2.21 การเชื่อมต่อแบบ Use of an Extension Point



ภาพที่ 2.22 การเชื่อมต่อแบบ The Use of Directional Antennas

2.3.2 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย

2.3.2.1 Mobility improves productivity & service มีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อ กับเครือข่ายตลอดเวลา ตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล

2.3.2.2 Installation speed and simplicity สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิล และไม่รกรุงรัง

2.3.2.3 Installation flexibility สามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย เพราะเพียงแค่มี พืชีการเชื่อมต่อเข้ากับโน้ตบุ๊ก หรือพีซี ก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที

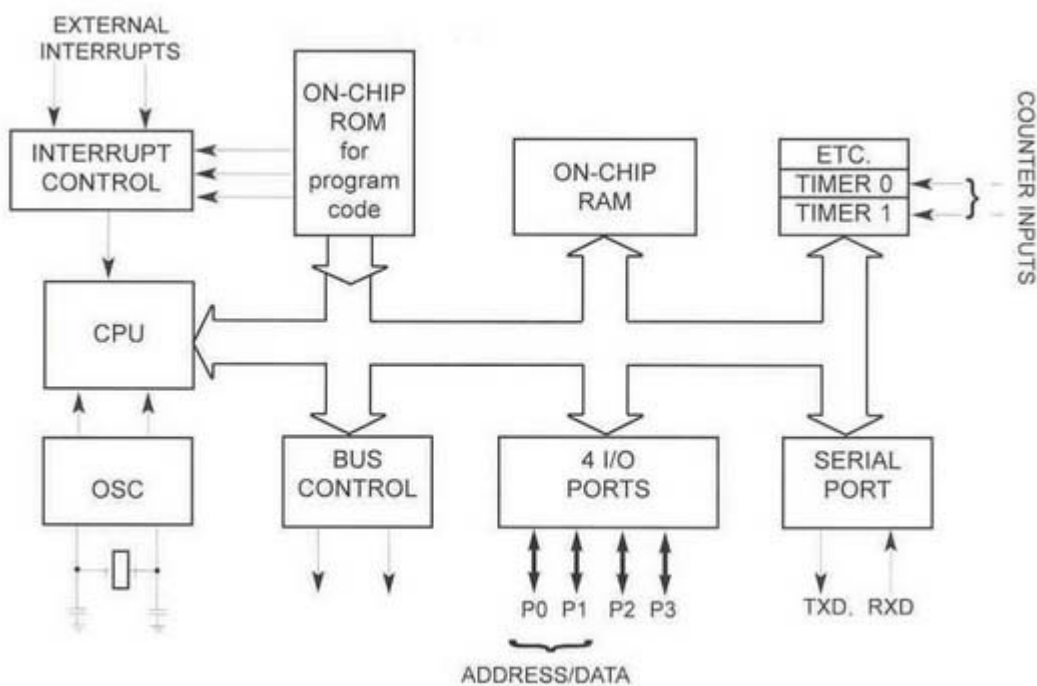
2.3.2.4 Reduced cost- of-ownership ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูง เพราะในระยะยาวแล้ว ระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษา และการขยายเครือข่ายก็ลงทุนน้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องด้วยความง่ายในการติดตั้ง

2.3.2.5 Scalability เครือข่ายไร้สายทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่ายไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งาน โดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด เช่น ระหว่างตึก

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ปัจจุบันการพัฒนาและการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำที่นำไปสร้างเป็นไอซีมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นและมีเทคโนโลยีที่เกิดจากการผลิตของบริษัทต่างๆ ซึ่งส่งผลให้การผลิตชิปไอซีมีขนาดที่เล็กลง แต่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติต่างๆมากขึ้นไอซีที่ถูกสร้างเป็นแบบ LSI (Large Scale Integrate Circuit) เป็นเทคโนโลยีการสร้างโดยการนำเอาทรานซิสเตอร์จำนวนมากมาสร้างเป็นไอซีดิจิทัลที่ซับซ้อนโดยทำขึ้นเพื่อหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลข้อมูลหรือเรียกว่าไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ที่มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำที่เป็นแบบแรม หรือแบบรอม หรืออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอินพุต และเอาต์พุตต้องมีอุปกรณ์อื่นๆ ร่วมด้วย เพื่อทำหน้าที่เลือกอุปกรณ์ในการติดต่อ หรือวงจรถอดรหัส (Decoder) ซึ่งสามารถทำงานได้ภายใต้การควบคุมของโปรแกรม ในการนำไมโครโพรเซสเซอร์มาเป็นตัวประมวลผลกลางมีหน่วยความจำแบบแรม พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต เราเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในงานควบคุมขนาดเล็ก และอาจต้องใช้เนื้อที่มาก ในการออกแบบ ดังนั้น การพัฒนาด้านเทคโนโลยีในการสร้างชิป จึงมีการรวบรวมคุณสมบัติที่ต้องการใช้งานมาอยู่ในตัวเดียวกันคือมีองค์ประกอบเกือบทุกอย่างของคอมพิวเตอร์อยู่ในตัวไอซี ที่เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิปเดี่ยวประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น หน่วยประมวลผลกลางขนาดเล็ก (8 บิต-16 บิต) และหน่วยประมวลผล ที่สามารถเข้าข้อมูลแบบบิต หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานแบบแรมขนาด 128 ไบต์ และบรรจุหน่วยความจำโปรแกรมประเภทรอม (บางเบอร์) สามารถใช้งานให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ วงจร Counter/Timer ที่อยู่ภายใน สามารถต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เช่น คริสตอล (Crystal) และตัวเก็บประจุก็สามารถใช้งานได้เป็นต้น เรียกกันทั่วไปว่า ไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ดังภาพที่ 2.23 ซึ่งแสดงแผนผังอุปกรณ์ที่มีใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นเมื่อต้องการใช้งานควบคุมขนาดเล็ก เช่น เต้าไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่นวีดีโอเทปและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จึงนิยมนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน เพราะมีทุกอย่างพร้อมในตัวเดียวกัน ประกอบกับมีขนาดที่เล็กอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อร่วมมีน้อยและเหมาะสำหรับใช้งานในการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี จึงพบว่าอุปกรณ์บางส่วนที่นำมาควบคุมในเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบวัดคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ โครงการในวารสารต่างๆ จะนำเสนอในรูปแบบของไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีบริษัทต่างๆ ที่ผลิตออกมาแข่งขันด้านคุณสมบัติ และการใช้งานกันในตลาด อาทิเช่น Intel, Atmel, Microchip, Motorola ส่วนทางด้านการศึกษาและการเรียนรู้ นั้น มีการพัฒนาทางด้านการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยบริษัทต่างๆ แข่งขันกัน เพื่อสร้างชุดฝึกตอบสนองต่อความต้องการเรียนรู้ ความสะดวกในการสร้างชุดทดลองของนักศึกษาและ ผู้ที่สนใจ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงถูกเลือกใช้ในการทดลองด้วยเหตุผลในการใช้อุปกรณ์ที่ต่อ ร่วมในวงจรน้อยชิ้น ราคาถูก หาแหล่งข้อมูลได้ง่าย มีการพัฒนาประสิทธิภาพในการประมวลผล เทียบเท่าไมโครโพรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต -16 บิต และ ใช้ในการพัฒนากับงานที่ไม่ต้องการความ ซับซ้อนซึ่งจะทำให้มีความสะดวกมากขึ้น ปัจจุบันมีไอซีของสองตระกูลที่นิยมใช้ในงานออกแบบและ สำหรับในการเรียนการสอนในสถาบันหลายแห่ง คือ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Microchip ตระกูล 16FXXX และไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จากหลายบริษัทที่ผลิตออกมา มากมายหลายเบอร์ แต่คำสั่งจะใกล้เคียงกัน ดังนั้นการทดลองจึงเลือกใช้งานไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ ของตระกูล MCS-51 ด้วยเหตุผลเพราะมีข้อมูล และตัวอย่างที่หลากหลายหามาใช้งานได้ง่าย



ภาพที่ 2.23 แผนผังของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5 กล้องถ่ายภาพ

กล้องถ่ายภาพ หรือ กล้องถ่ายรูป เป็นอุปกรณ์บันทึกแสงที่สะท้อนจากวัตถุผ่านเลนส์ของกล้อง เป็นการจำลองภาพทางแสงให้บันทึกลงบนวัสดุไวแสง (ฟิล์มถ่ายภาพประเภทต่าง ๆ และ/หรือตัวรับ

ภาพ - Image Sensor) บันทึกเป็นภาพแผ่นวัสดุไวแสง ก่อนนำไปผ่านกระบวนการล้างให้เป็นภาพถ่ายถาวร ส่วนการถ่ายภาพ คือ การสร้างภาพเพื่อสื่อความหมาย ความรู้สึก อารมณ์ รวมทั้งทัศนคติ โดยใช้กระบวนการที่ปล่อยให้แสงสว่างสะท้อนมาจากวัตถุผ่านเข้าไปกระทบกับวัสดุไวแสง แล้วจึงนำวัสดุไวแสงไปผ่านกระบวนการสร้างภาพให้ปรากฏ

กล้องถ่ายภาพดิจิทัลสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ที่เป็นที่นิยมโดยทั่วไป ประเภทแรกคือ **กล้องดิจิทัลคอมแพค** ซึ่งกล้องประเภทนี้ เป็นกล้องที่มีราคาถูก และมีขนาดเล็ก กลไกการทำงานก็ไม่ซับซ้อน และหลายรุ่นที่ขายในไทยก็มีเมนูภาษาไทยด้วย รวมถึงฟังก์ชันการใช้งานแบบสำเร็จรูปที่เพียบพร้อม ส่วนประเภทที่สอง คือ **กล้องดิจิทัล DSLR** เป็นกล้องขนาดใหญ่ ที่ส่วนใหญ่แล้วช่างภาพมืออาชีพเลือกใช้กล้องประเภทนี้ เพราะมีความยืดหยุ่นในการถ่ายภาพที่ดีกว่า สามารถตั้งค่าต่างๆ ได้เอง โฟกัสได้แบบ Manual Focus หรือ ปรับโฟกัสได้โดยตรง และเปลี่ยนเลนส์ได้ตามต้องการ ภาพตัวอย่างกล้องแสดงดังภาพด้านล่าง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.24 ตัวอย่างกล้องดิจิทัลแบบคอมแพค (ก) และ กล้องดิจิทัลแบบ DSLR (ข) [9]

กล้องถ่ายภาพ จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1 เลนส์ถ่ายภาพ
- 2 ตัวกล้อง
- 3 ตัวรับภาพ (Image sensor)
- 4 ไดอะแฟรม
- 5 ชัตเตอร์
- 6 ช่องมองภาพ
- 7 แฟลช

2.5.1 เลนส์ถ่ายภาพ คือวัตถุที่ทำจากแก้วชนิดที่มีลักษณะกลมในกล้องถ่ายภาพ เลนส์ทำหน้าที่รับภาพและรับแสงจากภายนอกตัวกล้องไปยังวัสดุไวแสง

2.5.2 ตัวกล้อง เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในการถ่ายภาพ ตัวกล้องจะมีลักษณะเป็นกล่องภายในสีดำปิดมิดชิดเพื่อป้องกันแสงกระทบกับฟิล์ม ตัวกล้องอาจทำด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็งซึ่งแต่ละบริษัทใช้ผลิตออกมาจำหน่าย ภายในตัวกล้องจะมีกลไกต่างๆ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานร่วมกันในการบันทึกภาพ กล้องบางรุ่นอาจเป็นระบบกลไก บางรุ่นอาจเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ หรือบางรุ่นอาจเป็นระบบดิจิทัลเพื่ออำนวยความสะดวกในการถ่ายภาพ

2.5.3 ตัวรับภาพ หรือ เซนเซอร์ของกล้องทั่วๆ ไปจะมีอยู่ 2 ชนิด นั่นก็คือ CCD กับ CMOS

- กล้องที่ใช้ CCD นั้นจะมีราคาสูง ให้ภาพที่คมชัด แต่สัญญาณรบกวนเยอะกว่า CMOS และมีกลไกการทำงานที่ซับซ้อน กินพลังงานมากหน่อย

- กล้องที่ใช้ CMOS จะให้ภาพสีดีกว่าภาพที่ได้จากกล้องที่ใช้ CCD เป็นเซนเซอร์ แต่ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่พัฒนาจนแก้ไขข้อเสียต่างๆ ในเซนเซอร์ชนิดนี้ได้แล้ว กล้องตัวนี้จะมีราคาถูกกว่ากล้องแบบ CCD พอสมควร การทำงานไม่ซับซ้อน กินไฟต่ำ

2.5.4 ไดอะแฟรม หรือ รูรับแสง

ในตัวเลนส์ของกล้องถ่ายภาพ จะมีที่ควบคุมปริมาณของแสง ให้แสงผ่านเลนส์ไปยังฟิล์มได้มากหรือน้อย ตามความต้องการเรียกว่าไดอะแฟรม ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะสีดำบางๆ หลายๆ แผ่นเรียงซ้อนกันเป็นกลีบ มีช่องตรงกลาง สามารถปรับให้กว้างหรือแคบได้ เรียกว่า ช่องรับแสง (Aperture) การปรับขนาดช่องรับแสงให้หมุนวงแหวนที่ขอบนอกของเลนส์ ซึ่งจะมีตัวเลขแสดงค่าความกว้างหรือแคบ ได้แก่ 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22 เป็นต้น เรียกตัวเลขเหล่านี้ว่า เลขเอฟ (f-number) หรือ เอฟสตอป (f-stop) ตัวเลขที่มีค่าน้อยเช่น 1.4 ช่องรับแสงจะเปิดกว้าง แสงผ่านเข้าไปได้มาก และตัวเลขที่มีค่ามาก เช่น 22 ช่องรับแสงจะเปิดแคบ แสงผ่านเข้าไปได้น้อย การปรับค่าของตัวเลขเอฟจากตัวเลขตัวหนึ่งไปยังเลขเอฟอีกตัวหนึ่ง เช่น เมื่อลดสตอปจาก f/11 เป็น f/8 ปริมาณความเข้มของการส่องสว่างบนฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของขนาดเอฟสตอปเดิมคือ f/11 เป็นต้น

2.5.4.1 Aspect Ratio ก็คือ อัตราส่วนส่วนของภาพ เช่น 3:2 4:3 และ 16:9

- 3:2 ภาพถ่ายแบบที่พิมพ์ใส่กระดาษโฟโต้ ที่ไปอัดรูปตามร้าน
- 4:3 เป็นภาพแบบสี่เหลี่ยม ที่เปิดบนจอ แบบสี่เหลี่ยมได้พอดีๆ
- 16:9 ภาพแบบแนวนอน สำหรับจอ widescreen หรือแบบ HD นั่นเอง

2.5.5 ชัตเตอร์ (Shutter)

ชัตเตอร์หรือความเร็วชัตเตอร์ (Shutter speed) เป็นกลไกอัตโนมัติที่ใช้สำหรับเปิดและปิดทางที่แสงจะผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับฟิล์มตามเวลาที่กำหนด ความเร็วในการเปิดและปิดชัตเตอร์คือเวลาที่ฉายแสง (Exposure time) นั่นเอง ซึ่งคิดเป็นเศษส่วนของวินาทีดังนี้ 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000 แต่ตัวเลขที่ปรากฏในวงแหวนที่

ขอบนอกของเลนส์ จะบอกค่าความเร็วของชัตเตอร์ไว้เฉพาะตัวเลขที่เป็นส่วนคือ 1 , 2 , 4 , 8 , 16 , 30 , 60 , 125 , 250 , 500 , 1000 , 2000 ตัวเลขที่มีค่าน้อย ชัตเตอร์จะเปิดนานแสงจะเข้าไปในกล้องได้มาก ส่วนตัวเลขที่มีค่ามากชัตเตอร์จะเปิดแล้วปิดเร็ว แสงจะเข้าไปในกล้องได้น้อย เช่น ถ้าตั้งความเร็วชัตเตอร์ที่ 1 แสงจะเข้าไปในทำปฏิกิริยากับฟิล์มนาน 1 วินาที และถ้าตั้งที่ 250 ชัตเตอร์จะเปิดให้แสงผ่านเป็นเวลา 1/250 วินาที ซึ่งชัตเตอร์จะเปิดและปิดเร็วมาก สำหรับในกล้องถ่ายภาพแบบง่ายๆ ทั่วไปจะมีความเร็วชัตเตอร์กำหนดไว้เพียงระดับเดียวคือประมาณ 1/60 วินาที แต่ในกล้องถ่ายภาพที่มีราคาสูง จะมีความเร็วของชัตเตอร์ที่ปรับได้ตามตัวเลขที่กล่าวมาแล้ว

การตั้งความเร็วชัตเตอร์ จะต้องตั้งให้พอดีกับตัวเลขที่กำหนดความเร็วชัตเตอร์ การเพิ่มหรือลดความเร็วชัตเตอร์ ของตัวเลขที่อยู่ใกล้กันจะมีผลต่อการเพิ่มหรือลดความเร็วของชัตเตอร์เป็น 2 เท่าของกันและกัน เช่น จากความเร็วชัตเตอร์ 1/30 เป็น 1/15 ก็จะช้าลงเป็น 2 เท่าตัว ถ้าตั้งเป็น 1/200 ก็จะสามารถถ่ายภาพคนกระโดดนอยตัวอยู่กลางอากาศได้ และถ้าตั้งเป็น 1/1000 ก็จะถ่ายพดลที่กำลังหมุนให้หยุดนิ่งได้ ส่วนถ้าปรับน้อยๆ จะเหมาะกับพวกถ่ายภาพพรุ่ ถ่ายภาพน้ำตก และถ่ายภาพตอนกลางคืน และควรใช้ขาตั้งกล้องด้วย

2.5.6 ช่องมองภาพ จะใช้มองดูว่ามุมมองภาพที่ได้จากกล้องเป็นอย่างไร ช่องมองภาพสามารถเรียกว่าช่องมองภาพออฟติคัล จะถูกออกแบบให้สัมพันธ์กับทางยาวโฟกัสของเลนส์ทุกช่วงซูม และยังคงดูภาพจากจอมอนิเตอร์แบบ LCD ทางด้านหลังได้ด้วย ทำให้ผู้ใช้นิยมดูภาพจากมอนิเตอร์แทน เช่น การถ่ายภาพมาโครระยะใกล้ๆ ซึ่งจะให้มุมภาพที่ถูกต้องตามความเป็นจริง ถ้าถ่ายภาพไกลๆ ประมาณ 5 เมตรขึ้นไป ให้ดูจากช่องมองภาพ แบบออฟติคัลแทน

2.5.7 แฟลชจะเป็นตัวเพิ่มแสงในกรณีที่ภาพมืดเกินไป จนอาจจะทำให้เกิดการสั่นไหวของภาพ แต่การใช้แฟลชจะทำให้ อุณหภูมิสีของภาพ เปลี่ยนแปลงไป ในกล้องดิจิตอลคอมแพค จะตั้งค่าแฟลชอัตโนมัติ

2.5.8 การชดเชยแสง (ISO)

ในสภาพแสงปกติ มักจะตั้งเป็น 100 แต่เมื่อใดที่อยู่สภาพแสงน้อย เวลาถ่ายรูป ภาพที่ได้ก็จะสั่น เบลอ จึงต้องเพิ่มค่า ISO ขึ้นมาเพื่อช่วยในส่วนนี้ แต่สำหรับกล้องคอมแพค การเพิ่มขึ้นแม้จะเพียงแค่ 400 ก็ให้เห็น Noise ได้อย่างชัดเจน แต่ก็สามารถใช้ไฟจากแฟลชช่วยเพื่อลด noise

2.5.9 การโฟกัสของกล้อง

สำหรับ กล้องคอมแพคส่วนใหญ่จะมีแค่ AF หรือ ออโต้โฟกัส โดยเป้าสี่เหลี่ยมตรงกลางจอภาพจะเป็นจุดอ้างอิงให้ชัดที่สุด หรือก็คือใช้เป็นจุดวัดแสงด้วย ส่วน DSLR จะสามารถ MF หรือ ปรับโฟกัสโดยตรง โดยหมุนที่เลนส์ได้ ช่วยให้ถ่ายวัตถุเล็กๆ ได้ดี และยังมีจุดโฟกัสที่มากถึง 9 จุด ในขณะที่ กล้องคอมแพคส่วนใหญ่จะมี 1 – 4 จุด

บทที่ 3

การออกแบบ

ส่วนของการออกแบบนี้จะกล่าวถึงส่วนที่เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้และเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ที่เลือกมาประกอบให้กับหุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจนี้ เพื่อให้ได้หุ่นยนต์ตามวัตถุประสงค์และสามารถควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวขรุขระได้ ลำดับการนำเสนอเป็นดังนี้

- การเคลื่อนที่
- ตัวควบคุม
- การป้องกันตัวเองและหลบหลีกสิ่งกีดขวาง
- การถ่ายภาพ

3.1 การเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้ การเลือกลักษณะขององค์ประกอบสำหรับขับเคลื่อนนั้นขึ้นกับสภาพงานที่จะนำหุ่นยนต์ตัวนั้นไปใช้งาน ในโครงงานนี้จะมุ่งเน้นให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระได้ ซึ่งสภาพของพื้นผิวลักษณะนี้มักจะเป็นสภาพภายนอกอาคาร ในการพิจารณาการออกแบบจะแบ่งออกเป็นสองส่วนของการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ส่วนคือ ช่วงล่าง และ การขับเคลื่อน

3.1.1 ช่วงล่าง

ส่วนช่วงล่างของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้น เนื่องจากต้องการออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้บนผิวขรุขระได้ ดังนั้นส่วนที่เป็นช่วงล่างจึงเลือกแบบล้อลักษณะเดียวกับล้อของรถยนต์ที่วิ่งในชนบทดังแสดงในภาพที่ 3.1 ล้อลักษณะนี้จะมีดอกยางลึก เพื่อให้สามารถยึดเกาะ หรือ ผลักดันให้ตัวเองให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือในทิศทางตามที่ต้องการได้



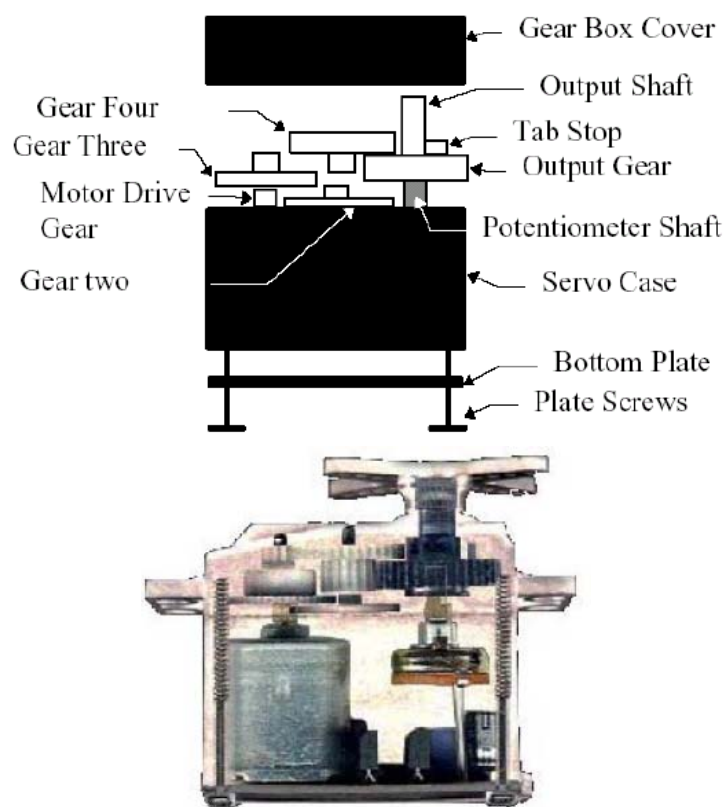
ภาพที่ 3.1 ล้อที่วิ่งบนพื้นขรุขระ

3.1.2 การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ (Motor Drive)

สำหรับโครงการนี้ใช้ เซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เป็น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบร่วมกับชุดเกียร์ และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้เป็นโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสายไฟสำหรับต่อใช้งาน 3 เส้นด้วยกันคือ สายสัญญาณควบคุม 1 เส้นและ สายแหล่งจ่ายไฟ เส้น 2 ซึ่งเป็นสายไฟบวกและสายกราวนด์

เซอร์โวมอเตอร์สามารถถูกควบคุมให้หมุนไปทางซ้ายหรือไปทางขวาได้ โดยสามารถสั่งงานให้หมุนไปได้ตามองศาต่างๆ ที่ต้องการ ได้ด้วยตัวของเซอร์โวมอเตอร์เอง โดยการป้อนสัญญาณความกว้างของพัลส์ หรือ Pulse width modulation (PWM) ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งจะได้ทิศทางการหมุนและตำแหน่งของการหมุนตามที่ต้องการ เช่น ต้องการหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาไป 1 องศา หรือหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกาไป 15 องศาก็ได้ ซึ่งไม่ต้องมีส่วนควบคุม หรือ ตัวตรวจจับใดๆ กลับมาตรวจสอบอีก ทำให้ง่ายและสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ

เซอร์โวมอเตอร์สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 6 - 4 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ทำให้มอเตอร์หมุนได้ 180 องศา และสามารถปรับแต่งให้เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้รอบตัว หรือ 360 องศา



ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของ Servo motor

เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้นี้หาได้ในตลาดของเมืองไทย โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้

ความเร็ว 0.27 วินาทีต่อการหมุนไป 60 องศา

แรงบิด 8.00 kg-cm

น้ำหนักรวม 4.60 กรัม

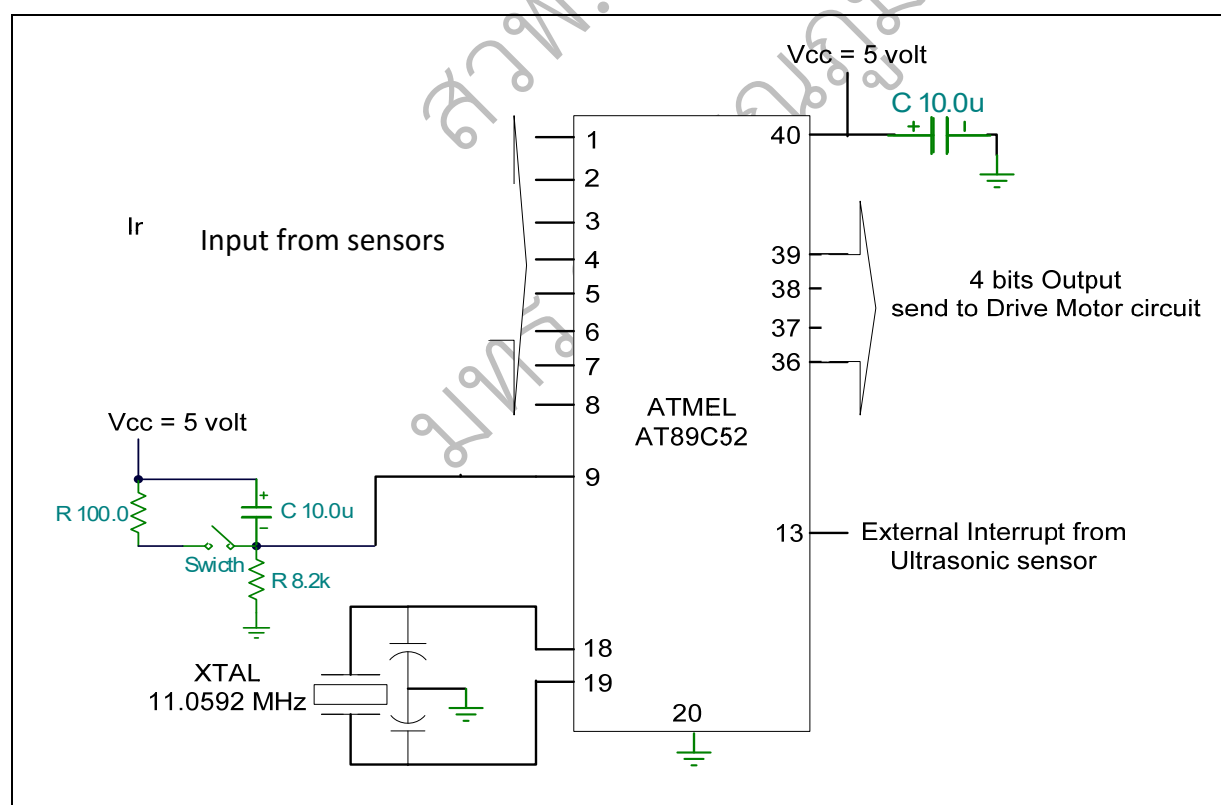
ขนาด (กว้างxยาวxสูง) โดยประมาณ 39.5 x 20.0 x 35.60 mm

แบตเตอรี่ไม่ต้องเติมน้ำมันหล่อลื่น

เซอร์โวมอเตอร์ตัวนี้มีขนาดเล็กเหมาะกับหุ่นยนต์ขนาดเล็ก ทำให้ใช้พื้นที่สำหรับติดตั้งไม่มากนัก

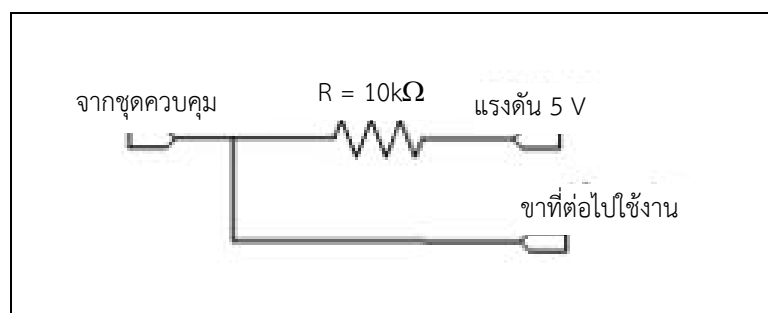
3.2 ตัวควบคุม (Controller)

ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์จะเลือกใช้ไอซี AT89C52 เป็นคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งเหมาะกับการทำงานที่รับสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์ต่างๆ และส่งสัญญาณออกให้กับอุปกรณ์อื่นจำนวนไม่มากนัก ส่วนตัวไอซีเบอร์ AT89C52 ที่เลือกนี้ มีขาให้เลือกใช้งานมากเพียงพอสำหรับงานที่นี้และยังเพียงพอที่จะเพิ่มเติมส่วนของการควบคุมอื่นๆ ในอนาคตได้อีกด้วย โดยวงจรที่ออกแบบไว้มีลักษณะดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 วงจรควบคุมการทำงานรวม

จากภาพที่ 3.3 ในส่วนของขาอินพุตและเอาพุต จะต้องต่อวงจร Pull up ด้วยเสมอ ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งจะทำให้การรับและอ่านค่าหรือส่งค่าออกจากไอซีเบอร์ AT89C52 ทำงานได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 3.4 วงจร Pull up

จากภาพที่ 3.3 จะเห็นว่าการเลือกใช้พอร์ตและขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ AT89C52 ดังนี้

- พอร์ต 1 (p1 , ขาที่ 8-1) กำหนดให้ใช้เป็น พอร์ต สำหรับรับค่าอินพุตจากเซนเซอร์ ตรวจจับระยะห่างโดยจะรับเข้ามาทั้งหมด บิต คือตั้งแต่บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 5 6
- พอร์ต 0 (p0 , ขาที่39-32) กำหนดให้เป็น พอร์ต สำหรับส่งค่าไปควบคุม วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์โดยจะใช้แค่ บิตเท่านั้น คือตั้งแต่บิต 0 ถึง บิตที่ 3 4
- p3.3 (ขาที่ 13) จะใช้สำหรับตรวจสอบค่าของเซนเซอร์อัลตราโซนิกว่ามีค่าลจิกเป็น “0” หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ไปทำงานในโหมดหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ถ้าไม่ใช่ให้ทำงานในโหมดอื่นต่อไป
- ส่วนการทำงานในขาอื่นๆก็เป็นไปตามมาตรฐานของการต่อไอซีเบอร์ AT89C52 เพื่อให้ไอซีนี้สามารถทำงานได้ถูกต้อง

3.3 การป้องกันตัวเองและการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

การหลบหลีกสิ่งกีดขวางเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งของหุ่นยนต์ หากหุ่นยนต์สามารถรับรู้ได้มาก มันจะมีความฉลาดในตัวเอง หุ่นยนต์แต่ละตัวจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ หรือ เซนเซอร์ (sensor) ไว้ เพื่อตรวจสอบสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัว เช่น ระยะห่างระหว่างตัวมันกับกำแพงหรือวัตถุอื่น เพื่อป้องกันการชนกระแทกและลดความเสียหายที่เกิดจากการชนเข้ากับวัตถุอื่น สัญญาณไฟหรือเสียงก็จะช่วยให้คนสามารถหามันเจอในกรณีที่ต้องการความช่วยเหลือจากมนุษย์

เนื่องจากความต้องการให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่บนผิวกึ่งขรุขระได้เป็นอันดับแรก จึงเลือกใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วไม่สูงแต่ให้แรงบิดที่สูง จึงทำให้ความรุนแรงที่เกิดเนื่องจากการเข้าชนของหุ่นยนต์กับกำแพงหรือสิ่งกีดขวางจะมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงเลือกใช้เซนเซอร์แบบลิมิตสวิตช์เพื่อบอกให้หุ่นยนต์ทราบว่าไม่สามารถวิ่งต่อไปได้แล้ว ลิมิตสวิตช์จะถูกติดตั้งไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของตัว

หุ่นยนต์เพื่อช่วยบอกให้หุ่นยนต์วิ่งถอยหลังหรือเดินหน้าเพื่อไปในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้

ส่วนการป้องกันตนเองนั้น หุ่นยนต์นี้ได้ถูกเพิ่มแบตเตอรี่และไฟแอลอีดีไว้ด้วย เพื่อให้เจ้าของหุ่นยนต์สามารถหาหุ่นยนต์พบได้ง่ายขึ้น หากหุ่นยนต์ออกนอกเส้นทางหรือเข้าไปติดในบริเวณที่มันไม่สามารถเคลื่อนที่ออกมาได้เอง หุ่นยนต์จะส่งเสียงออกมาและแสดงไฟแอลอีดีก็ต่อเมื่อลิมิตสวิทช์ถูกกดหรือมีสัญญาณส่งออกมาอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ยังเพิ่มเซนเซอร์แสงติดไว้ที่ใต้ตัวถังด้วย เพื่อแจ้งให้ทราบหากเกิดกรณีที่หุ่นยนต์นี้หายห้อง มันก็จะส่งเสียงออกมาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

3.4 การถ่ายภาพ

กล้องถ่ายภาพที่สามารถส่งภาพกลับมายังสถานีฐานได้นั้นมีให้เลือกหลากหลาย ดังนั้นการเลือกใช้กล้องนั้นจะใช้ความต้องการและข้อจำกัดที่มีมาเป็นปัจจัยในการเลือกกล้องถ่ายภาพ ปัจจัยแรกคือ ต้องการให้สามารถส่งภาพกลับมาที่สถานีฐาน จึงจำเป็นต้องใช้กล้องที่มีเลขรหัสประจำตัว หรือ IP แต่เนื่องจากหุ่นยนต์นี้ต้องสามารถเคลื่อนที่ไปในที่ต่างได้ จึงไม่เหมาะที่จะใช้การส่งสัญญาณแบบใช้สายสัญญาณ การส่งสัญญาณแบบไร้สายจึงเป็นทางเลือกเหมาะสมที่สุดในเงื่อนไขนี้ ปัจจัยต่อมาคือ ความละเอียดของภาพ หากต้องการความละเอียดมากจะต้องเลือกความละเอียดสูง แต่ก็จะมีปัญหาต่อมาคือใช้พื้นที่มาก ดังนั้นในการใช้งานของระบบรักษาความปลอดภัยส่วนใหญ่จะไม่ใช้ความละเอียดสูงมาก หรือใช้ภาพขนาดใหญ่ แคเลือกขนาดภาพที่สามารถมองเห็นองค์ประกอบของคนหรือสิ่งของที่สนใจได้ชัดเจนในระยะที่ต้องการ

ทางเลือกอีกอย่างที่ควรคำนึงถึงคือ เวลาของการใช้งาน เพราะว่า หากเรานำหุ่นยนต์นี้ไปใช้งานในช่วงพลบค่ำหรือในที่มืด แสงน้อยนี้จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของภาพที่ส่งกลับมา ดังนั้น จึงควรเลือกกล้องที่สามารถถ่ายภาพกลางคืนได้ หรือ มีคำว่า Night shot หรือ Infrared แต่ถ้างานที่จะนำไปใช้นั้น เป็นพื้นที่สว่างก็ไม่จำเป็นต้องเลือกกล้องที่มีส่วนของการถ่ายภาพกลางคืนได้

ปัจจัยที่มีความสำคัญอีกตัวหนึ่งคือ งบประมาณ เนื่องจากงบประมาณที่จำกัด จึงทำให้เลือกกล้องถ่ายภาพที่มีความละเอียดพอประมาณ สามารถส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย และสามารถถ่ายภาพในเวลากลางคืนได้ในระยะไม่เกิน 5 เมตร และกล้องมีคุณลักษณะหลัก [10-11] ดังนี้

รุ่น	Dlink DCS-942L/A4
ภาพวิดีโอ/ภาพนิ่ง	แบบ MJPEG / JPEG
กำลังไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสตรง 5 V, 1.2 A
ความละเอียด	640 x 480 ที่ 20 fps 320 x 240 ที่ 30 fps
เลนส์	5.01 mm, F2.8
เซนเซอร์	VGA 1/5 inch CMOS sensor

ความสว่างต่ำสุด	1 lux @ F2.8
การเชื่อมต่อกับระบบ	สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบใช้สายและไม่ใช้สาย 10/100 base-tx fast Ethernet หรือ 802.11b/g/n WLAN 802.11b/g/n Wireless with WEP/WPA/WPA2 security
ขนาด(กว้างxยาวxสูง)	27.2 x 60 x 96 mm (เฉพาะตัวกล้อง)
น้ำหนัก	76.9 กรัม

ภาพของกล้องที่เลือกใช้งานแสดงดังภาพที่ 3.5 ซึ่งเป็นกล้องที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และเหมาะกับการวางไว้กับหุ่นยนต์ที่มีขนาดเล็กได้ โดยที่ก่อให้เกิดการเสียสมดุลและเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก



ภาพที่ 3.5 กล้องที่เลือกใช้

3.5 การควบคุมหุ่นยนต์

เมื่อทำการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นหุ่นยนต์ที่สมบูรณ์และมีอุปกรณ์ตรวจจับตามที่ต้องการเสร็จแล้ว ดังภาพที่ 3.6 นั้น หุ่นยนต์สำเร็จมีขนาด 20 x 17 x 25 เซนติเมตร จากนั้นก็มาถึงขั้นตอนของการทำให้หุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ได้ ในการสังการนั้น จะสั่งการผ่านการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีแล้วแปลงคำสั่งต่างๆ ให้เป็นไฟล์ตัวเลขหรือ hex file ซึ่งจะเป็นไฟล์คำสั่งที่ส่งเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในหุ่นยนต์นี้

ในหุ่นยนต์ตัวนี้เป็นหุ่นยนต์ตัวแรกและอุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจรู้ยังมีไม่มากนัก ดังนั้น การเดินทางของหุ่นยนต์จำเป็นที่จะต้องเดินทางในขอบเขตที่จำกัด กล่าวคือ จะต้องเดินทางในเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมแล้วเท่านั้น หากจะเปลี่ยนเส้นทางก็จะต้องมาศึกษาเส้นทางและทำการโปรแกรมใหม่



ภาพที่ 3.6 หุ่นยนต์ที่ประกอบแล้ว

ในหัวข้อนี้จะขอเสนอแนวคิดในการโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ว่าในแต่ละสถานการณ์นั้นหุ่นยนต์จะแก้ปัญหาอย่างไร โดยจะนำเสนอในหัวข้อดังนี้

3.5.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

การทำให้หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยล้อเดินไปข้างหน้าหรือข้างหลังได้นั้น จะต้องส่งคำสั่งให้ล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวาหมุนทวนทิศทางกัน เช่น ให้ล้อด้านซ้ายหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกาและให้ล้อด้านขวาหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะทำให้มันเดินไปด้านหน้าได้ ดังนั้น ในการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงนั้น หุ่นยนต์นี้ก็จะถูกโปรแกรมให้ล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวาหมุนทวนทิศทางตรงข้ามกัน แต่เนื่องด้วยการเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่ไม่เรียบจะทำให้หุ่นยนต์เดินไม่ตรง จึงทำการชดเชยด้วยการให้เกิดการเลี้ยวขวาและเลี้ยวซ้ายเล็กน้อยทุกๆ 2 นาที ซึ่งเงื่อนไขนี้ใช้เฉพาะเส้นทางที่ทำการทดลองนี้เท่านั้น

3.5.2 การเลี้ยวโค้ง

การเลี้ยวโค้งนั้น หุ่นยนต์ชนิดล้อจะทำการเลี้ยวด้วยการหยุดล้อในด้านที่ต้องการเลี้ยวและให้ล้อด้านตรงข้ามหมุน เช่น หากต้องการเลี้ยวซ้าย ล้อด้านซ้ายจะหยุดหมุน และล้อด้านขวาหมุนเพียงด้านเดียว

3.5.3 กรณีหุ่นยนต์อยู่ในที่แคบ

กรณีนี้หุ่นยนต์มักจะเดินชนสิ่งกีดขวางบ่อยๆ จึงจะใช้ลักษณะของการส่งสัญญาณจากตัวลิมิตสวิทช์ที่ติดอยู่ที่ด้านหน้าและด้านหลังตัวหุ่นยนต์เป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจส่งเสียงร้องและเปิดไฟแอลอีดี หากมีการส่งสัญญาณจากลิมิตสวิทช์ตัวที่อยู่ด้านหน้าไม่ว่าจะเป็นตัวที่อยู่ด้านซ้ายหรือขวาแล้ว ต่อด้วยการส่งสัญญาณจากลิมิตสวิทช์ตัวที่อยู่ด้านหลังไม่ว่าจะเป็นตัวที่อยู่ด้านซ้ายหรือขวา แล้วต่อด้วยการส่งสัญญาณจากด้านหน้าและหลังสลับกันไปมาอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 3 นาที มันก็จะเข้าเงื่อนไขที่ว่า หุ่นยนต์อยู่ในที่แคบไม่สามารถเคลื่อนออกจากที่นี่ได้ด้วยตนเอง มันก็จะส่งเสียงและส่งแสง จนกว่าเงื่อนไขเหล่านี้จะหมดไป

3.5.4 กรณีหุ่นยนต์หงายท้องหรือตะแคง

หุ่นยนต์เมื่อเคลื่อนที่ในพื้นที่ขรุขระมีโอกาสที่จะล้ม หงายท้อง หรือตะแคงข้างได้ ในหุ่นยนต์ตัวนี้ได้ติดตั้งเซนเซอร์แสงไว้ด้านล่างหรือใต้ท้อง เพื่อเป็นตัวตรวจรู้ระยะระหว่างตัวหุ่นกับพื้น ในสภาวะปกติ เซนเซอร์แสงจะได้รับแสงในปริมาณที่ไม่มากนักเนื่องจากตัวมันเองเป็นตัวบังแสงจากดวงอาทิตย์ และสิ่งแวดล้อมภายนอก แต่ถ้าหุ่นยนต์ล้มตะแคงหรือหงายท้อง ตัวเซนเซอร์แสงจะได้รับแสงโดยตรง ซึ่งมากกว่าปกติ และถ้ามันได้รับแสงมาก เป็นเวลานาน 3 นาที มันก็จะเข้าใจเ็นใจที่ว่าหุ่นยนต์อยู่ในสภาพตะแคงหรือหงายท้อง มันก็จะส่งเสียงและส่งแสง จนกว่าจะเข้าใจเ็นใจเหล่านี้จะหมดไป

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

การทดลองนี้จะทำการทดสอบว่าหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้และส่งภาพกลับมาที่สถานีฐานได้ โดยจะแบ่งการทดสอบเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

- การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
- การเลี้ยว
- เมื่อหุ่นยนต์อยู่ในที่แคบ
- เมื่อหุ่นยนต์ล้ม
- การส่งภาพกลับมายังสถานีฐาน

ในการทดสอบนั้น ได้กำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงแล้วต่อด้วยการเลี้ยวโค้ง หลังจากนั้นจึงนำหุ่นยนต์มาอยู่ในพื้นที่แคบ และทำให้มันตะแคงตัวเพื่อทดสอบเงื่อนไขและการแก้ปัญหาต่างๆ ที่โปรแกรมไว้

4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ในการทดสอบนี้ หุ่นยนต์จะถูกปล่อยใหวิ่งในแนวเส้นตรงเป็นระยะทาง 5 เมตรเพื่อดูว่ามันสามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้หรือไม่ ตามระยะทาง 1 – 5 เมตร ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ครั้งที่	การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้					หมายเหตุ
	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	4 เมตร	5 เมตร	
1	✓	✓	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✓	✓	✓	
3	✓	✓	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✗	✗	✗	ติดก้อนหินจึงไม่กลับเข้าทางเดิม
5	✓	✓	✓	✗	✗	ติดก้อนหินจึงไม่กลับเข้าทางเดิม
6	✓	✓	✓	✓	✓	
7	✓	✓	✓	✗	✗	ติดก้อนหินจึงไม่กลับเข้าทางเดิม
8	✓	✓	✓	✓	✓	
9	✓	✓	✗	✗	✗	ติดก้อนหินจึงไม่กลับเข้าทางเดิม
10	✓	✗	✗	✗	✗	ติดก้อนหินจึงไม่กลับเข้าทางเดิม และ

						ลือหลวม
ผลเฉลี่ย	✓	✓	✓	✓	✓	ผลการทดสอบเป็นไปตามที่ต้องการตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไป

จากการทดลองจำนวน 10 ครั้งในตารางที่ 4.1 นี้ จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้ ระยะทาง 1 เมตรโดยไม่มีปัญหาใด แต่หากเกินออกนอกเส้นทางแล้ว มันก็จะไม่สามารถกลับเข้ามาในทางที่กำหนดไว้ได้ ดังเช่นในการทดลองครั้งที่ 4,5,7,9, และ 10 แต่ผลการทดสอบเฉลี่ยนั้น ให้ผลในทางที่ยอมรับได้เนื่องจากในการทดสอบการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงในระยะ 1 เมตรนี้ ไม่มีการผิดพลาด, ที่การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงในระยะ 2 เมตรนี้ เกิดการผิดพลาดจำนวน 1 ครั้ง, ที่การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงในระยะ 3 เมตรนี้ เกิดการผิดพลาดจำนวน 3 ครั้ง, ที่การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงในระยะ 4 เมตรและ 5 เมตรนี้ เกิดการผิดพลาดจำนวน 5 ครั้ง,

4.2 การทดสอบการเลี้ยวโค้ง

การทดสอบการเลี้ยวโค้งนั้น จะสั่งการให้หุ่นยนต์หมุนตัวกลับ และจะพิจารณาจากการที่หุ่นยนต์สามารถทำได้สำเร็จเมื่อมันสามารถเลี้ยวอ้อมกลับมาในทิศทางตรงข้ามได้ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดสอบการเลี้ยวโค้ง

ครั้งที่	การเลี้ยวโค้ง		หมายเหตุ
	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	
1	✓	✓	
2	✓	✓	
3	✓	✓	
4	✓	✓	
5	✓	✓	
6	✓	✓	
7	✓	✓	
8	✓	✓	
9	✓	✓	
10	✓	✓	
ผลเฉลี่ย	✓	✓	

ผลการทดสอบการเลี้ยว ให้ผลที่ดีมากคือ สามารถเลี้ยวได้ทั้งซ้ายและขวา สำเร็จทุกครั้ง

4.3 การทดสอบเมื่อหุ่นยนต์อยู่ในที่แคบ

กรณีนี้หุ่นยนต์มักจะเดินชนสิ่งกีดขวางบ่อยๆ และมันจะถูกสั่งให้หมุนตัวในทิศทางตรงข้ามกับด้านที่
 ลิมิตสวิตช์ถูกกด ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการส่งสัญญาณเมื่ออยู่ในที่แคบ

ครั้งที่	การส่งสัญญาณ		หมายเหตุ
	ส่งเสียง	ไฟสว่าง	
1	✓	✓	
2	✓	✓	
3	✓	✓	
4	✓	✓	
5	✓	✓	
6	✓	✓	
7	✓	✓	
8	✗	✗	หุ่นยนต์สามารถเบี่ยงตัวออกได้ก่อน
9	✓	✓	
10	✗	✗	หุ่นยนต์สามารถเบี่ยงตัวออกได้ก่อน
ผลเฉลี่ย	✓	✓	

ผลการทดสอบการส่งสัญญาณเมื่อหุ่นยนต์อยู่ในที่แคบที่ไม่สามารถพาตัวเองออกมาได้ จาก
 ตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าการทดลองจำนวน 10 ครั้งนั้น หุ่นยนต์สามารถเบี่ยงตัวออกมาได้ภายใน
 เวลา 3 นาทีจำนวน 2 ครั้ง จึงทำให้ไม่ส่งทั้งสัญญาณเสียงและแสง

4.4 การทดสอบเมื่อหุ่นยนต์ล้ม

หุ่นยนต์เมื่อเคลื่อนที่ในพื้นที่ขรุขระมีโอกาสที่จะล้ม หายท้อง หรือตะแคงข้างได้ มันก็จะส่ง
 เสียงและแสง จนกว่าเงื่อนไขเหล่านี้จะหมดไป ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4

ผลการทดสอบการส่งสัญญาณเมื่อหุ่นยนต์ล้ม ตะแคง จำนวน 10 ครั้งนั้น หุ่นยนต์สามารถส่ง
 สัญญาณเสียงและแสงหลังจากที่มันนอนตะแคงอยู่เป็นเวลา 3 นาทีแล้ว ได้ครบทั้ง 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.4 การทดสอบการส่งสัญญาณเมื่อล้ม

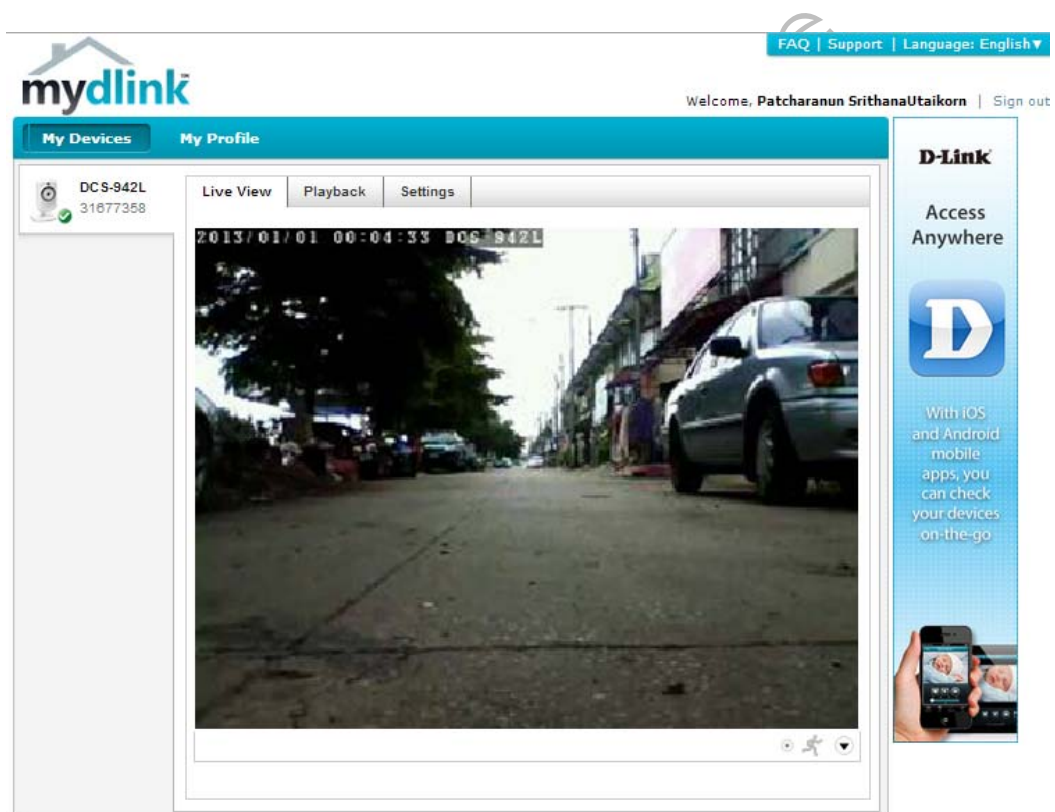
ครั้งที่	การส่งสัญญาณ		หมายเหตุ
	ส่งเสียง	ไฟสว่าง	
1	✓	✓	
2	✓	✓	
3	✓	✓	
4	✓	✓	
5	✓	✓	
6	✓	✓	
7	✓	✓	
8	✓	✓	
9	✓	✓	
10	✓	✓	
ผลเฉลี่ย	✓	✓	

4.5 การส่งภาพกลับมายังสถานีฐาน

ในการส่งภาพกลับมายังสถานีฐานนั้น จะต้องผ่านการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย โดยที่หุ่นยนต์จะต้องอยู่ในบริเวณที่สัญญาณ wifi ของ router ตัวที่มันลงทะเบียนไว้นั้นครอบคลุม มันก็จะสามารถส่งภาพกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีฐานได้ ในการเฝ้ามองภาพจากกล้องที่ติดไปกับตัวหุ่นยนต์นั้นจำเป็นต้องอาศัยระบบอินเทอร์เน็ต โดยการเข้าไปที่ <http://www.mydlink.com> ดังภาพที่ 4.1 จากนั้นทำการลงทะเบียนตามชื่อผู้ใช้และรหัสที่ลงทะเบียนไว้ตอนที่ตั้งค่า เมื่อระบบตรวจสอบค่าแล้วถูกต้องก็จะสามารถเข้ามาดูภาพจากกล้องที่เราลงทะเบียนไว้ได้ ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งเป็นภาพที่แสดงภาพของเว็บไซต์ที่แสดงผลภาพ ส่วนภาพที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.4 เป็นตัวอย่างภาพที่ถ่ายจากโปรแกรมนี้โดยที่ติดตั้งกล้องไว้บนตัวหุ่นยนต์ ซึ่งกำลังเคลื่อนที่บนพื้นถนนปูน และ บนพื้นดิน



ภาพที่ 4.1 หน้าต่างลงทะเบียน



ภาพที่ 4.2 การดูภาพที่กล้องส่งกลับมา



ภาพที่ 4.3 ภาพตัวอย่างที่ถ่ายจากกล้องบนหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่บนพื้นปูน



ภาพที่ 4.4 ภาพตัวอย่างที่ถ่ายจากกล้องบนหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่บนดิน

บทที่ 5

สรุป

ในจัดทำหุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจตัวนี้ มีความประสงค์ในเบื้องต้นคือ ต้องการให้ได้หุ่นยนต์ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา จึงได้เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เป็นปัจจัยแรก หุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจนี้เป็นการทดลองทำเป็นครั้งแรก ผลการทดลองที่ได้ออกมาเป็นที่น่าพอใจ ตามปริมาณอุปกรณ์ตรวจรู้ที่ติดตั้งไว้กับตัวหุ่นยนต์ มันสามารถเคลื่อนที่ได้บนพื้นผิวกึ่งเรียบในทิศทางเส้นตรงและโค้ง ซึ่งได้ทดลองเคลื่อนที่บนถนนปูน และบนพื้นดิน มันมีระบบป้องกันตัวเองและการขอความช่วยเหลือด้วยการส่งเสียงและแสงซึ่งใช้ในกรณีที่อยู่ในที่แคบและลึบได้ นอกจากนี้มันยังสามารถส่งภาพพื้นที่ที่มันเคลื่อนที่ผ่านไป กลับมายังสถานีฐานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายได้อีกด้วย ซึ่งผู้ใช้สามารถบันทึกภาพหรือเฝ้าดูพื้นที่ต่างๆ ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนได้โดยไม่ต้องออกมาตรวจพื้นที่ด้วยตนเอง มันจึงเป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถทำงานได้หลายอย่างๆ ในเวลาเดียวกันได้

ในอนาคตต่อไปควรพัฒนาให้หุ่นยนต์นี้มีความฉลาดมากขึ้นเพื่อให้มันสามารถเป็นผู้ช่วยตำรวจขนาดเล็กได้อย่างแท้จริง โดยการเพิ่มอุปกรณ์ตรวจรู้และเงื่อนไขการทำงาน

บรรณานุกรม

- 1 David Cook, “Intermediate Robot Building”, 2nd, Apress, USA, 2010.
- 2 เดชฤทธิ์ มณีธรรม, “คัมภีร์หุ่นยนต์” วี.ซี.พี.ซัคเซสกรุ๊ป, กรุงเทพฯ, 2549.
- 3 http://macdailynews.com/2005/09/13/mac_mini_robot_uses_apple_mac_mini_for_brain_and_apple_isight_for_eyes/ เมื่อ 25 กรกฎาคม 2554
- 4 http://multimedia.hu.ac.th/memory/build/49/uplaza/51/02/19/pages/P1350701%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%20S%20TUDIO_JPG.htm เมื่อ 25 กรกฎาคม 2554
- 5 http://student.psu.ac.th/dorm/hatyai/hatyai_picture2.html เมื่อ 25 กรกฎาคม 2554
- 6 <http://www.eng.chula.ac.th/newsletter/index.php?q=node/120> เมื่อ 25 กรกฎาคม 2554
- 7 <http://www.bloggang.com/viewdiary.php> เมื่อ 25 กรกฎาคม 2554
- 8 ญัตติ ปิยบุปผชาติ, “หัดใช้กล้อง canon DSLR เป็นใน 7 วัน”, พิมพ์ครั้งที่ 1, IDC, 2010
- 9 <http://thebggaro.wordpress.com/2012/06/29/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%8B%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87/>
- 10 D-Link DCS-930L and DCS-932L Network Camera Setup Manual for the RavenShoeSecurity.com Internet Recording Service, 2012.
11. Wireless N IR home Network Camera DCS-932/DCS-932L specification, D-link Corporation, Taiwan, November 2010.