หุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติ

Automatic Balancing Robot

สัญญา สมัยมาก*, ฌานิน หาญณรงค์, ราชันย์ กลิ่นรอด, จตุรพักตร์ เข็มเพ็ชร์, ภูชิต เที่ยงธรรม

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail:sanya.sam@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการประดิษฐ์หุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในด้านธุรกิจ การศึกษา งานอุตสาหกรรมและการสำรวจค้นคว้า เป็นต้น หุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัตินั้นเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถที่ทรงตัวได้ด้วยตัวเองโดยใช้ล้อเพียงสองล้อเท่านั้น เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลายเช่นทำเป็น Segway หรือทำเป็นรถเข็นที่ทรงตัวได้เองเพื่อใช้สำหรับคนพิการ ในโครงงานนี้ได้ศึกษาและทำต้นแบบของ Balancing Robot ขึ้นมาซึ่งได้ทำเป็น หุ่นยนต์สองล้อที่ทรงตัวได้โดยไม่ล้ม โครงงานนี้ได้แบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟแวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นก็จะประ กอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ มอเตอร์ ชุดขับมอเตอร์ และในส่วนของซอฟแวร์นั้นจะประกอบไปด้วยส่วนของการรับค่าจากเซนเซอร์ GY-521 ส่วนของคอนโทรลเลอร์และส่วนของการควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วย PWM (Pulse Width Modulation) ซึ่งในส่วนของการสร้างหุ่นยนต์นั้นก็เริ่มต้นด้วยการออกแบบโครงสร้างการเลือกบอร์ดขอไมโครคอนโทรลเลอร์ การเลือกเซนเซอร์ การเลือกชนิดและขนาดของมอเตอร์ เมื่อทำการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ได้ทั้งหมดแล้วจึงเริ่มนำฮาร์ด แวร์มาทำการทดสอบและอ่านค่าจากเซนเซอร์เพื่อตั้งเป็น Set Point ให้กับคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของโปรแกรมผู้จัดทำจะใช้เป็นโปรแกรม Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของตัวหุ่นยนต์ ในส่วนของคอนโทรลเลอร์นั้นผู้จัดทำเลือกใช้การควบคุมแบบ PID คอนโทรลเลอร์เพื่อเป็นตัวควบคุมให้กับหุ่นยนต์

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติ

Abstract

The thesis is presentation about invention the balancing robot automatic. Nowadays there bring new and many technology for the robot to apply using in the business system education industry survey and research etc. balancing robot automatic is the robot able to balance their self by using 2 wheels. There have many useful such as Segway or making wheelchair for cripple in this project. The education and the prototype of balancing robot which make 2 wheels without falling. This project divide 2 part Hardware component with micro controller sensor motor drive motor Software component with sensor Gy-521. The controller and of the controller of speed motor PWM (Pulse width Modulation) which build robot. To build robot design the body and the select the board of micro the select of sensor and the size of motor. When the design of hardware test

and reading sensor set point in the controller. The program using Arduino program for controlling of robot. The controller using to control by PID

Keywords: Automatic Balancing Robot

1. คำนำ

โครงงานปริญญานิพนธ์ได้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าและประยุกต์ใช้ เนื่องจากการพัฒนาหุ่นยนต์สองล้อให้สามารถเลี้ยงตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลนั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านการควบคุมสัญญาณป้อนกลับ (Feedback Signal) ที่ได้จาก ไจโรสโคป (Gyroscope) และ แอสซิโลมิเตอร์ (Accelerometer) ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดค่ามุมเอียงของหุ่นยนต์เพื่อนำมาใช้งานในการปรับการทรงตัว โดยโครงงานนี้สามารถพัฒนาเป็น Segway หรือ พัฒนาเป็นรถเข็นผู้ป่วยอัตโนมัติได้ ดังนั้นจึงเสนอโครงงานและได้คิดที่จะพัฒนาหุ่นยนต์สองล้อขึ้นมา โดยการทรงตัวของหุ่นยนต์นั้นใช้เซนเซอร์ GY–521 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมีหน้าที่ตรวจสอบความไม่สมดุลซึ่งสามารถทำให้รู้ว่าหุ่นยนต์นั้นอยู่ในลักษณะอย่างไร เอียงไปในทิศทางใดและกี่องศา ซึ่งเมื่อทราบถึงค่าพารามิเตอร์ค่าต่างๆจึงนำค่าเหล่านี้ไปใช้ในการประมวลผลเพื่อควบคุมแหล่งจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ไม่มากและไม่น้อยเกินไป เพื่อทำให้หุ่นยนต์สามารถรักษาสมดุลและเคลื่อนที่ได้อย่างมีเสถียรภาพ

2. ชื่อบทความและรายละเอียดของผู้แต่ง

2.1 เซ็นเซอร์ GY-521

GY-521 เป็นโมดูล Accelerometers และGyroscope ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้ง 2 อย่างในเวลาเดียวกัน ใช้ในการตรวจสอบทิศการเคลื่อนที่และสามารถใช้ในการตรวจสอบความเร็วในการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแกน X,Y และZ ได้ยกตัวอย่าง ถ้าวัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือเอียง Output ของ Accelerometer จะบอกค่าของการเอียงว่าสถานะปัจจุบันค่าของ X,Y และ Z อยู่ที่เท่าไรแต่ Gyroscope จะวัดค่าได้ตอนที่กำลังเอียงหรือตอนกำลังเคลื่อนไหวเท่านั้น เมื่อวัตถุหยุดนิ่งค่าของ Gyroscope จะวัดไม่ได้เพราะไม่มีการเคลื่อนไหว[1]

2.2 การควบคุมแบบ PWM (Pulse Width Modulation)

ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM คือการจ่ายสัญญาณที่มีแรงดันคงที่ความถี่คงที่แต่ความกว้างของพัลส์เปลี่ยนแปลงได้ถ้าเป็นพัลส์แคบความเร็วจะต่ำแต่ถ้าเป็นพัลส์กว้างความเร็วจะสูงโดย PWM ถูกเลือกใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์เนื่องจากง่ายในการอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์และใช้เป็นแค่เอาท์พุตสัญญาณเดียวในการควบคุมความเร็วรวมไปถึง PWM มีประสิทธิภาพมากกว่าเพราะ Power Supply สามารถจ่ายกำลังได้เต็มที่ทั้ง On และ Off ทำให้ได้ค่าแรงบิดและความเร็วสูงสุดของมอเตอร์[2]

2.3 ระบบควบคุมแบบพีไอดี

ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID Controller) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรใน

กระบวนการและค่าที่ต้องการตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ[3]

2.4 Complementary filter

Complementary filter เป็นอัลกอริทึมที่มีลักษณะคล้ายกับ Kalman filter ซึ่งใช้ในการรวมค่าที่ได้จาก accelerometer และ gyro ให้ได้มุมที่มีความถูกต้อง [4]

3. บทคัดย่อและคำสำคัญ

วิธีการดำเนินการประกอบไปด้วยการออกแบบโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เพื่อเป็นการกำหนดจุดการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดของหุ่นยนต์มีดังนี้

โครงสร้างและส่วนประกอบของตัวหุ่นยนต์โดยมีขนาดความกว้างของตัวหุ่น 100 มิลลิเมตร ความยาวของตัวหุ่นยนต์ 210 มิลลิเมตร ความสูงทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์ 1440 มิลลิเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 3 กิโลกรัม หุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ตำแหน่งที่ 1 จุดติดตั้งตัวบอร์ดรักษาแรงดันไฟฟ้า (Regulator LM2596) ใช้สำหรับการปรับลดแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวมอเตอร์

ตำแหน่งที่ 2 จุดติดตั้งจอยบังคับแบบไร้สาย (Wireless Joystick) ใช้สำหรับการบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ตัวหุ่นยนต์

ตำแหน่งที่ 3 จุดติดตั้งสวิตซ์ (Switch) ใช้สำหรับการปิด-เปิดหุ่นยนต์

ตำแหน่งที่ 4 จุดติดตั้งบอร์ดขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงรุ่น L298N ใช้สำหรับการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรง

ตำแหน่งที่ 5 จุดติดตั้งแบตเตอรี่ Li-Po ใช้สำหรับเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวหุ่นยนต์

ตำแหน่งที่ 6 จุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้สำหรับควบคุมความเร็วของล้อหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์ทรงตัวได้

ตำแหน่งที่ 7 จุดติดตั้งล้อของตัวหุ่นยนต์ ใช้สำหรับการเคลื่อนที่

ตำแหน่งที่ 8 จุดติดตั้งเซนเซอร์ GY-521 ใช้สำหรับการวัดมุมและอัตราเร่งเมื่อมีการเอียงของตัวหุ่นยนต์

ตำแหน่งที่ 9 จุดติดตั้งบอร์ด Arduino Mega 2560 ใช้สำหรับเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำงานภายในระบบ

3.1 โครงสร้างระบบการทำงานของหุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติ

โดยคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวรับค่าจากเซนเซอร์ GY-521 แล้วส่งสัญญาณ PWM ให้วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสั่งการให้มอเตอร์ทำงานตามการประมวลผลของค่าพีไอดี

4. ผลการทดลอง

การทดลองระบบการทำงานของหุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติในสภาวะมีการรบกวนด้วยการผลัก ทั้งทางด้านหน้า ด้านหลังและการทดลองบังคับแบบไร้สาย และนำค่ามุมที่เปลี่ยนแปลงไปที่อ่านได้จากโปรแกรม ARDUINO มาพล็อตกราฟในโปรแกรม MATLAB เพื่อหาเวลาเข้าสู่ Set point ของหุ่นยนต์ทรงตัวอัตโนมัติเมื่อมีการรบกวน

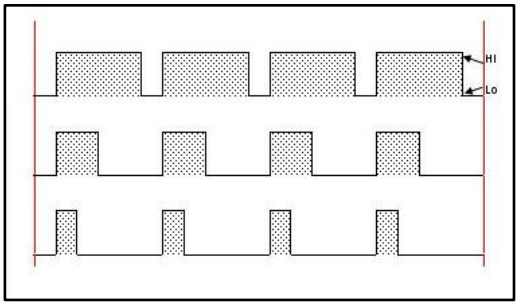
4.1 ทดลองการผลักทางด้านหน้า

4.2 ทดลองการผลักทางด้านหลัง

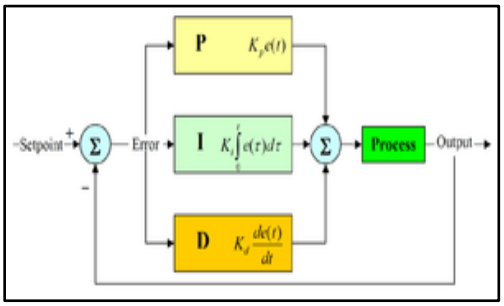
5. บทสรุป

เริ่มจากการออกแบบหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Solid Work แล้วทำการเลือกวัสดุอุปกรณ์แต่ละชนิดเลือกตำแหน่งการวางที่เหมาะสม ได้แก่ มอเตอร์ แบตเตอรี่ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์วัดมุม บอร์ดรักษาแรงดันไฟฟ้า บอร์ดจอยบังคับแบบไร้สาย และบอร์ดวงจรขับมอเตอร์ โดยคำนึงถึงน้ำหนักของอุปกรณ์ น้ำหนักรวมของหุ่นยนต์ และประโยชน์สูงสุดเป็นสำคัญ ต่อมาได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมที่จำเป็นต้องใช้กับหุ่นยนต์ ได้แก่ วงจรขับมอเตอร์ การควบคุมระบบป้อนกลับที่จำเป็นต้องใช้กับการทรงตัวของหุ่นยนต์ในส่วนของเซนเซอร์ ได้ศึกษาข้อมูลการนำหลักการของเซนเซอร์ Gyroscope และ Accelerometer มาใช้ในการวัดค่ามุมเอียงของหุ่นยนต์เพื่อนำไปใช้ในการปรับการทรงตัวของหุ่นยนต์

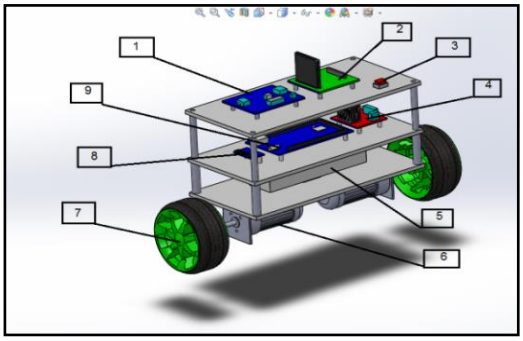
6. รูปภาพ



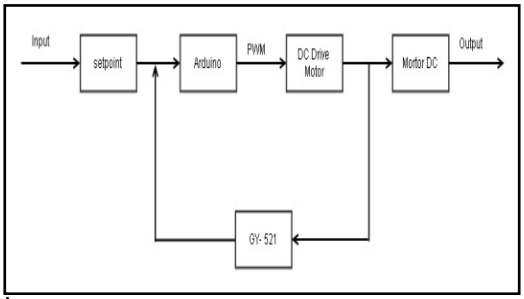
รูปที่ 1 สัญญาณ PWM



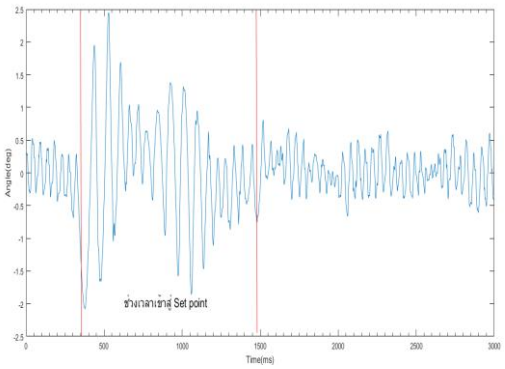
รูปที่ 2 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี



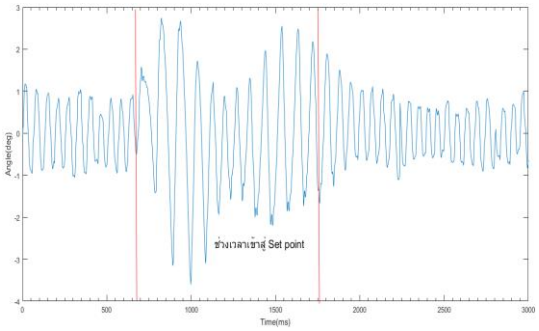
รูปที่ 3 โครงสร้างและส่วนประกอบ



รูปที่ 4 โครงสร้างระบบการทำงานของหุ่นยนต์



รูปที่ 5 กราฟแสดงเวลาการเข้า set point จากการผลักด้านหน้า



รูปที่ 6 กราฟแสดงเวลาการเข้า set point จากการผลักทางด้านหลัง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาและแนวทางวิธีการแก้ไขตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆที่ใช้ในการจัดทำโครงงานที่ช่วยให้แนวทางการทำงานตลอดจนถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ม.ป.ป, GY-521 User Guide, ออนไลน์ [สิงหาคม], สืบค้นจาก:
www.thaieasyelec.com/downloads/ESEN247/GY521_USG.pdf

[2] 2543, การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง, [กรกฎาคม], สืบค้นจาก:
http://www.adisak51.com/page21.html

[3] ม.ป.ป, ระบบควบคุมพีไอดี, ออนไลน์ [สิงหาคม], สืบค้นจาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ระบบควบคุมพีไอดี

[4] ม.ป.ป, Complementary Filter, ออนไลน์ [กรกฎาคม], สืบค้นจาก : http://industrial.uru.ac.th