การพัฒนาและสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์

(Development and Building of Humanoid Robot)

รัตนสุดา สุภดนัยสร*

*สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ ซึ่งได้รับแนวคิดมาจากการก้าวเดินของมนุษย์ที่มีลักษณะคล้ายการก้าวเดินด้วยขาของมนุษย์ ทำให้หุ่นยนต์มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้โดยใช้ขาสองขาในการเคลื่อนที่ การพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพพื้นผิวที่ต้องการเคลื่อนที่ทำได้โดยการเขียนโปรแกรมภาษาซี ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จำนวน 20 ตัว ให้มีการทำงานร่วมกัน การรักษาสมดุลของหุ่นยนต์ทำได้โดยการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับรู้ความเร่งแบบ 3 แกน (accelerometer) จัดท่าการเดินโดยใช้สมการ Inverse Kinematics (IK) ที่มีความแม่นยำและสามารถจัดท่าการเดินของแต่ละท่าโดยการกำหนดค่าแกน X Y Z ซึ่งสมการ Inverse Kinematics (IK) สามารถคำนวณหาค่าพิกัดของขาหุ่นยนต์ แสดงการเคลื่อนที่ของข้อต่อที่ต้องหมุนไปเป็นมุมต่างๆ ซึ่งทำให้มีความแม่นยำ

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์/ โปรแกรมภาษาซี/ เซอร์โวมอเตอร์

Abstract

The purpose of this research was to design and construct of the Humanoid Robot which can walk with two legs like human. Its two legs used interchangeably for complex manipulations. C-computer program was used for developing regulative program to control 20 Servo Motors. The balance of the Humanoid Robot was achieved by retrieving data from an accelerometer. Thus, the positioning of movement by using Inverse Kinematics (IK) was accurately and able to control the position of each movement. Definition of mean values in X, Y and Z axis calculated by Inverse Kinematics (IK) showed accurate position and relationship between robot legs and joint movement angles.

Keywords: Humanoid robot/ Servo motors/ C-computer program

บทนำ

ปัจจุบันการขยายตัวทางอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อุตสาหกรรมการผลิตแบบอัตโนมัติจึงเข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยหุ่นยนต์ส่วนใหญ่เป็นหุ่นยนต์ชนิดยึดอยู่กับที่ แต่เนื่องจากการผลิตบางประเภทต้องการการเคลื่อนย้าย จึงต้องทำหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่มาใช้กับงานดังกล่าว โดยทั่วไปหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่นิยมทำเป็นหุ่นยนต์ล้อและหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ด้วยขา (ธีรถวัลย์ ปานกลาง และจตุรงค์ สุคนธชาติ, 2554)

หุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ด้วยล้อที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีตั้งแต่ล้อเดียวไปจนถึงหลายล้อสามารถเคลื่อนที่ในพื้นที่ที่ค่อนข้างเรียบได้ดี แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่ความสูงเกินเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อได้ ทำให้หุ่นยนต์แบบล้อไม่เหมาะสมกับภูมิประเทศที่สลับซับซ้อนและขรุขระ ดังนั้นหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยขาจึงมีความเหมาะสมกับภูมิประเทศดังกล่าวมากกว่า ลักษณะเฉพาะคือการค่อยเป็นค่อยไปในทิศทางใดก็ได้ หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยขาที่ทำการวิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีจำนวนตั้งแต่หนึ่งขาเป็นต้นไป ยิ่งจำนวนขาน้อยยิ่งส่งผลให้ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่มีมากขึ้นเท่านั้น หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยขาสองขามีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ดีกว่าหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยขาแบบอื่น แต่เนื่องจากหุ่นยนต์สองขามีส่วนประกอบของโครงสร้างหลายชิ้นส่วนจึงทำให้การควบคุมให้หุ่นยนต์มีเสถียรภาพอยู่กับที่และขณะก้าวเดินเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและสลับซับซ้อน ดังนั้นจึงมีความสนใจในการพัฒนาและสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านอุตสาหกรรม หรือสามารถทำงานแทนมนุษย์ได้นอกจากนี้ยังได้ศึกษาระบบกลไก

การทำงานของหุ่นยนต์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอน การทำงานในชีวิตประจำวันได้ (ณัฐดนัย สิงห์-คลีวรรณ และธีรวิทย์ อัศวศิลปะกุล, 2554)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ และนำมาประยุกต์ใช้งาน

2. เพื่อพัฒนาท่าเดินของหุ่นยนต์ให้เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์แทนมนุษย์

3. เพื่อสร้างระบบขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาและสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ ในโครงการวิจัยครั้งนี้ จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรล-เลอร์ ATmega 128 รุ่น JX-mega128 ของบริษัท INEX โดยใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมควบคุม

2. หุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ในโครงการวิจัยครั้งนี้ มีขนาดความสูงประมาณ 39 เซนติเมตร ประกอบด้วย เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 20 ตัว

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้หุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการเดินของหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์

3. มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมภาษาซีผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรล-เลอร์ในการควบคุมหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ หมายถึง หุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์และเคลื่อนที่ด้วยขา สองขา

2. จลนศาสตร์ผันตรง คือการกำหนดมุมเพื่อหาตำแหน่ง เช่นการกำหนดว่าขาของหุ่นยนต์ยาวเท่าไหร่ และมุมของแต่ละข้อต่อเป็นเท่าไร เพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งอ้างอิงและตำแหน่งในระนาบ 3 มิติ

3. จลนศาสตร์ผกผัน หมายถึง กระบวน การย้อนกลับของ Forward Kinematics ซึ่งเป็นการกำหนดพิกัดของขาหุ่นยนต์และต้องการทราบว่าการเคลื่อนที่นั้นข้อต่อใดบ้างที่ต้องหมุนไปเป็นมุมเท่าไร

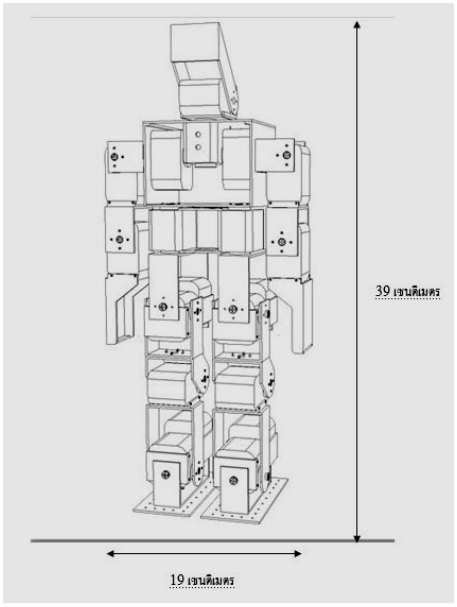
4. ประมวลผลภาพ หมายถึง การประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติActuators หมายถึง ส่วนที่มีหน้าที่ตอบสนองและปรับเปลี่ยนรูปร่างตำแหน่ง ความถี่ธรรมชาติ หรือลักษณะเฉพาะทางกลอื่นๆ เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สนามไฟฟ้า และหรือสนามแม่เหล็ก

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์เพื่อให้สามารถทำงานได้เปรียบเสมือนมนุษย์จริง

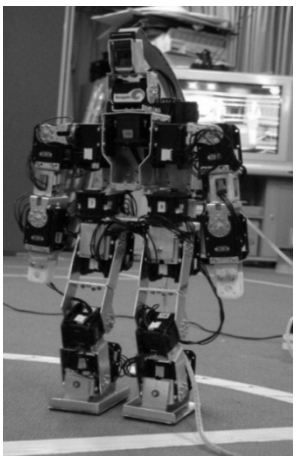
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบหุ่นยนต์เดินสองขาที่มี 6 DOF เนื่องด้วยงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้พิจารณาท่าเดินที่จะทำให้หุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าตามแนวแกนราบเท่านั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้โครงสร้างขาของหุ่นยนต์มี 6 DOF และมีการเชื่อมต่อของแต่ละข้อดังต่อไปนี้

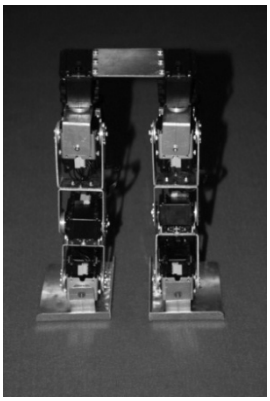


ภาพที่ 1 โครงสร้างของหุ่นยนต์เดินสองขาที่มี 6 DOF

2. ข้อต่อ (Link) และเซอร์โวมอเตอร์ (Actuators) การสร้างหุ่นยนต์สองขาขนาดเล็กเพื่อใช้ในการทดลองดังนั้นจึงได้เลือกใช้วัสดุเพื่อลดน้ำหนักของหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์มีน้ำหนักเบาที่สุดและมีความทนทานต่อแรงกระแทกสูงและมีการบิดตัวของวัสดุต่ำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเลือกใช้วัสดุอลูมิเนียมอัลลอยให้เป็นวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อต่อต่างๆ เข้าด้วยกันแต่ละข้อต่อของหุ่นยนต์จะถูกสร้างจากอลูมิเนียมที่มีความหนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ที่ถูกนำไปพับขึ้นรูปเป็นรูปแบบต่างๆ และนำมาประกอบเข้าด้วยกัน



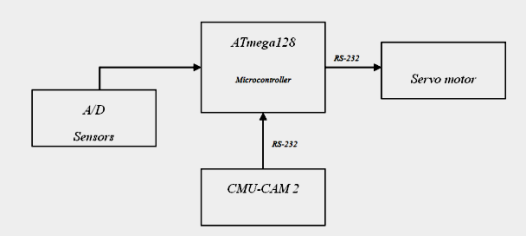
ภาพที่ 2 ข้อต่อ (Link) และโครงสร้างของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์



ภาพที่ 3 ข้อต่อ (Link) และและเซอร์โวมอเตอร์ (Actuators) ส่วนขาของหุ่นยนต์

ในการสร้างหุ่นยนต์ให้มีน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็กนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Actuator) ในแต่ละข้อต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์และเซอร์โวมอเตอร์ รุ่น AX-12 ที่เลือกใช้ในการทดลองในงานวิจัยในครั้งนี้

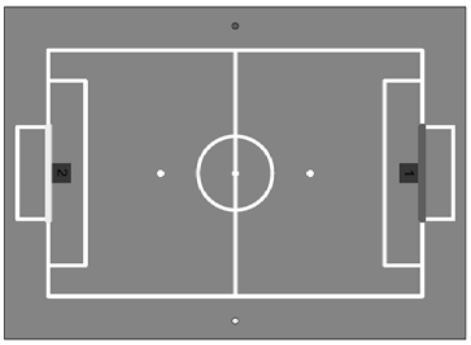
3. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ภาพรวมของการออกแบบวงจรอิเล็กทรอของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ต้องมีความเป็นอัตโนมัติทั้งระบบตั้งแต่การทรงตัว การล้มลุก การมองหาวัตถุ การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ทั้งหมดนี้ปราศจากผู้บังคับ ซึ่งสามารถจำแนกการควบคุมการทำงานของระบบของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ทั้งระบบได้



ภาพที่ 4 แสดงภาพรวมของการควบคุมหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์

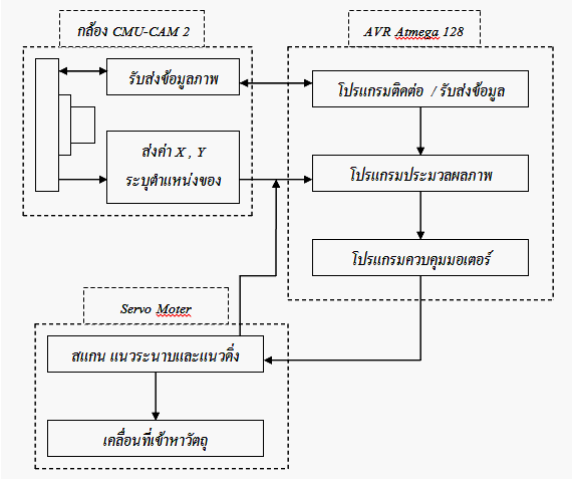
4. การทดสอบหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์

4.1 ได้เลือกการทดสอบหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์โดยเลือกใช้กฎการแข่งขันของ thailand humanoid robot soccer championship 2012 ซึ่งเป็นการแข่งขันหุ่นยนต์อัตโนมัติมาแข่งขันแตะฟุตบอลกันแต่ละทีมประกอบไปด้วยหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ทีมละ 3 ตัว ลูกฟุตบอลใช้ลูกเทนนิสสีส้มแทน เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถจำแนกสีของพื้นสนามและลูกฟุตบอลได้ โดยใช้สนามขนาด 4x6 เมตร พื้นผิวสนามเป็นพรมอัดสีเขียว เส้นสนามใช้สีขาว



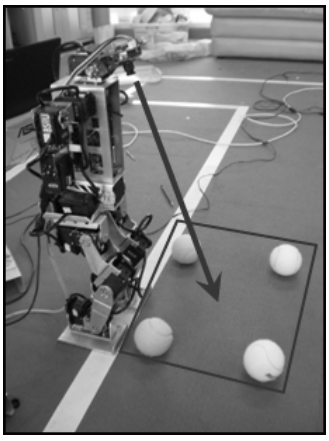
ภาพที่ 5 สนามการแข่งขัน thailand humanoid robot soccer championship 2012

หลักการทำงานของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างกล้องซีซีดี (CCD) รุ่น CMU-CAM2 และ บอร์ด MicroController AVR Atmega 128 เพื่อใช้ในการมองของหุ่นยนต์ โดยมีการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การติดต่อและการจัดการการรับส่งข้อมูล ระหว่าง กล้องซีซีดี (CCD) รุ่น CMU-CAM2 และ บอร์ด MicroController AVR Atmega 128 การรับส่งข้อมูลภาพ การส่งค่า X ,Y (ระบุตำแหน่งของวัตถุ) โปรแกรมประมวลผลภาพ โปรแกรมควบคุม Servo moter และ การปรับการทำงานของ Servo Moter ที่แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการสแกนกับส่วนเคลื่อนที่



ภาพที่ 6 แสดงผังการทำงานของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์

ในการเก็บค่าการมองในแนวระนาบ (pan) และ การมองในแนวดิ่ง (Tilt)ของ Servo นั้น จะใช้ลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม) มาวางตามตำแหน่งมุมของภาพทั้ง 4 มุม 4 ลูก จุดประสงค์ของการวางตำแหน่งแบบนี้คือถ้าหากลูกเทนนิสสีส้มไปอยู่ตำแหน่งใด ๆ ของภาพก็จะสามารถเห็นลูกเทนนิสสีส้มได้

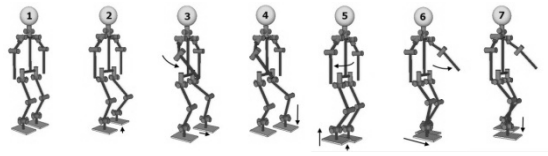


ภาพที่ 7 การวางลูกเทนนิส 4 มุมเพื่อเก็บค่าการมองในแนวระนาบและการมองในแนวดิ่ง

ในการทดลอง ได้จัดทำพื้นสนามที่ใช้ในการทดลอง เป็นพรมสีเขียวและทำตำแหน่งวางลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม)เป็นรัศมีครึ่งวงกลมซึ่งจะแบ่งระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ระยะ 30 เซนติเมตรจนถึงระยะ 210 เซนติเมตร โดยห่างกันทุกๆ 30 เซนติเมตร จากนั้นทำการเก็บค่าแสงจาก เครื่อง LUX METER ที่ใช่สำหรับวัดค่าความเข้มแสง แสดงเป็นค่าตัวเลข จำนวน 20 ค่าแล้วนำค่าแสงเหล่านั้นมาหาค่าเฉลี่ย เมื่อได้ค่าแสงเฉลี่ยที่แน่นอนแล้วจึงทำการเก็บค่าสีของลูกเทนนิสสีส้ม

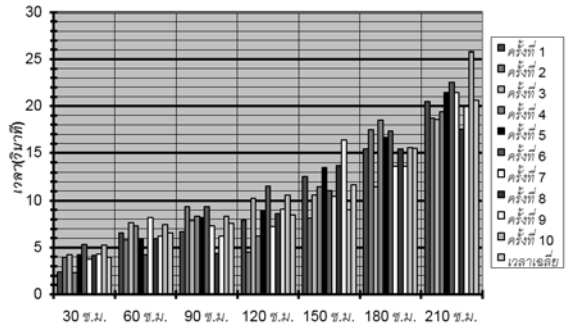
ผลการวิจัย

การจัดท่าการเดินของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์นั้นจะปรับท่าต่างๆ ดังรูปที่ 4.2 หมายเลข 1 ท่ายืนตรงเป็นการจัดท่าเริ่มของการเดิน หมายเลข 2 เอียงเท้าขวาไปทางขวาเล็กน้อยขวาพร้อมทั้งยกเท้าซ้ายขึ้น หมายเลข 3 ก้าวเท้าซ้ายไปข้างหน้าพร้อมทั้งแขนขวาไปข้างหน้า หมายเลข 4 วางเท้าซ้ายลงพร้อมทั้งย่อหัวเข่าทั้งสองข้างลงเล็กน้อย หมายเลข 5 เอียงเท้าซ้ายไปทางซ้ายเล็กน้อยและยกเท้าขวาขึ้นให้มาอยู่ตำแหน่งพอดีกับขาซ้ายพร้อมทั้งปรับแขนขวามาอยู่เหมือนท่ายืนตรง หมายเลข 6 ก้าวเท้าขวาไปข้างหน้าพร้อมทั้งแขนซ้ายไปข้างหน้า หมายเลข 7 วางเท้าขวาลงพร้อมทั้งย่อหัวเข่าทั้งสองข้างลงเล็กน้อย จากการจัดท่าการเดินของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์นั้น หมายเลข 1 จะเป็นท่าเริ่มต้น ส่วนการเดินอย่างต่อเนื่องนั้นจะใช้หมายเลข 2-7 วนไปเรื่อยๆ จะได้ท่าการเดินของหุ่นยนต์

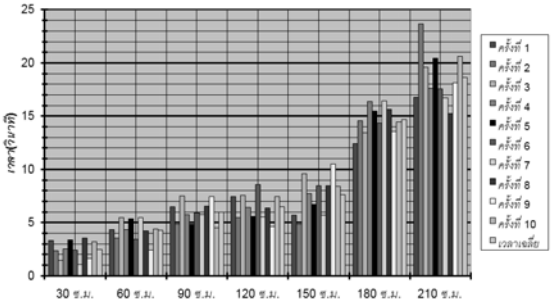


ภาพที่ 8 การก้าวเดินของหุ่นยนต์

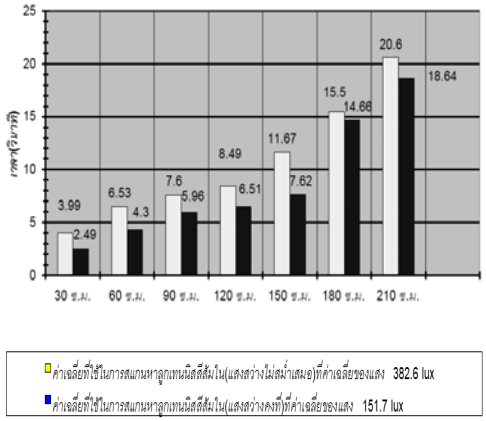
การหาลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม)ในครึ่งวงกลมรัศมี ช่วงเวลากลางวันที่มีแสงมากและไม่สม่ำเสมอ การทดลองจะทำการสแกนหาลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม) ด้านหน้าหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ 180 องศา โดยเริ่มจากระยะห่างจากหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ที่ 30 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร 90 เซนติเมตร 120 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร 180 เซนติเมตร และ 210 เซนติเมตร เพื่อจับเวลาในแต่ละช่วงระยะที่วางตำแหน่งลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม) การหาค่าแสง ในเวลากลางวันนั้น จะมีแสงรบกวนในพื้นสนามที่ทำการทดลองและพื้นที่ต่างๆ ในสนามจะมีค่าของแสงที่ไม่เท่ากัน และค่าสีที่ได้ในแต่ละตำแหน่งนั้นก็จะต่างกันดั้งนั้น การเก็บค่าแสง จะเก็บแบบสุ่มพื้นที่ในขอบเขตของพื้นสนามที่ทำการทดลองทั้งหมด 20 ค่าแล้วนำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยและทำการเก็บค่าสีจากค่าเฉลี่ยของแสงที่ได้ การหาลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม)ในครึ่งวงกลมรัศมี ช่วงเวลากลางคืนที่มีแสงคงที่ การทดลองจะทำการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้มด้านหน้าหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ 180 องศา โดยเริ่มจากระยะห่างจากหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ที่ 30 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร 90 เซนติเมตร 120 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร 180 เซนติเมตร และ 210 เซนติเมตรเพื่อจับเวลาในแต่ละระยะที่วางลูกเทนนิสสีส้ม การหาค่าแสงในเวลากลางคืนนั้น จะมีเฉพาะแสงของไฟ(หลอดฟลูออเรสเซนต์) ที่มีความสม่ำเสมอของแสงทั่วทั้งพื้นสนาม การเก็บค่าแสงจะเก็บแบบสุ่มพื้นที่ในขอบเขตของพื้นสนามที่ทำการทดลองทั้งหมด 20 ค่าแล้วนำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยและทำการเก็บค่าสีจากค่าเฉลี่ยของแสงที่ได้



ภาพที่ 9 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้มในเวลากลางวัน (แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ) ที่ค่าเฉลี่ยของแสง 382.6 lux (หน่วยเป็นวินาที)



ภาพที่ 10 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้มในเวลากลางคืน(แสงสว่างคงที่) ที่ค่าเฉลี่ยของแสง 151.7 lux (หน่วยเป็นวินาที)



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้มใน(แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ)ที่ค่าเฉลี่ยของแสง 382.6 lux และ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้มใน(แสงสว่างคงที่)ที่ค่าเฉลี่ยของแสง 151.7 lux

สรุปผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ โดยได้รับแนวคิดมาจากหุ่นยนต์ที่ใช้ในการแข่งขันหุ่นยนต์เตะฟุตบอลชิงแชมป์โลก รุ่นฮิวมานอยด์โดยใช้กฎของการแข่งขัน World Robocup 2010 ในส่วนของ Humanoid Soccer Robot ในรุ่น Kid size คือความสูงไม่เกิน 60 เซนติเมตร และต้องมีแขนสองแขน ขาสองขา ตำแหน่งของกล้องที่ใช้ในการประมวลผลภาพต้องอยู่บนหัวไหล่และที่สำคัญที่สุดหุ่นยนต์ต้องมีความเป็นอัจฉริยะสามารถล้มแล้วลุกเองปฏิบัติภารกิจเองมีความฉลาดในตัวของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ต้องปราศจากการใช้คนบังคับ แต่ในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์รุ่น AX-12 และอลูมิเนียมอัลลอยเพื่อใช้เป็นข้อต่อและส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ เพราะมีความแข็งแรงและน้ำหนักเบาเพื่อให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีความเสถียรภาพมาที่สุด

จากการทดสอบระบบการเดินของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ด้วยการจัดท่าการเดินโดยใช้สมการ Inverse Kinematics (IK) ซึ่งจะได้ท่าการเดินของหุ่นยนต์ ซึ่งต้องรักษาสมดุลในการเดิน เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเดินได้โดยไม่ล้ม มีความแม่นยำสูงและสามารถจัดท่าการเดินของแต่ละท่าโดยการกำหนดค่าแกน X Y Z ซึ่งสมการ Inverse Kinematics (IK) จะคำนวณหาค่าพิกัดของขาหุ่นยนต์ ว่าการเคลื่อนที่นั้นมีข้อต่อใดบ้างที่ต้องหมุนไปเป็นมุมเท่าไหร่ ซึ่งทำให้มีความแม่นยำ ไม่คลาดเคลื่อน

ส่วนระบบการประมวลผลภาพหรือการมองเห็นของหุ่นยนต์จากผลการทดลอง ที่ค่าแสงสว่างคงที่ (382.6 lux)ในการสแกนหาลูกเทนนิสสีส้ม ระยะ ใกล้ที่สุด (30 เซนติเมตร) จะใช้เวลาน้อยและมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เพราะขนาดของกรอบภาพจะมีขนาดเล็ก(มุมกล้องแคบ)และแสงสะท้อนรบกวน (Noise)น้อย จึงทำให้เห็นลูกบอลมีขนาดใหญ่และชัดเจนขึ้นส่งผลให้การสแกนหาลูกบอลมีประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามระยะที่ไกลที่สุด (210 เซนติเมตร) เมื่อมุมกล้องไกลออกไปหรือมีความลาดเอียงมาก จะทำให้ขนาดของกรอบภาพมีขนาดใหญ่ (มุมกล้องกว้าง)และมีแสงสะท้อนรบกวน

(Noise) มาก ทำให้เห็นขนาดของลูกบอลได้เล็กหรืออาจไม่เห็นเลย จึงทำให้ใช้เวลาในการสแกนหาลูกบอลนานและความผิดพลาดจากแสงสะท้อนรบกวน (Noise) มากขึ้น ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน จะเห็นได้ว่าแสงสะท้อนมีผลต่อการมองเห็นของหุ่นยนต์เป็นอย่างยิ่ง เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเลือกค่าแสงที่ดีที่สุดที่จะนำมาใช้เขียนโปรแกรมในการสแกนหาลูกบอล(ลูกเทนนิสสีส้ม) ให้ได้ทั่วทั้งพื้นสนาม

อภิปรายผล

จากการทดลองได้ทดสอบให้หุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยได้นำสมการ Inverse Kinematics (IK) มาช่วยจัดการเดินของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แต่ความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 128 ยังประมวลผลไม่เร็วพอและการส่งข้อมูลไปยังเซอร์โวมอเตอร์ AX-12 และอุปสรรคในการทดลองเรื่องการประมวลผลภาพของหุ่นยนต์ที่สำคัญคือ เรื่องการเก็บค่าแสงและการเก็บค่าสีเนื่องจากมีความสัมพันธ์กันเพราะในแต่ละจุดของพื้นสนาม (พื้นพรมอัดสีเขียว) ที่ใช้ในการทดสอบค่าความสว่างของแสงแต่ละจุดบนพื้นผิวของสนามมีค่าไม่เท่ากันจึงทำให้ค่าสีแต่ละจุดไม่เท่ากัน ค่าสีที่เก็บเพื่อใช้ในการหาลูกเทนนิสสีส้มจะสามารถเก็บได้เพียงค่าสีเดียวเท่านั้น เมื่อสุ่มการเปลี่ยนตำแหน่งของลูกเทนนิสสีส้มไปทั่วทั้งสนาม จะทำให้ไม่พบลูกเทนนิสสีส้มในบางตำแหน่งของพื้นสนาม จึงเป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ ทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถสแกนหาลูกฟุตบอลหรือลูกเทนนิสสีส้มในระยะที่กำหนด โดยเฉพาะบริเวณขอบสนาม

นอกจากนั้นก็ยังมีปัญหาทางเทคนิคในด้านต่างๆ เช่น ขนาดของกรอบภาพที่มีขนาดเล็กจนทำให้สามารถประมวลผลภาพได้ในระยะเพียง 2 เมตร ดังนั้นวัตถุรบกวนหรือแสงสะท้อน(Noise) จะทำการรบกวนการทำงานของกล้องได้ง่าย เนื่องจากกล้องซีซีดี (CCD) รุ่น CMU-CAM2 ไม่มีระบบปรับสมดุลแสงสีขาว ไม่มีระบบปรับความชัดเจนของภาพอัตโนมัติ และไม่มีระบบตัดสัญญาณรบกวนดังกล่าว โดยต้องปรับค่ามาตรฐานของกล้องก่อนการใช้งานเกือบทุกครั้ง ถ้าพื้นที่ในการทดลองมีวัตถุอื่นที่มีสีคล้ายหรือใกล้เคียงสีส้มจะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการทดลองเพิ่มตามไปด้วย ดังนั้นจึงทำให้ความแม่นยำของหุ่นยนต์ในการทำงานลดน้อยลงตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ที่มีเสถียรภาพสูงในการเคลื่อนที่ ทั้งยังสามารถประมวลผลภาพเพื่อหาลูกฟุตบอล ในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุไม่ว่าจะเป็นการเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา

ล้มแล้วต้องลุกได้เอง อีกทั้งยังปราศจากการบังคับด้วยมนุษย์อีกด้วย

1. รูปแบบของตัวหุ่นยนต์และโครงสร้างวัสดุ ลำตัวของหุ่นยนต์ควรมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับการรับน้ำหนักและบรรจุวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบตเตอรี การคำนวณหาขนาดของลำตัวที่เหมาะสมต่อการรับน้ำหนักของขาและโครงสร้างที่ใช้ต้องเลือกใช้วัสดุที่มีความทนทาน และมีน้ำหนักเบา

2. ทอร์กของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว ทอร์กลัพธ์ของขาแต่ละขา ควรเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์ที่มีทอร์กเท่ากันหรือมีวิธีการทดสอบหาทอร์กและคำนวณหาแรงลัพธ์ของทอร์กแต่ละขาก่อนที่จะนำมาประกอบกันเป็นตัวหุ่นยนต์

3. กล้องซีซีดี (CCD) รุ่น CMU-CAM2 ที่ใช้แทนดวงตาของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ในการมองหาลูกบอล (ลูกเทนนิสสีส้ม) จะได้ขนาดของกรอบภาพที่เล็กมุมมองที่แคบและคุณภาพของภาพต่ำจึงทำให้การมองของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์ มีประสิทธิต่ำตามไปด้วย

แนวทางในการพัฒนา คือปรับเปลี่ยนระบบการมอง และการตัดสินใจให้ดียิ่งขึ้น โดยปรับเปลี่ยนทั้งด้านฮาร์ดแวร์(Hardware) และซอฟแวร์ (Software) ให้มีคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) จะเพิ่มส่วนหลัก ๆ 2 ส่วนคือ กล้องเว็บแคม (Web cam) คุณภาพสูง ที่มีคุณสมบัติของมุมมองและกรอบภาพที่กว้างมีความละเอียดของภาพในระดับปานกลางถึงระดับสูง (แล้วแต่การนำภาพมาใช้) มีฟังก์ชั่นในการปรับความชัดเจนของภาพและปรับสมดุลแสงสว่างแบบอัตโนมัติ อีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคม (Web cam) เพื่อประมวลผลภาพโดยจะใช้บอร์ดควบคุมแบบสมองกลฝังตัว (Embedded) ขนาดเล็ก ซึ่งมีความสามารถในการทำงานใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ทุกประการ ในส่วนของซอฟแวร์ (Software) จะใช้โปรแกรม โอเพนซีวี (Open CV) ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมที่ใช้ร่วมกับโปรแกรมที่ใช้เขียนระบบการประมวลผลภาพ ที่มีฟังก์ชั่น ในการจัดการภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคม (Web cam) หรือภาพต่างๆ เช่น การคัดลอกภาพ การแยกวัตถุในภาพเดียวกัน การเปลี่ยนโมเดลสี การหาจุดกลางภาพ เป็นต้น โปรแกรมโอเพนซีวี (Open CV) เป็นโปรแกรมที่นิยมนำมาใช้เพื่อประมวลผลภาพและเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมจะนำมาใช้เพื่อการพัฒนาการมองของหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์เป็นอย่างยิ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ฐิติศักดิ์ จันทร์พรหม, (2546), **การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมการรักษาสมดุลแบบพลศาสตร์ของหุ่นยนต์ฮิวแมน**

นอยด์, วิทยานิพนธปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ และธีรวิทย์ อัศวศิลปะกุล, (2554). หุ่นยนต์เก็บกู้ระเบิดควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย**. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์**, 11(2): 93-107.

ธีรถวัลย์ ปานกลาง และจตุรงค์ สุคนธชาติ . (2554). การออกแบบและควบคุมหุ่นยนต์ต้นแบบ SWU 6 ขา สำหรับสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์**. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์**, 11(2): 53-66.

พิรณัฐ วิรุณหะ, (2551), **การหาโมเดลทางคณิตศาสตร์ของหุ่นยนต์กู้ระเบิดโดยวิธีการของดีนาวิทฮาร์ทเทนเบอร์ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม-เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วีระยุทธ สวัสดี, (2550), **การลดแรงกระแทกการเดินสองขาในหุ่นยนต์ฮิวมานอยด์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ,สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Bradski, G. and Kaehler, A. (2008). **Learning Open CV.** USA: O'Reilly.

Dudek G., Jenkin, M., (2000). **Computational Principles of Mobile Robotics**. 1st edition. UK: Cambridge University Press.

Gonzalez, R.C. (2001). **Digital Image Processing**. 2nd edition. USA:Prentice.

Jain R., Kasturi, R., and Schunck B.G. (1995). **Machinevision**. NewYork: McGRAW-Hill.

Kulvanit P., and et al. (2005). **Team KMUTT: Team description paper**. Robocup 2005: Humanoid League.

Kaichun Jiang, Lakmal D. Seneviratne and S. W.E. Earles, (1998). A Shortest Path Base PathPlanning Algorithm for Nonholonomic Mobile Robot. **Journal of Intelligent and Robotic Systems**, **24:** 347–366.

Ohya, A. Kosaka, A. and Kak, A. (1998). Vision-Based Navigation by a Mobile Robot with Obstacle avoidance Using Single-Camera Vision and Ultrasonic Sensing. **IEEE Transaction on Robotics and Automation**, 14: 969-978.

Crust Crawler Robotics. (2006). **Bioloid QuickStart Comprehensive Kit Robot Series**. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2555 จาก http://www.crust crawler.com/