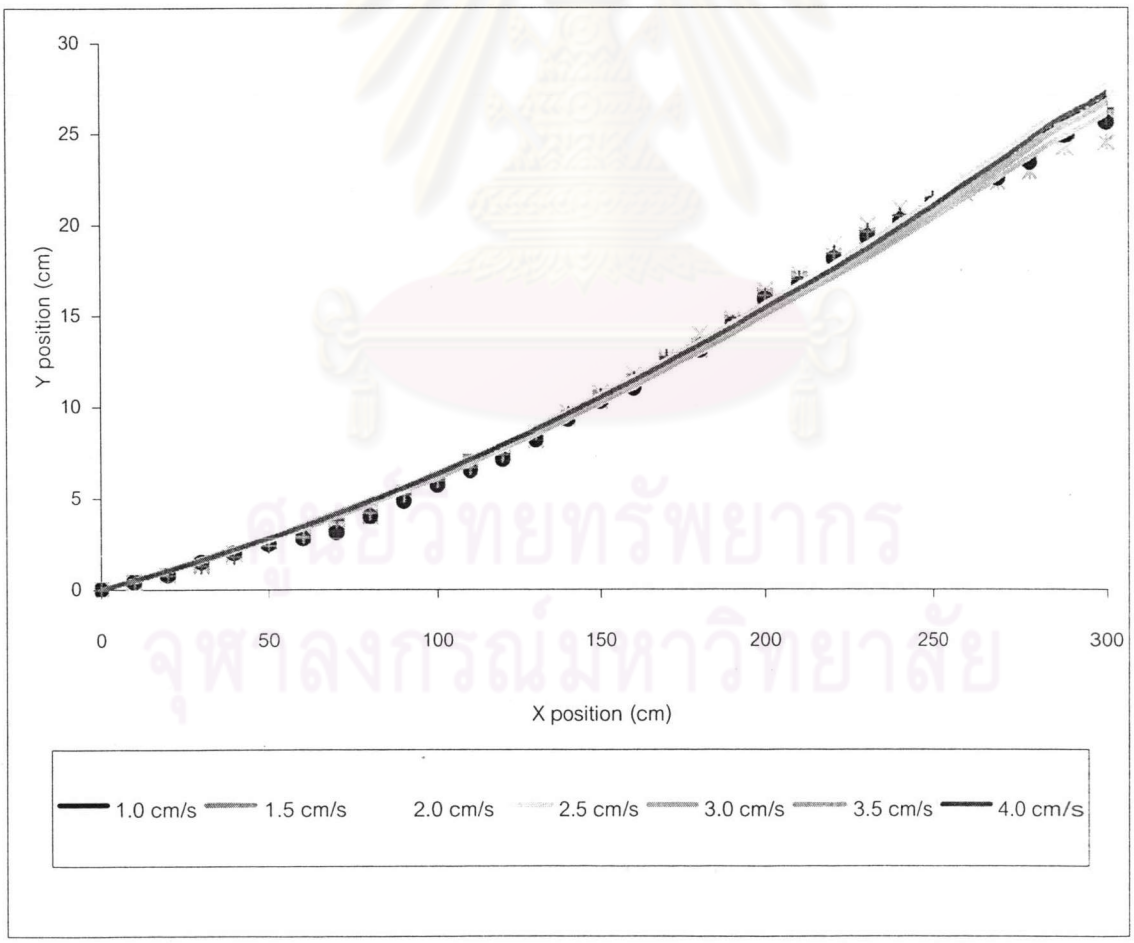
บทที่ 7
วิเคราะห์ สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

7.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง ในส่วนแรกจะพิจารณาถึงผลกระทบของความเร็วและท่าเดินที่แตกต่างกัน จะทำให้หุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงเบี่ยงเบนออกจากแนวที่ควรจะเป็นขนาดไหน และในส่วนที่สองจะพิจารณาถึงการเคลื่อนที่บนพื้นเอียงโดยใช้ท่าเดินที่แตกต่างกัน ซึ่งจะพิจารณาแยกกันในแต่ละท่าเดิน คือ

- ท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait)
- ท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait)
- ท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait)

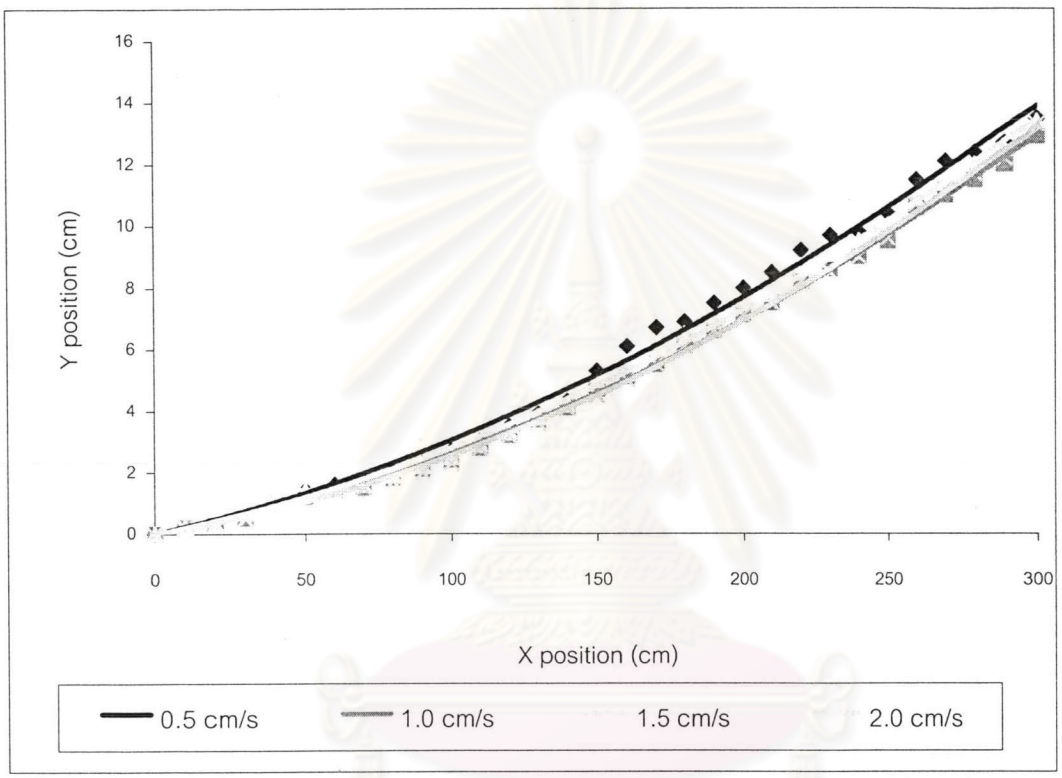
7.1.1 ท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait)



รูปที่ 7.1 ผลการทดลองเคลื่อนที่บนพื้นราบในแนวเส้นตรงของท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) ที่ความเร็วต่าง ๆ

พิจารณาจากรูปที่ 7.1 พบว่าในท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเบี่ยงเบนในการเดินของหุ่นยนต์ เพราะจากกราฟค่าความเบี่ยงเบนไม่ได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงสัมพัทธ์กับความเร็ว แต่จะเป็นในลักษณะสุ่มมากกว่า โดยที่แต่ละตำแหน่งของการเคลื่อนที่จะมีค่าความเบี่ยงเบนแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากความผิดพลาดในการทดลอง

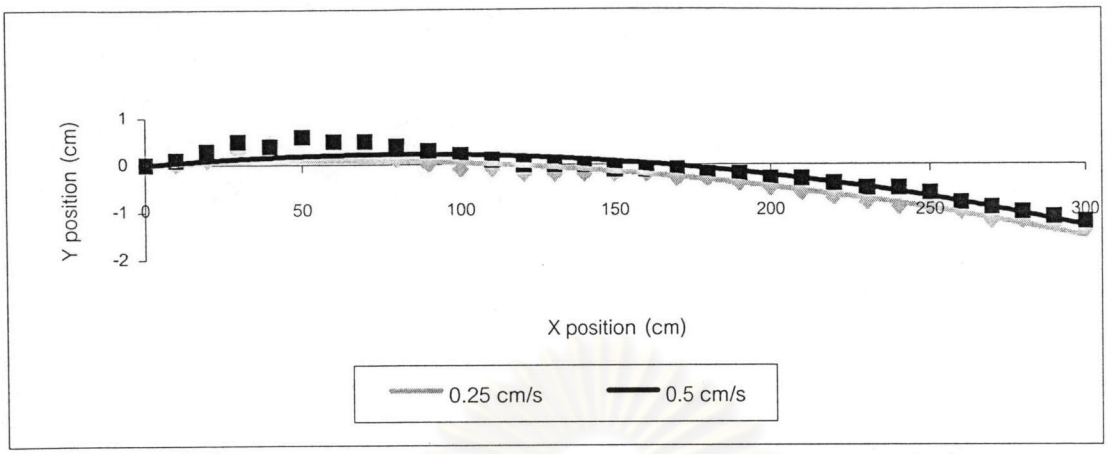
7.1.2 ท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait)



รูปที่ 7.2 ผลการทดลองเคลื่อนที่บนพื้นราบในแนวเส้นตรงของท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait) ที่ความเร็วต่างๆ

พิจารณาจากรูปที่ 7.2 พบว่าในท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait) ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเบี่ยงเบนในการเดินของหุ่นยนต์ เพราะจากกราฟค่าความเบี่ยงเบนไม่ได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงสัมพัทธ์กับความเร็ว แต่จะเป็นในลักษณะสุ่มมากกว่า โดยที่แต่ละตำแหน่งของการเคลื่อนที่จะมีค่าความเบี่ยงเบนแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากความผิดพลาดในการทดลอง

7.1.3 ท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait)



รูปที่ 7.3 ผลการทดลองเคลื่อนที่บนพื้นราบในแนวเส้นตรงของท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) ที่ความเร็วต่างๆ

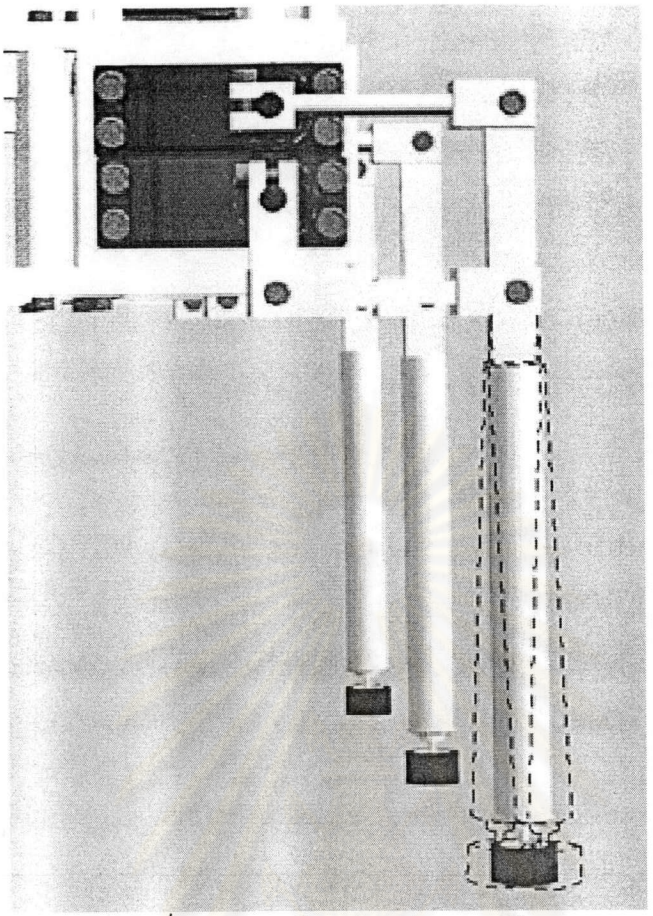
พิจารณาจากรูปที่ 7.3 พบว่าในท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเบี่ยงเบนในการเดินของหุ่นยนต์เช่นเดียวกับ ท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) และ ท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait)

7.2 สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของปลายขาของหุ่นยนต์เป็นการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งความผิดพลาดของตำแหน่งปลายไม่ขึ้นกับความเร็ว

ในกรณีของท่าเดินที่แตกต่างกัน พบว่า ท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) มีความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait) มีความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่รองลงมา และท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) มีความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่มากที่สุด

ความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการลื่นไถลที่ปลายขาของหุ่นยนต์ (Slip) และความไม่แข็งเกร็งของกลไก เช่น กลไกของขาและแบคแลช (Backlash) ภายในชุดเฟืองของอาร์ซีเซอร์โวมอเตอร์ การลื่นไถลที่ปลายขาของหุ่นยนต์และความไม่แข็งเกร็งของกลไกส่งผลให้การวางตัวของหุ่นยนต์มีความคลาดเคลื่อน ในขณะที่ขาหุ่นยนต์แตะพื้น



รูปที่ 7.4 ความไม่แข็งเกร็งของกลไก

ในการทดลองแต่ละครั้งจะต้องนำหุ่นยนต์มาตั้งที่จุดเริ่มต้นก่อนเสมอ ซึ่งในการตั้งในแต่ละครั้งจะใช้หัวเลเซอร์ทั้ง 3 อัน ในการกำหนดแนวการวางตัวของหุ่นยนต์ในตอนเริ่มต้น ซึ่งในความเป็นจริง แนวการวางตัวของหัวเลเซอร์ทั้ง 3 อัน อาจจะมีความคลาดเคลื่อนจากแนวการวางตัวของหุ่นยนต์ที่แท้จริงอยู่บ้าง จึงทำให้เกิดความผิดพลาดของทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

และในการตั้งหุ่นยนต์ที่จุดเริ่มต้น อาจจะไม่ใช่ตำแหน่งเดียวกันเสมอไป อาจมีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อยจึงเป็นผลให้กราฟของตำแหน่งของการเคลื่อนที่กับค่าความเบี่ยงเบน ที่ความเร็วต่างๆของแต่ละท่าเดินไม่ทับกันสนิท แต่จะแตกต่างกันเล็กน้อย

จากผลการทดลองเคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่ความชันต่างๆของท่าเดินแบบแต่ละแบบพบว่า ท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) มีความสามารถในการขึ้นพื้นเอียงมากที่สุด ท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait) มีความสามารถในการขึ้นพื้นเอียงรองลงมา และท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) มีความสามารถในการขึ้นพื้นเอียงน้อยที่สุด

สาเหตุเนื่องมาจาก ในขณะที่หุ่นยนต์เดิน ท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) ใช้ขาในการส่งกำลังให้เคลื่อนที่ถึง 5 ขา ดังนั้นท่าเดินแบบลูกคลื่นต่ำ (Slow wave gait) จึงมีกำลังในการเคลื่อนที่สูงที่สุด ทำให้สามารถขึ้นพื้นเอียงที่ชันกว่าได้ ส่วนท่าเดินแบบกระเพื่อม (Ripple gait) ใช้ขาในการส่งกำลังให้เคลื่อนที่ 4 ขา จึงมีกำลังในการเคลื่อนที่รองลงมา และท่าเดินแบบไทรพอด (Tripod gait) มีกำลังในการเคลื่อนที่น้อยที่สุดเพราะใช้ขาในการส่งกำลังให้เคลื่อนที่เพียง 3 ขา

7.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้อาจแบ่งได้ดังนี้

1. การปรับปรุงความถูกต้องในการเคลื่อนที่
2. การเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่บนพื้นเอียงและข้ามสิ่งกีดขวาง
3. การเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจ โดยการเพิ่มอุปกรณ์ตรวจรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

7.3.1 การปรับปรุงความถูกต้องในการเคลื่อนที่

จากที่กล่าวมาแล้ว ความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ส่วนใหญ่มาจากการลื่นไถลที่ปลายขาของหุ่นยนต์และความไม่แข็งเกร็งของกลไก ซึ่งการที่จะแก้ปัญหาโดยให้หุ่นยนต์เดินโดยไม่มีการลื่นไถลเลยนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ดังนั้นการทำให้หุ่นยนต์สามารถรับรู้สิ่งแวดล้อมหรือมีการป้อนกลับกับสิ่งแวดล้อมได้ จึงวิธีหนึ่งที่ง่ายกว่าที่จะเพิ่มความถูกต้องในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ในปัจจุบันได้มีการเพิ่มความถูกต้องในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยใช้เทคโนโลยีการนำร่อง ซึ่งจะใช้อุปกรณ์วัดตำแหน่งอื่น ๆ ช่วยในการวัดตำแหน่งจริง เช่นระบบหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) หรือการหาตำแหน่งโดยใช้เข้มทิศร่วมกับเอ็นโคเดอร์ ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถปรับตัวได้ดีในสภาวะที่จะทำให้เกิดความไม่แน่นอนในการเคลื่อนที่ เปรียบได้กับเป็นการควบคุมแบบป้อนกลับ

7.3.2 การเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่บนพื้นเอียงและข้ามสิ่งกีดขวาง

สามารถทำได้โดยเปลี่ยน Elbow servo ให้มีกำลังมากขึ้น จะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่ชันได้มากขึ้นและข้ามสิ่งกีดขวางที่สูงขึ้นได้

7.3.3 การเพิ่มอุปกรณ์ตรวจรู้การเพิ่มอุปกรณ์ตรวจรู้ต่าง ๆ

จะทำให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้น เช่นการหลบเลี่ยงสิ่งกีดขวาง การวางแผนการเคลื่อนที่ (Path planning) ระบบที่ใช้คือระบบการมองของหุ่นยนต์ (Robot vision) โดยใช้กระบวนการทางภาพ (Image Processing) เพื่อวิเคราะห์พื้นที่หรือสิ่งกีดขวาง หรืออาจใช้ระบบโซนาร์หาระยะทาง (Sonar Range Finder System) เพื่อหาระยะทางระหว่างสิ่งกีดขวางและหุ่นยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย