บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จุดประสงค์ของการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีในการสร้าง Robot Vision โดยการนำแขนกลมาประยุกต์ใช้กับระบบการมอง (vision system) โดยในการศึกษาเน้นในกรณีของวัตถุตัวอย่างที่รู้ค่าความสูง โดยงานในส่วนแรกเกี่ยวข้องกับแยกชนิดของวัตถุตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด ในการแยกชนิดของวัตถุนั้นใช้หลักการเปรียบเทียบแกนหลัก (principal axis comparison) และการเข้ารหัสลูกโซ่ (chain code) กรณีการเข้ารหัสลูกโซ่นั้นจากผลการทดลองพบว่า ในกรณีวัตถุชนิดเดียวกันที่มีการวางตัวที่สอดคล้องกันจะทำให้ผลการเข้ารหัสลูกโซ่มีผลออกมาเหมือนกัน โดยการเข้ารหัสลูกโซ่จะส่งผลสอดคล้องกันกับผลรวมของการเข้ารหัสในแต่ละทิศทาง แต่ในกรณีของวัตถุชนิดเดียวกันที่มีการวางตัวที่แตกต่างกัน โดยทฤษฎีสามารถแสดงได้ด้วยรหัสลูกโซ่แบบความแตกต่าง แต่จากผลการทดลองค่าที่ได้โดยส่วนมากไม่สอดคล้องกันเนื่องมาจากมุมในการวางตัวของวัตถุเป็นมุมที่เป็นอิสระ แต่ผลต่างของการเข้ารหัสลูกโซ่นั้นใช้ได้กับกรณีที่วัตถุวางตัวเป็นมุมที่เป็นจำนวนเท่าของมุม 45 องศา ดังนั้นจากการทดลองเราจึงใช้ค่าของความยาวโคดแทนในการใช้การเข้ารหัสลูกโซ่และรหัสลูกโซ่แบบความแตกต่าง ดังนั้นในการแยกชนิดของวัตถุในงานวิทยานิพนธ์นี้จึงใช้วิธีการเปรียบเทียบแกนหลักและความยาวโคด

ส่วนในการสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่พารามิเตอร์ที่ต้องรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากค่าความสูงแล้วคือการหาค่าตำแหน่งของวัตถุใน 2 มิติคือค่าในแกน x ค่าในแกน y ที่อ้างอิงที่ฐานของแขนกล โดยวิธีที่ใช้ในหาตำแหน่งของวัตถุที่ใช้ในการทดลองมี 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 ผลการทดลองกรณีวิธีนี้ค่าที่ได้ผิดพลาดค่อนข้างมากเนื่องจากปัญหาดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว ในกรณีวิธีที่ 2 ตำแหน่งที่ได้ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ K และ ตำแหน่งของจุดเซ็นทรอยด์ของภาพ โดยที่พารามิเตอร์ K ที่ใช้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในการหา และข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของจุดเซ็นทรอยด์ กับ ตำแหน่งของวัตถุที่แขนกลใช้ในการเคลื่อนที่ไปจับ ถ้าข้อมูลตัวอย่างที่ใช้เป็นข้อมูลที่ดีก็จะทำให้ค่า K ที่ได้เป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับการแปลงและทำให้ตำแหน่งที่ได้มีความถูกต้องสูง ดังนั้นในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่จึงใช้วิธีที่สอง

ในกรณีของมุมที่ใช้ในการสั่งให้ปากจับ (gripper) ของแขนกลบิดพบว่าในกรณีของวัตถุที่มีแกนหลักเป็นแกนสมมาตรเพียงแกนเดียวเช่นตัวอย่างวัตถุที่เลือกใช้คือสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปหัวค้อน และ รูปลูกศร สามารถคำนวณหามุมเอียงได้จากสูตรที่ได้กล่าวไว้ แต่ในกรณีของวัตถุที่มีแกนหลักเป็นแกนสมมาตรตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไปเช่นตัวอย่างวัตถุที่เลือกใช้คือวงกลมขนาดใหญ่, วงกลมขนาดเล็ก และ สี่เหลี่ยมจัตุรัส การคำนวณหามุมไม่สามารถคำนวณหาได้จากสูตรที่กำหนด แนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกรณีของวัตถุตัวอย่างที่เกิดขึ้นคือในกรณีของสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ เนื่องจากลักษณะขอบของสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นขอบที่เป็นเส้นตรงดังนั้นเราสามารถประมาณได้ด้วยสมการถดถอยที่เป็นเชิงเส้น (linear regression) :ซึ่งผลที่ได้ก็จะสอดคล้องกับภาพการวางตัวของวัตถุรูปนั้น ส่วนในกรณีของวงกลมขนาดใหญ่และวงกลมขนาดเล็กมุมเอียงไม่จำเป็นต้องใช้เนื่องจากแขนกลสามารถจับได้ แต่ในกรณีของมุมบิดที่ใช้ในการสั่งให้กับแขนกลนั้นประกอบด้วย 2 ส่วน ดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจากการทดลองค่าของมุมที่ได้อาจมีการผิดพลาด เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น

จากการทดลองในแง่ของเวลาพบว่าขั้นตอนของการประมวลผลภาพ ถ้าการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยตัวกรองเฉลี่ยจะใช้เวลาประมาณ 1.76 วินาที และถ้าตัดการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใชตัวกรองเฉลี่ยออกใช้เวลาประมาณ 0.88 วินาที และในขั้นตอนต่อมาคือการหาชนิดของวัตถุโดยวิธีทั้งสองใช้เวลาประมาณ 0.11 วินาที และในขั้นตอนของการวิเคราะห์หาตำแหน่งของจุดเซ็นทรอยด์และทำการแปลงตำแหน่งที่ได้ให้เป็นตำแหน่งของวัตถุที่อ้างอิงที่ฐานของแขนกลใช้เวลาประมาณ 0.06 วินาที ส่วนขั้นตอนในการนำสัญญาณภาพเข้ามาผ่านขบวนการดังกล่าวผ่านทางการ์ด A/D จะใช้เวลาประมาณ 5 วินาที และส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือการสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่ไปจับวัตถุที่ตรวจจับได้ เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเร็วที่แขนกลใช้ในการเคลื่อนที่และตำแหน่งของวัตถุที่แขนกลต้องเคลื่อนที่ไปจับ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิทยานิพนธ์นี้มีหลายประการ คือ ประการแรกข้อมูลที่ได้จากการ์ด A/D จากส่วนที่หนึ่งของโปรแกรมซึ่งเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับเรื่องของหน่วยความจำและทำให้เสียเวลาในการกระทำกับข้อมูลขนาดใหญ่ และ ประการที่สองในกรณีของวัตถุที่มีแกนหลักเป็นแกนสมมาตรหลายแกน จะมีปัญหาเรื่องมุมการวางตัวของวัตถุเพราะจากสูตรที่ใช้ในการหามุมในการวางตัวไม่ได้สนับสนุนในกรณีนี้ไว้ และ ประการที่สามเกี่ยวกับเรื่องของมุมที่ใช้ในการสั่งให้กับปากจับของแขนกลซึ่งในกรณีของแขนกลที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์นี้เป็นแขนกลประเภท Articulate robot arm ซึ่งตำแหน่งของที่ตั้งของวัตถุจะมีผลต่อมุมของแขนกลด้วย

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การหามุมเอียงของวัตถุมีข้อจำกัดไม่สามารถใช้ได้กับกรณีของวัตถุที่มีแกนหลักเป็นแกนสมมาตรมากกว่า 1 แกน ดังนั้นควรหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อสามารถนำไปใช้ได้กับกรณีตัวอย่างที่กว้างขึ้น
2. การหาตำแหน่งของวัตถุโดยวิธีการแปลงเพอร์สเปคทีฟ มีค่าผิดพลาดซึ่งปัญหาหลักเกิดจากค่าความบิดเบือนของเลนส์ ซึ่งปัญหาดังกล่าวควรทำการศึกษาและแก้ปัญหาในเวลาต่อไป
3. ลักษณะงานวิทยานิพนธ์ที่ทำเป็นลักษณะการควบคุมแบบเปิดดังนั้นตำแหน่งที่ได้อาจมีข้อผิดพลาด ดังนั้นถ้าต้องการความถูกต้องของตำแหน่งและการวางตัวของวัตถุควรจะทำการควบคุมแบบปิด