บทที่5

5.1 สรุป

แขนหุ่นยนต์แบบ 6 แกน ได้ถูกพัฒนาขึ้นให้ สามารถควบคุมการที่เคลื่อนที่ไปยังพิกัดตามที่กำหนดและสามารถควบคุมแรงที่กระทำจากปลายแขนหุ่นยนต์ได้นั้นสามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ประเภทต่างๆ ซึ่งในอนาคตหุ่นยนต์จะมีบทบาทมากขึ้นในการช่วยเหลือแพทย์ในการตรวจและวินิจฉัยโรคต่างๆ เช่น การใช้แขนหุ่นยนต์ในการจับเครื่องมืออัลตราซาวด์หรือการผ่าตัดแผลขนาดเล็ก ทั้งนี้แขนหุ่นยนต์ดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆตามที่ต้องการ โดยแขนหุ่นยนต์จะทำงานโดยรับคำสั่งที่เราได้ทำการเขียนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ให้กับ SPiiPlus Motion Controller และ Controller นี้จะสั่งงานให้ไดร์ควบคุมมอเตอร์แบบดีซีเซอร์โวให้หมุนไปยังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย Microsoft Visual C++ โดยมีเอนโค้ดเดอร์ที่เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณป้อนกลับแบบพัลส์เพื่อบอกองศาการหมุนและความเร็วการหมุนของมอเตอร์ไปให้กับไดร์ควบคุมมอเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในแต่ละแกน นอกจากนั้นยังได้ทำการวัดแรงที่ใช้ในการกดและการจำลองการผ่าตัดเนื้อเยื่อ 2 ชนิด คือเนื้อไก่และเนื้อหมู ซึ่งจะเป็นคุณลักษณะพื้นฐานเพื่อใช้ในการควบคุมการผ่าตัดได้ต่อไป

ในส่วนของการสร้างแขนหุ่นยนต์แบบ 6 แกนในงานวิจัยนี้ ระบบการควบคุมการเคลื่อนที่จะประกอบไปด้วย คอนโทรลเลอร์ รุ่น SPiiPlus PCI แบบ 6 แกน ซึ่งเป็นคอนโทรลเลอร์ที่มีความแม่นยำในการทำงานสูงและมีความเร็วสูงในการส่งข้อมูลคำสั่งเพื่อไปควบคุมไดร์ขับมอเตอร์ โดยได้ใช้การสื่อสารระหว่างคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง อีเทอร์เน็ต ส่วนไดร์ควบคุมมอเตอร์ของแขนหุ่นยนต์ได้ใช้ไดร์ควบคุมมอเตอร์ รุ่น Junus ในการควบคุมดีซีเซอร์โวมอเตอร์แกนที่ 1 ส่วนแกนที่ 2, 4 และ 5 ใช้ไดร์ควบคุมดีซีเซอร์โวมอเตอร์ รุ่น Accelus ส่วนแกนที่ 3 ใช้ไดร์ควบคุมดีซีเซอร์โวมอเตอร์ รุ่น Xenus Micro และแกนที่ 6 ใช้ไดร์ควบคุมมอเตอร์ รุ่น Accelus Card ในการควบคุมดีซีเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนเกียร์ของแขนหุ่นยนต์ในแต่ละแกนนั้นใช้ ฮาร์โมนิกส์เกียร์ซึ่งมีความแม่นยำสูงมาก มอเตอร์ของแขนหุ่นยนต์นั้นใช้มอเตอร์ Yaskawa ในแขนแกนที่ 1, 3, 4, 5 และมอเตอร์ ABB Robotic ในแขนแกนที่ 2 ส่วนแกนที่ 6 ใช้มอเตอร์ของ SANYO DENKI ส่วนเอนโค้ดเดอร์ของแขนแกนที่ 1 และ 6 เราได้ทำการเลือกใช้เอนโค้ดเดอร์ของ โซนี่ ส่วนแกนที่ 2, 3, 4, 5 ใช้เอนโค้ดเดอร์ Yaskawa ซึ่งมีความละเอียด 2048 พัลส์ ซึ่งถือว่าสูงมาก ในการวัดแรงและโมเมนต์ทั้งใน 3 พิกัด ได้ใช้เซนเซอร์แบบ Load Cell ของ KYOWA รุ่น LFX-A-1KN ที่สามารถวัดแรงได้ละเอียด

ในการทดลองแขนหุ่นยนต์ส่วนแรก เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่วัดจากความคลาดเคลื่อนของแขนหุ่นยนต์ โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ส่วน คือ

1.) การทดลองเพื่อหาค่าความแม่นยำในการทำงานซ้ำค่าเดิม โดยผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าความผิดพลาดของปลายแขนหุ่นยนต์น้อยมากประมาณ 10 ไมโครเมตร ซึ่งแสดงว่าความผิดพลาดในแต่ละข้อต่อมีค่าน้อยมาก ซึ่งความผิดพลาดรวมทั้ง 6 แกน ก็จะมีค่าน้อยไปด้วยเช่นกัน

2.) การทดลองความคลาดเคลื่อนของแขนหุ่นยนต์ เมื่อมวลที่ปลายแขนมีค่าเพิ่มมากขึ้น ผลการทดลองที่ได้นั้น พบว่าเมื่อทำการเพิ่มน้ำหนักที่ปลายแขนหุ่นยนต์ (โดยใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 1.2, 1.6, 2.0 kg.) จะส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงานของแขนหุ่นยนต์เพิ่มมากขึ้นโดยเปรียบเทียบได้จากกราฟของตำแหน่งอ้างอิงเทียบกับค่าของตำแหน่งที่เคลื่อนที่จริงของแขนหุ่นยนต์ในแต่ละแกนซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนของความเร็วสูงสุดเท่ากับ 0.00302 เรเดียนต่อวินาที

3.) การทดลองหาความคลาดเคลื่อนเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมต่างกัน จากผลการทดลองพบว่าที่ความเร็ว 30000 พัลล์ต่อวินาที แขนหุ่นยนต์มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าการเคลื่อนที่ๆมีความเร็ว 20000 พัลล์ต่อวินาที ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ในแต่ละแกนนั้นมีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการทำงาน ยิ่งแขนหมุนด้วยความเร็วมากเท่าไรค่าความคลาดเคลื่อนก็จะมากขึ้นเท่านั้นซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนของความเร็วเชิงมุมสูงสุดเท่ากับ 0.0251 เรเดียนต่อวินาทีๆ

4.) การทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยสมการทางจลศาสตร์โดยใช้ Jacobian จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนระหว่างตำแหน่งที่วัดได้จริงกับตำแหน่งที่ต้องการหรือคำนวณได้จากเทคนิคทางจลศาสตร์นี้มีค่าน้อย โดยผู้วิจัยคาดว่าความคลาดเคลื่อนนั้นมาจากการวัดที่อาจมีความผิดพลาด เนื่องจากในการวัดตำแหน่งของปลายแขนหุ่นยนต์โดยใช้ลุกดิ่งผูกติดกับกึ่งกลางของปลายแขนแล้วจึงใช้ไม้บรรทัดวัดเทียบกับฐานของแขนหุ่นยนต์ ค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุด

ในการทดลองแขนหุ่นยนต์ในส่วนที่สอง เพื่อทดสอบการกดและการจำลองการผ่าตัดเนื้อและการควบคุมแรงกดและการเคลื่อนที่แบบ impedance นั้น การทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน

1.) การทดลองเพื่อทดสอบการวัดแรงกดและแรงเสียดทานเมื่อปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนบนเบาะตามแนวแกน X จากการทดสอบ จะเห็นได้ว่า เซนเซอร์วัดแรงจาก Kyowa รุ่น LFX-A-1KN แบบ 6 แกน สามารถตอบสนองต่อแรงที่กระทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถวัดแรงที่กระทำต่ำสุดได้ที่ 5 N โดยอ่านค่าได้อย่างชัดแจนส่วนค่าที่ต่ำกว่านี้ก็สามารถวัดได้ แต่กราฟที่ได้มีการแกว่งอยู่ตลอดเวลาอันเกิดเนื่องมาจากมีสัญญาณรบกวนจากภายนอก

2.) การทดลองเพื่อทดสอบการวัดแรงกดและแรงเสียดทานเมื่อปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนบนเนื้อสัตว์ตามแนวแกน X จากการทดลองการวัดแรงกระทำจากการเคลื่อนที่ไปบนเนื้อสัตว์โดยได้ทดสอบกับเนื้อไก่ และเนื้อหมู จะเห็นได้ว่าเมื่อปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปบนระนาบของเนื้อ หากใต้เนื้อมีกระดูกอยู่ด้านใต้ก็จะทำให้แขนหุ่นยนต์ออกแรงกระทำขณะเคลื่อนที่ผ่านบริเวณนั้นเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบผ่านเนื้อหมูเมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 4.36 และรูปที่4.41 จะเห็นได้ว่า รูปที่ 4.41 มีเส้นกราฟที่เป็นค่าแรงเสียดทานในแนวแกน X และแรงกดในแกน Z หายไปเกิดเนื่องจากเมื่อใบมีดเคลื่อนที่ไม่สัมผัสกับกระดูกส่วนค่าแรงที่เกิดจากชิ้นเนื้อออกแรงต้านด้านหน้าใบมีดมีค่า 6 N และ 12 N โดยดูได้จากรูปที่ 4.41 ที่ช่วงเวลา