บทที่ 6

บทสรุป

6.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการหาค่าแรงเสียดทานของระบบทางกล และแบบจำลองความเสียดทาน ที่สามารถนำไปใช้ในการชดเชยแรงเสียดทานร่วมกับการเพิ่มสัญญาณความถี่สูงเข้าสู่ระบบเพื่อลดผลกระทบจากแรงเสียดทานในช่วงเวลาที่ใกล้หยุดนิ่งได้

ในส่วนแรกของงานวิจัยได้นำเสนอแนวทางในการหาค่าแรงเสียดทานของระบบทางกล โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากอุปกรณ์วัดตำแหน่ง ซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่มีอยู่ในระบบทางกลทั่วไป โดยแนวทางที่ว่านี้ อยู่บนพื้นฐานของการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลและการใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข ในการหาค่าอนุพันธ์ของข้อมูลตำแหน่ง เพื่อให้ได้มาซึ่ง ข้อมูลความเร็วและข้อมูลความเร่ง ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาระเบียบวิธีเชิงตัวเลขแบบ Finite Divided Difference การเพิ่มความแม่นยำแก่การหาค่าอนุพันธ์ด้วยวิธี Richardson Extrapolation และการหาค่าอนุพันธ์โดยใช้วิธี 2^{nd} polynomial fitting ซึ่งพบว่าสองวิธีแรกไม่เหมาะสมในการนำไปใช้หาค่าอนุพันธ์ของข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน เนื่องจากระเบียบวิธีเชิงตัวเลขดังกล่าว มีคุณสมบัติในการขยายผลของสัญญาณรบกวน ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปในใช้การหาค่าอนุพันธ์จากข้อมูลที่วัดได้ เนื่องจากข้อมูลที่วัดได้มักจะมีสัญญาณรบกวนปนอยู่ด้วยเสมอ สำหรับวิธีสุดท้ายเมื่อนำมาใช้ในการหาค่าอนุพันธ์ของข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวนพบว่าวิธีนี้จะให้ค่าอนุพันธ์ที่ราบเรียบ สม่ำเสมอ เนื่องจากวิธีนี้ มีคุณสมบัติในการกรองสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูงทิ้งไป แต่อุปสรรคของวิธีนี้คือจำนวนจุดที่เหมาะสมในการใช้คำนวณซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ของข้อมูลที่จะหาค่าอนุพันธ์ เช่นความถี่ของข้อมูล ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่สามารถใช้ในการหาค่าอนุพันธ์ของข้อมูลที่สัญญาณรบกวนซึ่งนำเสนอไว้ในบทที่ 4

การหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้ถูกนำเสนอไว้ในบทที่ 4 เช่นกัน การใช้ฟังค์ชั่น Non-Linear Least Square curve fitting เป็นส่วนหนึ่งที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา การหาค่าตัวแปรในสมการที่ไม่สามารถแยกหาตัวแปรไม่ทราบค่าทีละตัวได้ จากข้อมูลความเร็ว ความเร่ง และข้อมูลสัญญาณคำสั่ง ได้นำมาใช้ในการหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่าของ แบบจำลองความเสียดทาน ดังที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 4 และจาก 2 ส่วนที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้สามารถทราบถึงพฤติกรรมของแรงเสียดทานในระบบทางกล และสามารถนำค่าตัวแปร

รวมถึงพฤติกรรมของแรงเสียดทานที่ได้จากการคำนวณ ไปใช้ในการชดเชยแรงเสียดทานในระบบควบคุมแบบเวลาจริงได้

ในส่วนที่สองของงานวิจัย เป็นการนำเสนอแบบจำลองความเสียดทาน ที่จะนำมาใช้ในการศึกษาผลของสัญญาณความถี่สูงที่มีต่อแรงเสียดทานในระบบทางกล โดยแบ่งผลที่ได้จากการศึกษาเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาผลของสัญญาณความถี่สูงที่มีต่อระบบควบคุมแบบปิด และความสามารถในการตอบสนองผลของสัญญาณความถี่สูงของแบบจำลองความเสียดทานชนิดต่างๆ สำหรับส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลของสัญญาณความถี่สูงที่มีต่อพฤติกรรมของแรงเสียดทานโดยตรง และความสามารถในการแสดงพฤติกรรมของแรงเสียดทานเมื่อเพิ่มสัญญาณความถี่สูงเข้าสู่ระบบของแบบจำลองความเสียดทานชนิดต่างๆ

จากการศึกษาและทดลองพบว่าการเพิ่มสัญญาณความถี่สูงเข้าสู่ระบบควบคุมแบบปิดจะมีผลให้ค่าความผิดพลาดสุดท้ายลดลง ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองในหุ่นยนต์ CRS Robotics และการจำลองระบบโดยใช้แบบจำลองความเสียดทานชนิดต่างๆ ให้ผลได้ใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองความเสียดทานที่นำมาศึกษาสามารถตอบสนองต่อผลของสัญญาณความถี่สูงได้ทุกแบบจำลอง

เมื่อศึกษาผลของสัญญาณความถี่สูงที่มีต่อพฤติกรรมของแรงเสียดทานโดยตรงจากระบบควบคุมแบบเปิด พบว่าสัญญาณความถี่สูงทำให้พฤติกรรมของแรงเสียดทานเปลี่ยนไป คือ ลดความไม่เชิงเส้นของแรงเสียดทานที่ความเร็วเข้าใกล้ศูนย์ และแบบจำลองความเสียดทานชนิดต่างๆ ที่ศึกษามา ไม่สามารถจำลองพฤติกรรมของแรงเสียดทานที่เปลี่ยนไปได้ จึงพัฒนาแบบจำลองความเสียดทานที่สามารถแสดงพฤติกรรมของความเสียดทานที่ความเร็วใกล้ศูนย์

6.2 ข้อเสนอแนะและงานวิจัยต่อเนื่อง

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดและวิธีการต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว โดยทดสอบแนวคิดและวิธีการต่างๆ โดยใช้ หุ่นยนต์ CRS Robotics เป็นต้นแบบในการศึกษาพฤติกรรมของแรงเสียดทานในระบบทางกล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา และพิสูจน์แนวคิดทั้งหมดนั้น ได้มาจากการเก็บข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อสรุป พฤติกรรมของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในระบบทางกล

ขั้นตอนต่อไปที่น่าสนใจคือการนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาระบบ ไปใช้ในการชดเชยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในเวลาจริง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมตำแหน่งของระบบ รวมไปถึงการนำแบบจำลองความเสียดทานที่ได้จากบทที่ 4 ไปใช้ในการชดเชยแรงเสียดทานใน

เวลาจริงร่วมกับการเพิ่มสัญญาณความถี่สูงแก่ระบบ ในสภาวะที่ใกล้หยุดนิ่ง เพื่อให้สามารถชดเชยแรงเสียด ณ สภาวะใกล้หยุดนิ่งได้อย่างแม่นยำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย