บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ตัวแปรหลักของงานวิจัยนี้คือการควบคุมสปริงSMA โดยให้เคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ต้องการ และระยะเวลาตอบสนองที่จำกัด โดยการที่ SMA จะเคลื่อนที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินี้จะใช้การจ่ายกระแสไฟฟ้าในตัวลวด SMA การเปลี่ยแปลงของสปริงจะส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของตัวปุ่มที่แสดงผล โดยเบื้องต้นของงานวิจัยจะเป็นการออกแบบกลไกทางกล สำหรับตัวแสดงผล (pin display) เพื่อให้มีการเคลื่นที่ไปในตำแหน่งที่ผู้ใช้สามารถสัมผัสได้ โดยการออกแบบจะเริ่มจากการใช้โปรแกรม Solid works ในการออกแบบกลไกการทำงานเพื่อการเคลื่อนที่ของปุ่มแสดงผล ขณะเดียวกันจะเป็นการจำลอง SMAสปริง เพื่อทำการหาสมการเพื่อใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ และออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ Matlab/Simulink หลังจากนั้นจะมีการสร้างอุปกรณ์แสดงผล 3D Tactile display โดยจำลองภาพที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของปุ่มแสดงผลจำนวน 64 ปุ่ม และเนื่องจากการตอบสนองหรือการขึ้นลงของปุ่มเหล่านี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในตัวลวด SMA จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและออกแบบระบบถ่ายเทความร้อนเพื่อทำให้อุณหภูมิในตัวลวดสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็ว ในขั้นตอนนี้ มีการวางแผนการถ่ายเทความร้อนหรือ cooling system โดยระบบกระจายความร้อนที่สามารถควบคุมได้นั้น จะส่งผลให้ระบบการตอบสนองของตัวขับเคลื่อน SMA actuator มีประสิทธิภาพที่ดี มีการตอบสนองเร็วต่อคำสั่ง และในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการรวบรวมข้อมูลและสรุปผลการทดลองโดยสามารสรุปว่าแบบจำลองที่เราสร้างนั้นสามารถใช้ระบบควบคุมแบบใดจะเหมาะสม โดยวัดจากตำแหน่งที่วัดได้เทียบกับตำแหน่งที่ต้องการของปุ่มแสดงผล รวมถึงbandwidth เพื่อใช้ทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ โดยการเก็บข้อมูลจะสามารถวัดได้จากการทดลองและเก็บข้อมูลโดย Lab View และ Data Acquisition Card

3.1 งานที่ได้ดำเนินการไปแล้ว

1. ศึกษาผลงานที่มีมาก่อน
   1.1รวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ micro-actuator โดยใช้ shape memory alloy
2. ศึกษา model เพื่อใช้ในการควบคุมระยะของ Pin Display ที่เคลื่อนที่โดย Spring SMA
   2.1 ศึกษา model ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของ Spring SMA
3. สร้าง actuator อย่างง่ายโดยศึกษาข้อดีและข้อด้อยของระบบเพื่อที่จะปรับปรุงต่อไป

4. ออกแบบระบบจำลองโดยใช้กฎควบคุมเพื่อใช้ในการควบคุม SMA actuator
5. ออกแบบระบบทางกล วงจร และ โปรแกรม Labview
6. สร้างระบบทางกล ระบบอิเล็กทรอนิกส์ เขียน Program Labview เพื่อการควบคุม
7. เก็บผลการทดลอง

3.2 แผนงานวิจัย

3.2.1 ระเบียบการวิจัย

เตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง
ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัย ออกแบบการทดลอง จัดเตรียมความพร้อมด้านวัสดุทั้งลวด SMA และจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในงานวิจัย
ศึกษาแบบจำลองที่จะใช้เป็นตัวขับเคลื่อน (actuator) โดยจะลำดับขั้นคือ

(1) ออกแบบตัวขับเคลื่อนทางกล (design of mechanical actuator)

(2) จำลองโมเดลในระบบขับเคลื่อนทางกลรวมถึงการทดสอบโมเดลทาง simulation

(3) ออกแบบและสร้างแบบจำลองการขับเคลื่อนและปุ่มแสดงผล (first prototype)

ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและกระแสไฟที่ใช้ในการขับเคลื่อน
ออกแบบและสร้าง Tactile display โดยเริ่มจากการเพิ่มตัวขับเคลื่อนเพียงหนึ่งตัว
ทดสอบระบบควบคุมที่ออกแบบทางทฤษฎีกับตัวขับเคลื่อนที่สร้างในข้อ 4 เพื่อศึกษาการตอบสนองของตัวขับเคลื่อน (actuator) เมื่อใส่กระแสไฟฟ้า (input)
ศึกษาและออกแบบ Tactile display โดยเพิ่มปริมาณตัวขับเคลื่อนในรูปของ array display ที่มีจำนวน pin display ทั้งหมด 64 pins
เก็บผลและทำการศึกษาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2 ขั้นตอนการทำวิจัย

ขั้นตอนการทำการทดลอง	วิธีการทดลอง
1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม	ค้นคว้าและรวบรวมวรรณกรรม
2) ออกแบบจำลองของ SMA actuator และออกแบบหลัก	เป็นการออกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาหลัก

การควบคุม (control law)	การควบคุมที่เหมาะสมโดยใช้ Control theory
3) ทดสอบระบบควบคุมโดยการจำลอง	ใช้แบบจำลองและ control law ที่หาได้ในข้อสอง มาทดสอบโดยใช้ โปรแกรม Matlab เพื่อใช้ในการศึกษาระบบแบบ Simulation
4) สร้างอุปกรณ์ Tactile display โดยใช้ SMA สปริงเป็น ตัวขับเคลื่อน	เริ่มจากการออกแบบโดยใช้ Solid Works และทำการสร้างจริงโดย อาศัยข้อมูลจากข้อสองและสามประกอบโดยออกแบบสปริงที่ทำจาก SMA เพื่อให้มีแรงที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนปุ่มแสดงอักษรในทิศทาง และระยะที่กำหนดโดยใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวจ่ายพลังงานและควบคุมโดย Real time interface card
5) ทดสอบระบบควบคุมจากอุปกรณ์ที่สร้างจริง	การทดสอบจากอุปกรณ์จริงจะเป็นการทดสอบระบบควบคุมและพิสูจน์ ความถูกต้องของแบบจำลองและระบบควบคุมในข้อสองและสามโดยใช้ การเก็บข้อมูลโดยวัดระยะจริงในการเคลื่อนที่ของตัวปุ่มแสดงผลเทียบกับค่าที่ต้องการ
6) ศึกษาการถ่ายเทและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิใน ตัวลวดเพื่อออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิ	เก็บข้อมูลจากการทดลองโดยการวัดอุณหภูมิของตัวลวดเทียบกับระยะในการเคลื่อนที่และใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ในการเก็บข้อมูลการถ่ายเทความร้อนของระบบ รวมถึงอัตราการตอบสนองเมื่อต้องการให้ปุ่มแสดงผล เคลื่อนที่ขึ้นลง
7) ออกแบบระบบถ่ายเทความร้อน	ศึกษาการตอบสนองของระบบ (response time) โดยออกแบบระบบ ถ่ายเทความร้อนเพื่อการระบายความร้อนอย่างรวดเร็ว
8) ทดสอบและสรุปผล	ทำการทดลองและสรุปการทำงานของระบบควบคุมที่ออกแบบรวมถึง ทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิโดยการวัดอัตราการตอบสนองของตัวปุ่มแสดงผล