

**รายงานการทดลอง**

การควบคุมความเร็วของแขนกล โดยใช้ Fuzzy control

**โดย**

นายณปพน วงค์คม

650610834

**เสนอ**

รศ.ดร. ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 261456

สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**บทคัดย่อ**

รายงานนี้นำเสนอการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ในการควบคุมแขนกล ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิต การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และการแพทย์ การควบคุมแบบฟัซซี่ช่วยแก้ปัญหาความไม่แน่นอนและความซับซ้อนในการควบคุมแขนกล โดยใช้หลักการของตรรกะคลุมเครือ

รายงานครอบคลุมหลักการพื้นฐานของตรรกะฟัซซี่ โครงสร้างของระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และการประยุกต์ใช้กับแขนกล นอกจากนี้ยังอธิบายถึงข้อดีของระบบ เช่น ความยืดหยุ่น ความทนทานต่อความไม่แน่นอน และประสิทธิภาพในการควบคุม พร้อมทั้งยกตัวอย่างการใช้งานในการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นของระบบควบคุมแบบฟัซซี่ในการจัดการกับความซับซ้อนของการควบคุมแขนกลในสถานการณ์ต่างๆ

**บทนำ**

**ที่มาและความสำคัญ**

ในยุคของอุตสาหกรรม 4.0 การใช้แขนกลและระบบอัตโนมัติได้กลายเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตและการทำงานในหลากหลายอุตสาหกรรม ความแม่นยำและประสิทธิภาพในการควบคุมความเร็วของแขนกลเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม อย่างไรก็ตาม การควบคุมแขนกลให้มีความแม่นยำสูงนั้นเป็นความท้าทายอย่างมาก เนื่องจากระบบแขนกลมีความซับซ้อน ไม่เป็นเชิงเส้น และมีความไม่แน่นอนสูง

วิธีการควบคุมแบบดั้งเดิม เช่น PID Control มักประสบปัญหาในการจัดการกับความไม่แน่นอนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมการทำงาน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมและส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแขนกล ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยและวิศวกรจึงมองหาวิธีการควบคุมที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้ดีกว่า ซึ่งนำไปสู่การพิจารณาใช้ Fuzzy Control ในการควบคุมความเร็วของแขนกล

Fuzzy Control นำเสนอแนวทางที่น่าสนใจในการแก้ปัญหาดังกล่าว ด้วยความสามารถในการจำลองกระบวนการตัดสินใจของมนุษย์และการจัดการกับความไม่แน่นอน Fuzzy Control สามารถให้การควบคุมที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนของระบบ นอกจากนี้ ยังสามารถรวมความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเข้าไปในระบบควบคุมได้ ทำให้ Fuzzy Control เป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาระบบควบคุมแขนกลที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง

**วัตถุประสงค์**

วัตถุประสงค์ของรายงานนี้คือการศึกษาและวิเคราะห์การใช้ Fuzzy Control ในการควบคุมความเร็วของแขนกล โดยมุ่งเน้นที่การอธิบายหลักการทำงานของ Fuzzy Control การประยุกต์ใช้กับระบบแขนกล นอกจากนี้ รายงานยังมีจุดมุ่งหมายในการนำเสนอแนวทางการออกแบบระบบควบคุมแบบ Fuzzy สำหรับแขนกล

**ขอบเขตการทดลอง**

1.ระบบแขนกล: การทดลองจะดำเนินการบนแขนกลแบบ 3 แกน (3-axis robotic arm) ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อนแต่ละข้อต่อ

2.ตัวแปรควบคุม: ตัวแปรที่ใช้ในการควบคุมประกอบด้วยความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง (Position Error) อยู่ในรูปแบบของ ระยะห่าง (Distance)

3.เป้าหมายการควบคุม: การทดลองมุ่งเน้นที่การควบคุมความเร็วของแขนกลเพื่อให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่กำหนดด้วยความแม่นยำและความนุ่มนวล

**วิธีดำเนินการ**

1.เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างระบบ Fuzzy logic control เพื่อควบคุมแขนกล

2.กำหนด membership function ของ distance และ speed

3.กำหนด rule ของ fuzzy set

4.นำ rule ทั้งหมดมารวมกัน

5.ทำการ Defuzzification เพื่อให้ fuzzy set กลายเป็น crisp value

6.ทำการทดลอง input ค่าๆ หนึ่งเข้าไปในระบบ แล้วดู output ว่าเป็นไปตามระบบหรือไม่

**ลักษณะการทำงานของระบบ**

ใช้ Mamdani Fuzzy Inference System ในการออกแบบระบบ fuzzy logic เพื่อใช้สำหรับการ ควบคุมความเร็วของแขนกล โดยใช้ระยะห่างระหว่างปลายแขนกลกับวัตถุเป้าหมายเป็นตัวตัดสินใจ

**การนิยามตัวแปร (Fuzzy Variables)**

ระยะห่าง (Distance) คือ ระยะห่างระหว่างปลายแขนกลกับวัตถุเป้าหมาย อยู่ในช่วง 0 – 100 เมตร

ความเร็ว (Speed) คือ ความเร็วมอเตอร์ของแขนกล อยู่ในช่วง 0 – 100%

**กำหนด Membership Function**

ระยะห่าง (Distance) แบ่งเป็น 4 ระดับ : zero, near, moderate, far

ความเร็ว (Speed) แบ่งเป็น 4 ระดับ : zero, slow, medium, fast

**เงื่อนไข Rules**

Rule 1: ถ้าระยะห่างเป็นศูนย์ (zero) →ใช้ความเร็วเป็นศูนย์ (zero)

Rule 2: ถ้าระยะห่างใกล้ (near) →ใช้ความเร็วช้า (slow)

Rule 3: ถ้าระยะห่างปานกลาง (moderate) →ใช้ความเร็วปานกลาง (medium)

Rule 4: ถ้าระยะห่างไกล (far) →ใช้ความเร็วเป็นเร็ว (fast)

**ผลการทดลอง**

Inputระยะห่าง (Distance) = 0.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 3.00 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Inputระยะห่าง (Distance) = 15.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 25.00 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Inputระยะห่าง (Distance) = 25.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 38.04 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Inputระยะห่าง (Distance) = 50.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 50.00 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Inputระยะห่าง (Distance) = 75.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 84.37 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Inputระยะห่าง (Distance) = 100.0 เมตร

Output ความเร็ว (Speed) = 87.10 %

A screenshot of a computer

Description automatically generated

**วิเคราะห์ผลการทดลอง**

จากผลการทดลอง เมื่อป้อนค่า ระยะห่าง 0 เมตร ให้กับระบบแขนกล ซึ่งระบบ Fuzzy Logic ได้

คำนวณความเร็วออกมาประมาณ 3.00 % เนื่องจาก ระยะห่าง 0 เมตร จะอยู่ใน membership "zero" ดังนั้นระบบจะใช้ Rule 1: ถ้าระยะห่างเป็นศูนย์ (zero) →ใช้ความเร็วเป็นศูนย์ (zero) ผลลัพธ์ความเร็วที่ได้จึงเป็นค่าที่ต่ำมาก เนื่องจากระบบได้ประเมินว่า ปลายแขนกลอยู่ใกล้กับเป้าหมายมาก จึงต้องใช้ความเร็วที่ใกล้ศูนย์มากที่สุดเพื่อให้แขนหหยุดขยับ ในทางกลับกัน เมื่อป้อนค่า ระยะห่าง 100 เมตร ให้กับระบบแขนกล ซึ่งระบบ Fuzzy Logic ได้คำนวณความเร็วออกมาประมาณ 87.10 % เนื่องจาก ระยะห่าง 100 เมตร จะอยู่ใน membership "far" ดังนั้น ระบบจะใช้ Rule 4: ถ้าระยะห่างไกล (far) →ใช้ความเร็วเป็นเร็ว (fast) ผลลัพธ์ความเร็วที่ได้จึงเป็นค่าที่สูงมาก เนื่องจากระบบได้ประเมินว่า ปลายแขนกลอยู่ไกลจากเป้าหมายมาก จึงต้องใช้ความเร็วที่มากที่สุด เพื่อให้เข้าใกล้เป้าหมายโดยเร็วที่สุด โดยที่ค่าความเร็ว (Speed) ไม่สามารถเป็น 0 หรือ 100 ได้โดยสมบูรณ์ เนื่องจากในกระบวนการ Defuzzification เพื่อแปลงค่าจาก Fuzzy set เป็น ค่า output ใช้ Centroid defuzzification ทำให้ค่า output ไม่สามารถเป็นค่า ต่ำสุด หรือ สูงสุด โดยสบบูรณ์ได้

**ภาคผนวก**