บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องที่ได้นำมาศึกษา คือ

1. การสร้างวิถีทางเดินแบบแบง-แบง
   (BANG-BANG TRAJECTORY GENERATION)
2. การสร้างวิถีทางเดินแบบควอตติก
   (QUARTIC TRAJECTORY GENERATION)
3. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสไปร์ชนิดที่1
   (X1-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)
4. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสไปร์ชนิดที่2
   (X2-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)
5. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสไปร์ชนิดที่3
   (X3-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)

เป็นการสร้างวิถีทางเดินโดยการกำหนดจุดเป้าหมายต่างๆที่ต้องการผ่านเป็นแนววิถีทางเดินก่อนจากนั้นจึงสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องที่มีความราบเรียบขึ้น ฉนั้นจึงเห็นได้ว่าวิถีทางเดินที่สร้างขึ้นนี้จะสามารถผ่านเป้าหมายต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ แต่วิถีทางเดินที่อยู่ระหว่างจุดเป้าหมาย ซึ่งเราเรียกว่าวิถีทางเดินย่อย จะเกิดความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินขึ้น และความเบี่ยงเบนนี้จะน้อยลง เมื่อลดความยาวของวิถีทางเดินย่อยลง แต่ก็จะทำให้ต้องใช้ความเร่งมากขึ้นซึ่งอาจเกินความสามารถที่แขนกลทำได้ หรืออาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของความเร็วได้ จึงพอกล่าวโดยสรุปได้ว่า กลวรสร้างวิถีทางเดินแบบต่างๆนี้ยังไม่เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำสูงตลอดวิถีทางเดิน เช่น การใช้กับเครื่องกลึง แต่เหมาะสำหรับใช้กับงานที่ต้องการความแม่นยำตลอดวิถีทางเดินต่ำ แต่ต้องการความแม่นยำเฉพาะจุด เช่น การควบคุมให้แขนกลเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางไปจับวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หรือ การพ่นสีหรือการตัดโลหะที่ไม่ต้องการแม่นยำสูงมากนัก และสามารถดัดแปลงการสร้างวิถีทางเดินนี้ไปใช้ในงานควบคุมต่างๆได้ด้วย เช่น การควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการการเพิ่มของอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับเวลา เป็นต้น และในกรณีที่ต้องการความแม่นยำสูงการลดความยาวของวิถีทาง

เดินย่อย และการเพิ่มส่วนโค้งในส่วนของวิถีทางเดินที่มีการหักมุมเป็นสิ่งจำเป็น

เมื่อพิจารณาถึงการสร้างวิถีทางเดินแต่ละแบบ เราสามารถสรุปคุณสมบัติออกเป็นข้อได้ดังนี้

1. การสร้างวิถีทางเดินแบบแบง-แบง เป็นการสร้างวิถีทางเดินที่กำหนดให้ที่จุดเป้าหมายต่างๆ ใช้ความเร่งที่กำหนดในการสร้างวิถีทางเดิน และในส่วนของวิถีทางเดินย่อยใช้ความเร็วคงที่เป็นข้อกำหนด จึงเป็นผลให้เกิดคุณสมบัติของวิถีทางเดินดังต่อไปนี้

1.1 เป็นวิถีทางเดินที่สั้นที่สุด ทำให้ประหยัดพลังงานที่สุด และเหมาะกับแนววิถีทางเดินที่เส้นตรง แต่ไม่เหมาะกับแนววิถีทางเดินแบบวงกลม

1.2 มีความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินสูงเป็นอันดับ 4 ใน 5 อันดับ แต่ความเบี่ยงเบนจะลดลงเมื่อลดความยาวของวิถีทางเดินย่อยลง ซึ่งยังผลให้เกิดความต่อเนื่องของความเร็วมากขึ้นด้วย

1.3 มีความเบี่ยงเบนของอัตราเร็วน้อยที่สุด แต่มีอัตราเร็วเฉลี่ยแตกต่างจากอัตราเร็วเฉลี่ยที่กำหนดมากที่สุด

1.4 มีความต่อเนื่องของความเร็ว และความเร่งน้อยที่สุด จึงทำให้วิถีทางเดินมีความราบเรียบน้อยที่สุด แต่สามารถแก้ไขได้โดยการลดความยาวของวิถีทางเดินย่อยลง ซึ่งทั้งนี้ต้องคำนึงถึงค่าความเร่งที่เหมาะสมกับแขนกลด้วย

2. การสร้างวิถีทางเดินแบบควอตติก เป็นการสร้างวิถีทางเดินโดยใช้ฟังก์ชันโพลีโนเมียลอันดับ4 โดยมีข้อกำหนดให้มีค่าความเร่งต่อเนื่องตลอดวิถีทางเดินซึ่งเป็นผลทำให้วิถีทางเดินมีการเคลื่อนที่ราบเรียบที่สุด จึงเป็นผลให้เกิดคุณสมบัติของวิถีทางเดินดังต่อไปนี้

2.1 มีความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินจากวิถีทางเดินที่กำหนดมากที่สุด ทำให้ใช้พลังงานในการเคลื่อนที่มากที่สุด แต่ความเบี่ยงเบนนี้จะลดลงเมื่อลดอัตราเร็วของวิถีทางเดินลง และเมื่อลดความยาวของวิถีทางเดินย่อยลงการสร้างวิถีทางเดินแบบนี้ ต้องการค่าความเร่งในการทำให้ความเร็วมีความต่อเนื่องสูงกว่าวิธีการสร้างแบบอื่นมาก จึงเป็นข้อควรระวังในการนำไปใช้สั่งงานแขนกล

2.2 มีความเบี่ยงเบนของอัตราเร็วมากที่สุด แต่ให้ความแตกต่างของอัตราเร็วเฉลี่ยน้อยที่สุด

2.3 มีความราบเรียบในการเคลื่อนที่มากที่สุด แต่ในกรณีที่ต้องการอัตราเร็วของวิถีทางเดินสูง (มากกว่า 5 cm/s.) และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่มีค่าน้อย จะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างรวดเร็วซึ่งอาจทำให้เกิดการขาดความต่อเนื่องได้

3. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสโปร์ชนิดที่1 เป็นการสร้างวิถีทางเดิน โดยอาศัย

ฟังก์ชันโพลีโนเมียลอันดับ3 และกำหนดให้ค่าความเร็วมีความสอดคล้องกับค่าความเร็วตามที่กำหนดที่ตำแหน่งปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งยังผลให้การเข้าสู่ความเร็วที่กำหนดเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของความเร่งขึ้นทำให้ในบางจุดโดยเฉพาะจุดหักมุมจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างรวดเร็ว

สำหรับคุณสมบัติของวิถีทางเดินพอสรุปได้ดังนี้

3.1 มีความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินน้อยที่สุด ในกรณีใช้กับแนววิถีทางเดินที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม ฉนั้นจึงเหมาะกับแนววิถีทางเดินทั่วไป

3.2 มีความเบี่ยงเบนของอัตราเร็วน้อย แต่มีความแตกต่างของอัตราเร็วเฉลี่ยมาก ซึ่งเราสารถแก้ไขได้โดยการลดความยาวของวิถีทางเดินย่อยลง

3.3 มีความราบเรียบในการเคลื่อนที่น้อย เมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่นับได้ว่าให้ความราบเรียบในการเคลื่อนที่ได้ดี

4. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสไปร์ชนิดที่2 เป็นการสร้างวิถีทางเดิน โดยอาศัยฟังก์ชัน โพลิโนเมียลอันดับ3 และกำหนดให้ค่าความเร็วมีความสอดคล้องกับค่าความเร็วที่กำหนดที่ตำแหน่งที่ผ่านมาเท่านั้น ซึ่งทำให้การเข้าสู่ความเร็วที่กำหนดเป็นไปอย่างต่อเนื่องมากขึ้น แต่ก็ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของความเร่งมากขึ้นด้วย

สำหรับคุณสมบัติของวิถีทางเดินพอสรุปได้ดังนี้

4.1 มีความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่ก็ถือว่ามีความเบี่ยงเบนน้อยเมื่อเทียบกับแบบอื่น

4.2 มีความเบี่ยงเบนของอัตราเร็วมาก แต่มีความแตกต่างของอัตราเร็วเฉลี่ยน้อยเมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่ก็ถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับแบบอื่น

4.3 มีความราบเรียบในการเคลื่อนที่ปานกลาง เมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่นับได้ว่าให้ความราบเรียบในการเคลื่อนที่ได้ดี

5. การสร้างวิถีทางเดินแบบเอ็กสไปร์ชนิดที่3 เป็นการสร้างวิถีทางเดิน โดยอาศัยฟังก์ชัน โพลิโนเมียลอันดับ3 และกำหนดให้ค่าความเร็วมีความสอดคล้องกับค่าความเร็วที่ตำแหน่งถัดไปเท่านั้น ซึ่งทำให้การเข้าสู่ความเร็วที่กำหนดเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง สำหรับคุณสมบัติของวิถีทางเดินพอสรุปได้ดังนี้

5.1 มีความเบี่ยงเบนของวิถีทางเดินปานกลาง เมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่ก็ถือว่ามีความเบี่ยงเบนน้อยเมื่อเทียบกับแบบอื่น

5.2 มีความเบี่ยงเบนของอัตราเร็วและความแตกต่างของอัตราเร็วเฉลี่ยปานกลางเมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน แต่ก็ถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับแบบอื่น

5.3 มีความราบเรียบในการเคลื่อนที่มาก เมื่อเทียบกับการสร้างวิถีทางเดินแบบเดียวกัน และนับได้ว่าให้ความราบเรียบในการเคลื่อนที่ได้ดี

7.2 ข้อเสนอแนะ

1. การสร้างวิถีทางแบบต่างๆ นี้มีการคำนวณเป็นจำนวนมาก สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ระดับเอที ยังไม่สามารถจะทำการสร้างวิถีทางเดินแบบทำงาน (run time) เพื่อใช้ในการควบคุมแขนกลได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่านี้ และการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบแบง-แบง เป็นการสร้างวิถีทางเดินที่มีการแบ่งช่วงเวลาในแต่ละช่วงไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถสร้างวิถีทางเดินโดยสร้างพารามิเตอร์ไว้ล่วงหน้าได้ จำเป็นต้องสร้างเป็นข้อมูลเก็บไว้บนแผ่นดิสเก็ตทั้งหมด แต่ถ้าต้องการทำให้สามารถใช้งานแบบเวลาทำงานได้ จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมแบบขนาน และต้องใช้เครื่องไมโครคอมพิวที่สามารถทำงานแบบขนานได้

2. การรับข้อมูลของแนววิถีทางเดินจากอุปกรณ์ TRACING VEDIO เป็นสิ่งที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับวิถีทางเดินที่สร้างขึ้นจากการสร้างวิถีทางเดินต่างๆ นี้

3. การสร้างวิถีทางเดินเหล่านี้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับเวลา หรือระบบนำวิถีของรถยนต์ได้จึงควรมีการพัฒนาประยุกต์ใช้ต่อไป