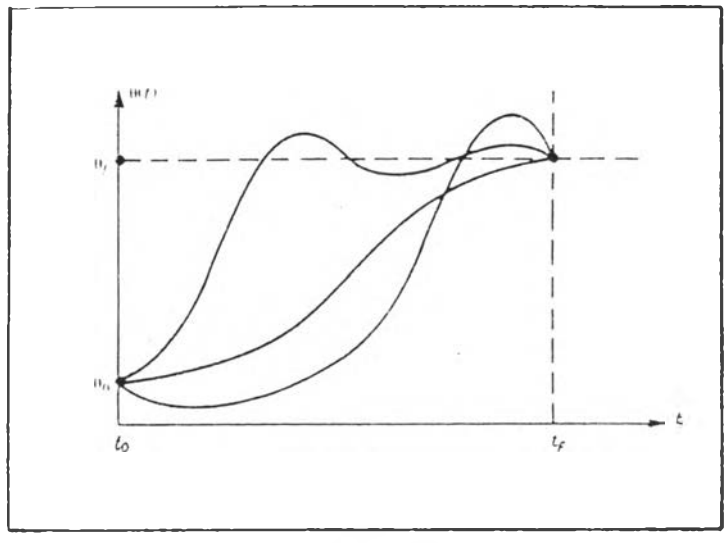
บทที่ 2
การสร้างทางเดินต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณาถึงทางเดินของแขนกล จะหมายถึงเส้นทางการเคลื่อนที่ของปลายแขนกล (tool frame) เทียบกับแกนอ้างอิงที่ฐาน (base frame) ของแขนกลนั้น โดยทั่วไปเพื่อสะดวกในการกำหนดและติดตาม ตำแหน่งและการเรียงตัวของปลายแขนกลจะอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียน (cartesian coordinate system) แต่เมื่อพิจารณาถึง ลักษณะการเคลื่อนที่ของแขนย่อย (link) แต่ละแขนของแขนกล จะเห็นได้ว่าโดยธรรมชาติของแขนกล การกำหนดตำแหน่งและการเรียงตัวของแขนย่อยแต่ละแขนอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุน (joint coordinate system) จะให้ความสะดวกมากกว่า ดังนั้นการส่งข้อมูลสู่ระบบควบคุมทางด้านขาเข้าจะอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุนนี้

ฉะนั้นในการสร้างทางเดินต่อเนื่อง (trajectory generation) โดยทั่วไปของแขนกลจึงหมายถึง การสร้างชุดของจุดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเส้นทางเดินของปลายแขนกล ซึ่งอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียน (คำว่า "จุด" ในที่นี้ หมายถึง ตำแหน่งและการเรียงตัวของปลายแขนกล เทียบกับ แกนอ้างอิงที่ฐานของแขนกลนั้น) โดยเส้นทางเดินของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะประกอบด้วย เส้นทางเดินย่อยๆหลายๆเส้น (spline segment) ซึ่งแต่ละเส้นทางเดินย่อยจะประกอบด้วยชุดของจุดต่างๆ อันได้แก่ จุดเริ่มต้น (initial point) จุดเป้าหมายหลัก (final point) และจุดเป้าหมายรองต่างๆ (visa points) ("จุดเป้าหมายรอง" เป็นจุดต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาอยู่ระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดเป้าหมายหลัก วัตถุประสงค์หลักเพื่อให้การเคลื่อนที่ของแขนกลมีความต่อเนื่องและราบเรียบ) จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สร้างไว้ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียนไปอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุน เพื่อส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านั้นไปควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลต่อไป

ในกรณีของการทำให้การเคลื่อนของแขนกลมีความต่อเนื่องและราบเรียบนั้น กระทำได้โดยการทำให้จุดต่างๆ บนเส้นทางเดินของแขนกลมีความเร็วต่อเนื่องกันตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่ และในบางครั้งการออกแบบให้ความเร่งมีความต่อเนื่องด้วยจะเป็นการดียิ่งขึ้น การสร้างทางเดินต่อเนื่องเพื่อให้แขนกลมีความเร็ว และความเร่งต่อเนื่องตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่นี้ ทางหนึ่งที่สามารถกระทำได้ก็คือ การสร้างฟังก์ชันจุดของแขนกลที่เวลาใดๆ

ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันโพลีโนเมียล (John J. ,1955) ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รูปแบบของทางเดินต่อเนื่องที่เป็นไปได้สำหรับแขนกลหนึ่งข้อหมุน

การสร้างทางเดินต่อเนื่องในที่นี้จะหมายถึง การสร้างทางเดินต่อเนื่อง โดยในครั้งแรกผู้ควบคุมเป็นผู้กำหนดตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินของปลายแขนกลที่ต้องการผ่านทางโปรแกรมวาดแบบออโตแคด หรือทางโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ ซึ่งอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียน จากนั้นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการเปลี่ยนตำแหน่งต่างๆ เหล่านั้นให้อยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุนโดยการหาอินเวอร์สคิเนมาติก ต่อจากนั้นผู้ควบคุมสามารถเลือกแบบการสร้างวิถีทางเดินได้ใน 5 ลักษณะ คือ

1. เทคนิคการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบเอ็กซ-สไปน์ ชนิดที่ 1
   (X1-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)
2. เทคนิคการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบเอ็กซ-สไปน์ ชนิดที่ 2
   (X2-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)
3. เทคนิคการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบเอ็กซ-สไปน์ ชนิดที่ 3
   (X3-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)
4. เทคนิคการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องโดยใช้ฟังก์ชันโพลีโนเมียลอันดับ 4
   (QUARTIC POLYNOMIAL TRAJECTORY GENERATION)
5. เทคนิคการสร้างทางเดินต่อเนื่องแบบ แบง-แบง
   (BANG-BANG TRAJECTORY GENERATION)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อโปรแกรมสร้างทางเดินต่อเนื่องแล้วจะเก็บข้อมูลที่ได้เป็นไฟล์ข้อมูลเพื่อสะดวกในการเรียกใช้ต่อไป จากนั้นผู้ควบคุมสามารถทำการศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆของทางเดินต่อเนื่องที่สร้างขึ้นได้ โดยผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ หรือทางพล็อตเตอร์ อันได้แก่

1. ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของแขนย่อยต่างๆ กับเวลา

2. ความคลาดเคลื่อนของทางเดินระหว่างจุดเป้าหมายที่ต้องการกับที่สร้างขึ้น

ส่วนข้อมูลที่ถูกเก็บไว้แล้วนั้นสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลให้เป็นไปตามทางเดินต่อเนื่องที่ต้องการได้ต่อไป