บทที่ 5
โปรแกรมการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่อง

การศึกษาระบบการสั่งงานแขนกลแบบวิถีทางเดินต่อเนื่องนี้ เพื่อความสะดวกในการศึกษาจึงมีความจำเป็นต้องสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวขึ้น โดยโปรแกรมดังกล่าวนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นด้วยภาษา ซี โดยใช้คอมไพเลอร์ เทอร์โบซี เวอร์ชัน 2.0 เป็นตัวแปรคำสั่ง

โครงสร้างของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย

1. การรับข้อมูล
2. การเปลี่ยนรูปข้อมูลให้อยู่ในรูปของวิถีทางเดินที่มีอัตราเร็วตามที่กำหนด
3. การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่อง
4. การแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินออกทางจอภาพ
5. การแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินออกทางพล็อตเตอร์ (PLOTTER)

1. การรับข้อมูล

ในการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องนี้ เราจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะแนววิถีทางเดินของแขนกลก่อน จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาเปลี่ยนเป็นวิถีทางเดินต่อเนื่องชุดใหม่ ซึ่งมีอัตราเร็วตามที่กำหนด ซึ่งข้อมูลนี้เราสามารถสร้างได้จาก

1.1 โปรแกรมช่วยในการออกแบบ ออโตแคด (AUTOCAD)

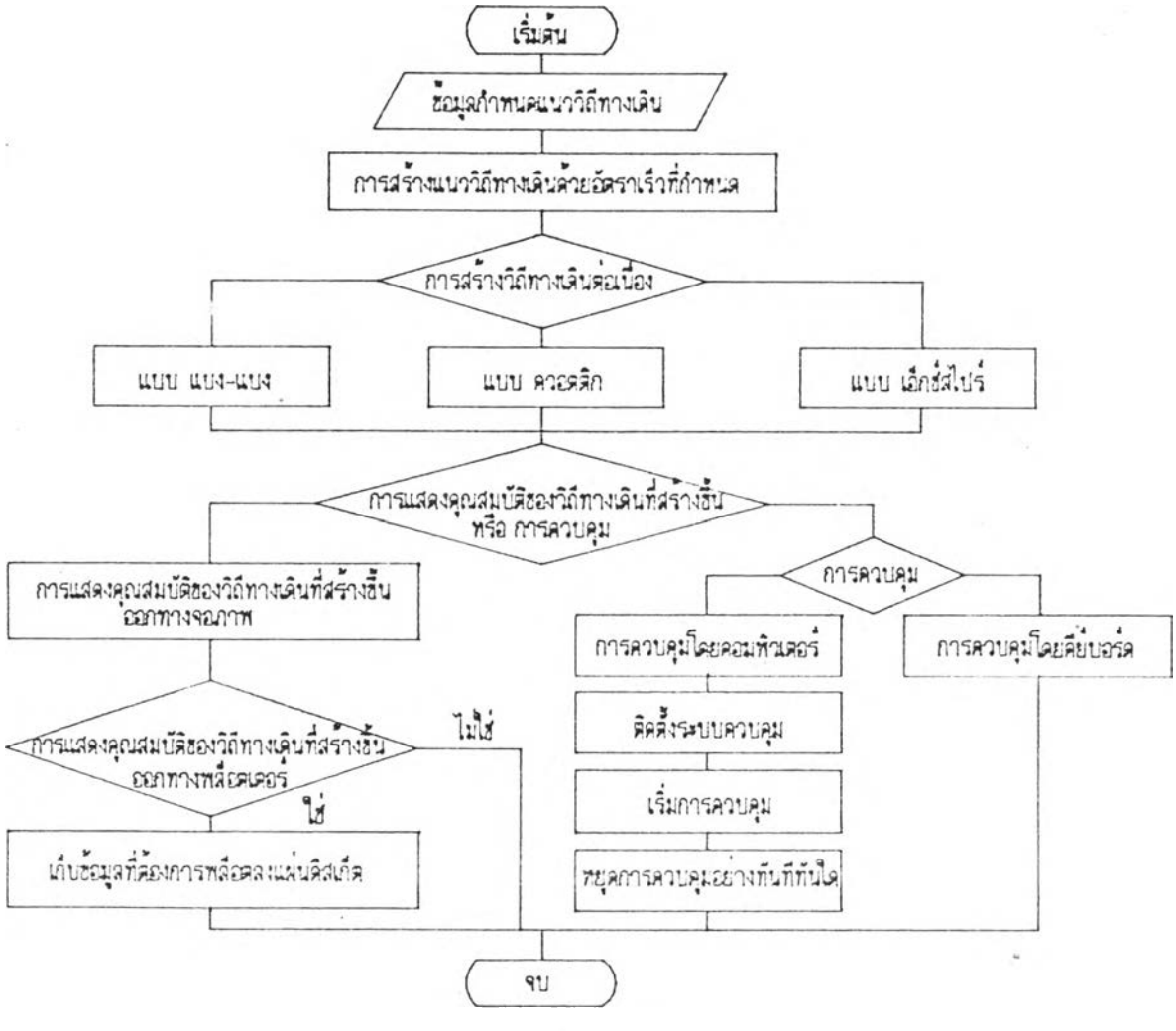
1.2 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถสร้างข้อมูลได้ง่ายกว่า

1.1 โปรแกรมช่วยออกแบบ ออโตแคด

ข้อมูลที่ใช้กำหนดวิถีทางเดินของแขนกล ประกอบด้วย เส้นตรง 2 มิติ เส้นตรง 3 มิติ และเส้นโค้ง 2 มิติ โดยข้อมูลจะอยู่ในรูปไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุล DXF

1.2 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

เนื่องจากการใช้โปรแกรมช่วยออกแบบออโตแคดมีความยุ่งยาก และไม่สะดวกในการใช้งานทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมออโตแคดนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยออกแบบวัตถุมากกว่าการออกแบบทางเดินซึ่งต้องอาศัยลายเส้นที่ต่อเนื่อง ฉนั้นจึงได้พัฒนโปรแกรมขึ้นใหม่เพื่อความสะดวกในการใช้ยิ่งขึ้น โดยทางเดินต่อเนื่องที่ได้จะเป็นทางเดินใน 3 มิติ และข้อมูลของทางเดินที่ได้จะอยู่ในรูปของจุดต่างๆ ในระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียนซึ่งเรา



รูปที่ 5.1 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรมการสร้างวิถีทางเดิน

สามารถนำมาแปลงให้อยู่ในระบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุนได้ทันที

หมายเหตุ ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นไฟล์อักษร (text file) ฉนั้นผู้ใช้สามารถแก้ไขหรือ สร้างขึ้นใหม่โดยอาศัยโปรแกรมเอดิเตอร์ทั่วไปได้

2. การเปลี่ยนรูปข้อมูลให้อยู่ในรูปของวิถีทางเดินที่มีอัตราเร็วตามที่กำหนด

โดยทั่วไปการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องนั้นก็เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอัตราเร็วที่เหมาะสมกับงานแต่ละชนิดได้ แต่ข้อมูลที่ได้รับส่วนใหญ่จะยังไม่มีการกำหนดอัตราเร็ว หรือเป็นอัตราเร็วที่ยังไม่เหมาะสมในการใช้งาน ฉนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปของวิถีทางเดินที่มีอัตราเร็วตามที่เรากำหนดได้

โดยกำหนดให้ อัตราเร็วที่ต้องการ = v cm./sec.

ความยาวของวิถีทางเดินทั้งหมด = S cm.

ระยะเวลาระหว่างจุดที่เคลื่อนที่ผ่าน = t sec.

จำนวนจุดที่เคลื่อนที่ผ่าน = N

ระยะเวลาทั้งหมดของวิถีทางเดิน = N x t seec.

จาก ระยะทาง = อัตราเร็ว x เวลาที่ใช้

$$S = v \times (N \times t)$$

ฉนั้นเราจะได้ ระยะเวลาระหว่างจุดที่เคลื่อนที่ผ่านใหม่ $t = S / (v \times N)$

จะเห็นว่า เมื่อเรากำหนดวิถีทางเดิน อัตราเร็ว และจำนวนจุดที่ต้องการเคลื่อนที่ผ่าน เราจะได้ ระยะเวลาระหว่างจุดใหม่ ซึ่งทำให้วิถีทางเดินที่ต้องการมีอัตราเร็วตามที่กำหนด

3. การสร้างทางเดินต่อเนื่อง

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถเลือกวิธีการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องได้ 3 วิธี คือ

3.1 การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ แบง-แบง
(BANG-BANG TRAJECTORY GENERATION)

3.2 การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ ควอรติก
(QUARTIC TRAJECTORY GENERATION)

3.3 การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ เอ็กซ์สไปน์
(X-SPLINE TRAJECTORY GENERATION)

โดยใช้ข้อมูลที่ผ่านการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้อยู่ในรูปของวิถีทางเดินที่มีอัตราเร็วตามที่กำหนด ในขั้นตอนนี้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องในเวลาทำงานจะถูกสร้างขึ้น ยกเว้นการสร้างทางเดินต่อเนื่องแบบ แบง-แบง ที่มีการสร้าง

วิถีทางเดินเป็นแบบออฟไลน์ (off line) เลยทั้งนี้เพราะการสร้างวิถีทางเดินวิธีนี้จะมีบางส่วนที่ต้องการการคำนวณแบบเวลาจริง (real time) ฉนั้นจึงไม่สามารถสร้างเป็นพารามิเตอร์เพื่อใช้คำนวณในแบบเวลาทำงานได้

4. การแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินต่อเนื่องทางจอภาพ

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์วิถีทางเดินต่อเนื่องที่สร้างขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งคุณลักษณะของวิถีทางเดินในที่นี้หมายถึง ตำแหน่ง ความเร็ว ความเร่ง อัตราเร็ว และอัตราเร่งของวิถีทางเดิน โดยจะแสดงออกมาในรูปกราฟความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของแขนย่อยต่างๆ กับเวลา

4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของแขนย่อยทั้ง3 และลักษณะวิถีทางเดินที่ปลายแขนแขนกล

4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว และอัตราเร่งที่ปลายแขนแขนกลกับเวลา

5. การแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินทางพล๊อตเตอร์

เพื่อให้วิถีทางเดินนี้สามารถแสดงต่อผู้ใช้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงได้พัฒนาให้คุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินสามารถแสดงออกทางพล๊อตเตอร์ได้ โดยกำหนดพล๊อตเตอร์ที่ใช้เป็นของบริษัท ROLAND รุ่น X-Y 880 ติดต่อผ่านทาง serial port 1 โดยกำหนดโหมดในการติดต่อดังนี้ 4800 baud : 8 databit : 1 stop bit : no parity

การใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

โปรแกรมระบบการสั่งงานนี้ถูกพัฒนาขึ้นให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่อง และวิเคราะห์ผลในการใช้วิธีการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมถึงสามารถนำวิถีทางเดินต่อเนื่องที่สร้างขึ้นไปใช้งานได้ทันที ผู้พัฒนาจึงออกแบบให้มีคำแนะนำแสดงถึงขั้นตอนและวิธีการใช้ตามลำดับในตัวโปรแกรมอยู่ด้วย

ก่อนการใช้โปรแกรมนี้ ผู้ใช้จะต้องสร้างไฟล์ข้อมูลซึ่งแสดงวิถีทางเดินที่ต้องการจากโปรแกรมช่วยการออกแบบออโตแคด หรือจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น หรืออาจจะสร้างจากโปรแกรมเอดิเตอร์ทั่วไปก็ได้ แต่จะต้องสร้างไฟล์ข้อมูลให้มีรายละเอียดตามที่ระบุของไฟล์ข้อมูลแต่ละชนิด

การสั่งงานโปรแกรมจะใช้ระบบเมนูเป็นหลักซึ่งในแต่ละเมนูจะประกอบด้วยเมนูย่อยซึ่งสามารถอธิบายถึงหน้าที่ของแต่ละคำสั่งดังนี้

1. Path Gen. เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการสร้างแนววิถีทางเดินโดยมีความเร็วตาม

ที่กำหนด ซึ่งในคำสั่งนี้จะประกอบด้วยคำสั่งย่อย 5 คำสั่ง ได้แก่

1.1 Select file ใช้สำหรับเลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ

1.2 Robot config. เป็นคำสั่งสำหรับเตรียมข้อมูลรายละเอียดของแขนกลที่ต้องการควบคุม

1.3 Acad tranf. เป็นคำสั่งใช้สำหรับเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมวาดแบบ ออโตแคด เป็นแนววิถีทางเดิน ซึ่งในคำสั่งนี้ยังมีคำสั่งย่อยอีก 2 คำสั่ง

- Acad conf. ใช้เตรียมรายละเอียดโปรแกรมวาดแบบ ออโตแคด ให้เหมาะสมกับแขนกลที่ต้องการควบคุม
- Run ใช้สร้างและแสดงแนววิถีทางเดินที่ต้องการจากข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมวาดแบบ ออโตแคด

1.4 Path Design เป็นคำสั่งใช้สำหรับการเข้าสู่การสร้างทางเดิน 3มิติ ในระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียน ซึ่งในคำสั่งนี้ยังมีคำสั่งย่อยอีก 2 คำสั่ง

- Built Path. ใช้เข้าสู่โปรแกรมการสร้างทางเดินของแขนกลในระบบแกนอ้างอิง แบบ คาร์ทีเซียน
- Converse Path.ใช้สำหรับเปลี่ยนข้อมูลของแขนกลที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรม Built Path.ซึ่งอยู่ในรูปของระบบแกนอ้างอิงแบบคาร์ทีเซียนไปอยู่ในรูประบบแกนอ้างอิงแบบข้อหมุน

1.5 Save ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของแนววิถีทางเดินลงแผ่นดิสเก็ต โดยมีนามสกุลไฟล์เป็น ROB

2. Traj. Gen. เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเลือกวิธีการสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบต่างๆ โดยเราสามารถเลือกได้ 5 วิธี คือ

- การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ แบง-แบง
- การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ ควอดริก
- การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ เอ็กซ์สไปน์ชนิด X1-spline
- การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ เอ็กซ์สไปน์ชนิด X2-spline
- การสร้างวิถีทางเดินต่อเนื่องแบบ เอ็กซ์สไปน์ชนิด X3-spline

3. Traj. Spec. เป็นคำสั่งใช้สำหรับการแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของวิถีทางเดินที่สร้างขึ้น โดยมีคำสั่งย่อยอีก 4 คำสั่ง คือ

3.1 Path of link 1 ใช้แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของแขนข่อยที่ 1 กับเวลา

3.2 Path of link 2 ใช้แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของแขนย่อยที่ 2 กับเวลา

3.3 Path of link 3 ใช้แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของแขนย่อยที่ 3 กับเวลา

3.4 3D Path ใช้สำหรับแสดงตำแหน่ง อัตราเร็ว และอัตราเร่งที่ปลายแขนแขนกล โดยมีคำสั่งย่อยอีก 3 คำสั่ง คือ

- All Path ใช้สำหรับแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของแขนย่อยทั้ง 3 และวิถีทางเดินที่ปลายแขนแขนกล กับเวลา
- Path Speed ใช้สำหรับแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วที่ปลายแขนกลกับเวลา
- Path Acceleration ใช้สำหรับแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร่งที่ปลายแขนแขนกลกับเวลา

4. Robot Control เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการสั่งงานและควบคุมแขนกลจุฬา2 โดยแบ่งเป็นคำสั่งย่อยอีก 2 คำสั่ง คือ

4.1 Power Up ใช้สำหรับเตรียมระบบคอมพิวเตอร์ให้พร้อมที่จะทำงาน

4.2 SDP ใช้สำหรับเชื่อมระบบรับส่งข้อมูลของแขนกลเข้ากับคอมพิวเตอร์

4.3 Manual control ใช้สั่งงาน และควบคุมแขนกลโดยผู้ใช้

4.4 Computer control ใช้สั่งงาน และควบคุมแขนกลโดยคอมพิวเตอร์ โดยมีคำสั่งย่อยอีก 4 คำสั่ง คือ

- Install Controller ใช้สร้างข้อมูลของวิถีทางเดินที่ใช้ควบคุมแขนกลไว้ใน Virtual disk D: เพื่อการส่งถ่ายข้อมูลที่รวดเร็ว
- Start Control เป็นคำสั่งเริ่มสั่งให้แขนกลทำงาน
- Stop Control เป็นคำสั่งหยุดการทำงานของแขนกลอย่างทันที
- External traj. เป็นคำสั่งใช้สำหรับใช้ข้อมูลของวิถีทางเดินเดิม ที่เคยสร้างไว้แล้วในการสั่งงาน และควบคุม

5. Plotter เป็นคำสั่งใช้แสดงคุณลักษณะของวิถีทางเดินต่างๆออกทางพล็อตเตอร์

6. Position Error เป็นคำสั่งที่ใช้เปรียบเทียบความเบี่ยงเบนระหว่างเส้นทางเดิน(path) กับวิถีทางเดิน(trajectory)ของปลายแขนกลที่สร้างขึ้นใหม่

คำสั่งที่กล่าวมานี้เป็นคำสั่งหลักที่ควรทำความเข้าใจก่อนการใช้งาน สำหรับวิธี และรายละเอียดของคำสั่งแต่ละคำสั่งจะได้กล่าวไว้ในภาคผนวกต่อไป