# บทที่ 2

# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

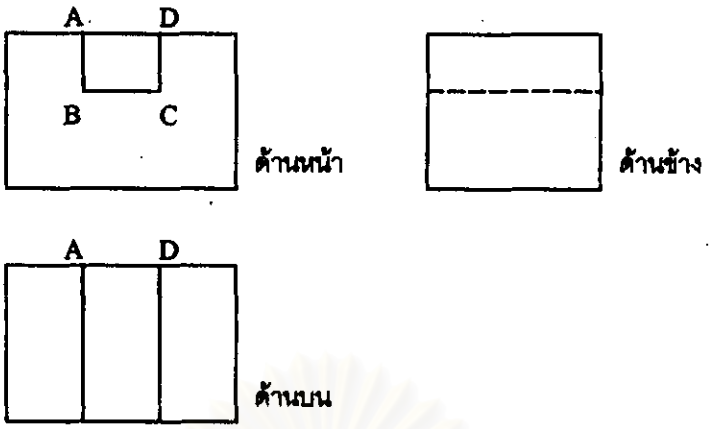
เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการอธิบายลักษณะรูปร่างจากข้อมูลงานออกแบบที่ได้จากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ; (2) งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเลือกเครื่องมือตัดและกำหนดค่าสภาวะการตัดเฉือน; (3) งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดลำดับงาน; และ (4) งานวิจัยทางด้านเทคนิคอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยวางแผนกระบวนการผลิต

## 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยวางแผนกระบวนการผลิต

### 2.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการอธิบายลักษณะรูปทรงจากแบบชิ้นงาน

วิธีการอธิบายลักษณะรูปร่างของข้อมูลงานออกแบบเป็นจุดที่มีความสำคัญต่อความสามารถในการเชื่อมต่อของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ และระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต และยังมีผลต่อความสามารถในการวางแผนกระบวนการผลิตให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ ตัวอย่างงานวิจัยในด้านนี้ เช่น

- Linardakis และ Mileham (1992) ออกแบบตัวแปลข้อมูลจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบซึ่งอาศัยข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลแบบชิ้นงานที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรม (DXF File) เพื่อทำการถอดข้อความ และจำแนกข้อมูลสำหรับการวางแผนกระบวนการผลิตจากแบบทางวิศวกรรมซึ่งวาดโดยระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) ชิ้นงานทรงเหลี่ยมจะถูกวาดอยู่ในรูปของภาพฉายทั้ง 3 ด้านของชิ้นงาน จากนั้นจะได้อาศัยอัลกอริทึมในการถอดข้อความ และจำแนกรูปทรงย่อยต่างๆ (เช่น เส้นตรง วงกลม และส่วนโค้ง เป็นต้น) ที่ถูกวาดในภาพฉายทั้ง 3 ด้านให้เป็นรูปทรงสำหรับการผลิตชนิดต่างๆ เช่น จากรูปที่ 2.1 รูปทรงการกัดร่อง (Slot) หากพบการไม่ต่อเนื่องของเส้นขอบบนของภาพฉายแสดงด้านหน้า (A) และพบเส้นต่อเนื่องที่ตั้งฉากกับจุดที่ไม่ต่อเนื่องนั้นอีก 3 เส้น (AB, BC, และ CD) จากนั้นทำการตรวจสอบภาพฉายแสดงด้านบนหากพบเส้นสองเส้น




รูปที่ 2.1 ตัวอย่างรูปทรงเซาะร่อง (Slot)

ที่เริ่มจากจุด A และ D โดยไปสิ้นสุดที่เส้นขอบล่างสุด แสดงว่ามีรูปร่างการกัดร่องในชิ้นงาน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบนี้สามารถแปลข้อมูลกับลักษณะรูปทรงการผลิตที่อยู่ภายนอกเท่านั้น

- Jung และ Lee (1996) นำเสนอวิธีการอธิบายลักษณะรูปร่างต่างๆบนชิ้นส่วนเพลาหมุนที่มีความสมมาตรแบบอัตโนมัติ โดยในขั้นตอนแรกข้อมูลภาพกราฟฟิกจะถูกเปลี่ยนไปเป็นลูกโซ่ของส่วนต่างๆของรูปชิ้นงานครึ่งบน โดยชิ้นงานก่อนการแมชชีนอาจไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากก็ได้ ในขั้นตอนที่สองปริมาตรของส่วนที่ต้องตัดเฉือนออกจะถูกแยกออกไปโดยมีโครงสร้างของข้อมูลเป็นแบบ Pseudo-Polygon พร้อมจำแนกลักษณะพื้นผิวออกเป็น พื้นผิวจริง พื้นผิวเสมือน และพื้นผิวที่เชื่อมต่อ ในขั้นตอนสุดท้ายจะพิจารณาความสัมพันธ์ของลำดับก่อนหลังของรูปร่างระหว่างรูปหลายเหลี่ยม และจัดให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโครงสร้างต้นไม้ซึ่งจะแสดงลำดับก่อนหลัง โดยระดับชั้นของแต่ละรูปร่างที่จะถูกแมชชีนนิ่งจะถูกระบุขึ้นอย่างอัตโนมัติจากรูปหลายเหลี่ยมที่ถูกแยกออกมา

### 2.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเครื่องมือ และการกำหนดค่าสภาวะตัดเฉือน

- Gindy, Ratchev และ Case (1994) ใช้ฐานความรู้ของกระบวนการผลิตในการเลือกชนิดกระบวนการผลิต โดยแบ่งฐานความรู้ของกระบวนการผลิตออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. ระดับการสร้างรูปทรงซึ่งจะยังไม่พิจารณาข้อจำกัดของเครื่องจักร; 2. ระดับเครื่องจักรซึ่งจะพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องจักรที่มีผลต่อความสามารถของกระบวนการผลิต; และ 3. ระดับระบบการผลิตซึ่งจะพิจารณาข้อจำกัดของทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ในระบบการผลิต การเลือกชนิดกระบวนการผลิตจะเริ่มจากการกำหนดความสัมพันธ์ของเครื่องมือตัด ลักษณะการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด และผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งได้แก่

ระดับความเรียบผิว และค่าพิกัดความเผื่อ และใช้ไดอะแกรมการเปลี่ยนรูปของรูปทรงในการแสดงวิธีการทั้งหมดที่สามารถได้รูปทรงที่มีลักษณะตามต้องการ โดยอาจได้ระดับของผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ในขั้นตอนที่สองจะพิจารณาถึงเครื่องจักรต่างๆที่สามารถดำเนินการผลิตตามผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนแรก ซึ่งความสามารถของเครื่องจักรในการทำการผลิตก็มีความแตกต่างกันไป ในขั้นตอนสุดท้ายจะพิจารณาภาพรวมในสองขั้นตอนแรกอีกครั้งหนึ่ง

- Zhao, Ridgway และ Ho (1994) เสนอระบบที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างขั้นตอนการออกแบบโดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบกับฐานความรู้สำหรับการเลือกเครื่องมือ และกำหนดค่าสภาวะการตัดเฉือนสำหรับชิ้นงานกลึง โดยการวาดชิ้นงานกลึงอยู่ในรูป 2 มิติ และแฟ้มข้อมูลอยู่ในรูปแบบ IGES จากความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้เชื่อได้ว่าสามารถพัฒนาระบบไปสู่การวางแผนกระบวนการผลิตอย่างอัตโนมัติสำหรับงานกลึงได้

- Razfar และ Ridgway (1994) ได้พัฒนาฐานความรู้สำหรับใช้ในการเลือกเครื่องมือตัดเฉือน และค่าสภาวะการตัดเฉือนที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกัด โดยใช้ระบบที่ชื่อว่า Ex-Catsmill ข้อมูลที่ใช้อ้างอิงจะอาศัยข้อมูลจากคู่มือเครื่องมือตัด ทฤษฎีการตัดเฉือนโลหะ และความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดงานการเลือกเครื่องมือตัดโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถเลือกเครื่องมือตัด และกำหนดสภาวะการตัดเฉือนที่เหมาะสมสำหรับ การกัดปาดหน้า (Face Milling) การกัดปาดหน้ามีบ่าเป็นมุมฉาก (Square Shoulder Face Milling) การกัดร่อง (Slot) และการลบมุม (Chamfering) เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ คือ รายละเอียดของเครื่องมือตัด อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ และเม็ดมีด (รูปร่าง พิกัดความเผื่อ และระดับคุณภาพ) ค่าสภาวะการตัดเฉือนที่เหมาะสมจะได้จากการคำนวนต้นทุนในการผลิตที่น้อยที่สุด หรือ อัตราการผลิตสูงสุด

- Pickering, Walker และ Newman (1994) ได้นำเสนอวิธีการกำหนดค่าสภาวะการตัดเฉือนโดยเลือกชุดข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยสำหรับกระบวนการแมชชีนนิ่งใดๆ ผู้ใช้งานจะกำหนดชนิดวัสดุชิ้นงาน และชนิดวัสดุเครื่องมือตัด ระบบจะทำการค้นหาค่าความเร็วตัดที่ผิวจากฐานข้อมูลที่มีค่าวัสดุเครื่องมือตรงตามที่กำหนด

### 2.1.3 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดลำดับงาน

- Wong และ Siu (1995) เสนอการประยุกต์ระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกชนิดกระบวนการผลิต และจัดลำดับการผลิตสำหรับชิ้นงานทรงเหลี่ยม ซึ่งพัฒนาโดยการใช้ภาษา Prolog โดยในระบบต้นแบบจะใช้แผนผังต้นไม้ในการอธิบายลักษณะรูปทรงชิ้นงาน จากนั้นจะอาศัยอัลกอริทึมในการแปรรูปเพื่อเลือกชนิดกระบวนการผลิตทั้งหมดที่จำเป็นซึ่งรวมทั้งการพิจารณาการทำผิวหยาบ และการทำผิวสำเร็จ ในขั้นตอนนี้จะอาศัยวิธีการวางแผนแบบย้อนกลับซึ่งได้แก่การพิจารณาผิวงานสำเร็จและเติมเนื้อวัสดุตามชนิดของกระบวนการผลิตจนได้ชิ้นงานวัตถุดิบ ลำดับของกระบวนการจะอาศัยการจัดลำดับความสำคัญของพื้นผิว ลำดับของกระบวนการก็จะถูกแสดงด้วยแผนผังต้นไม้ด้วย ฐานความรู้ที่ใช้งานได้จากการรวมรวมข้อมูลหลายๆชนิดด้วยกัน คือ ความสามารถของกระบวนการ ลำดับความสำคัญของพื้นผิว กลยุทธ์การปรับปรุงแผนกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการรวมกลุ่มกระบวนการผลิตที่ใช้อุปกรณ์จับยึด หรือเครื่องจักรเดียวกัน เพื่อลดจำนวนครั้งของการติดตั้งชิ้นงาน

### 2.1.4 งานวิจัยทางด้านเทคนิคอื่น ๆ

- Wu และ Chang (1998) เสนอระบบการวางแผนการปรับตั้งชิ้นงานแบบอัตโนมัติในการวางแผนกระบวนการผลิตแบบอาศัยลักษณะรูปร่างเฉพาะเป็นพื้นฐาน การวางแผนการปรับตั้งชิ้นงานจะพิจารณาปัจจัยทางด้านค่าพิกัดความเผื่อเป็นหลัก โดยจะเริ่มจากการวิเคราะห์ค่าพิกัดความเผื่อที่กำหนดจากแบบชิ้นงานอย่างอัตโนมัติ หลังจากนั้นระนาบอ้างอิงจะถูกเลือกเพื่อให้ได้แผนการปรับตั้งที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้แน่ใจว่าได้ค่าพิกัดความเผื่อตามที่ต้องการ แผนการปรับตั้งจะถูกรายงานไปยังผู้วางแผนอุปกรณ์จับยึดเพื่อทำการเลือกอุปกรณ์จับยึดต่อไป

- Chen และ Kumara (1998) นำเทคนิคฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มาใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ของการทำการเจียระไน ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในการทำงานกับผลลัพธ์ของกระบวนการผลิตในกระบวนการเจียระไนมีลักษณะเป็นแบบ Nonlinear

- Legoff และ Hascoet (1998) พัฒนาโปรแกรมสำหรับการวางแผนกระบวนการเชื่อมที่เชื่อมโดยเครื่องจักรหุ่นยนต์ โดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลรูปทรงชิ้นงานจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ โปรแกรมจะกำหนดเส้นทางการเชื่อมชิ้นงานให้โดยอัตโนมัติ และอาศัยเทคนิคโครงข่าย

ประสาทเทียมในการหาพารามิเตอร์ของการเชื่อม จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าข้อมูลการออกแบบจาก CAD สามารถถูกนำมาใช้ในการวางแผนกระบวนการเชื่อม และคำนวนค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อมได้อย่างอัตโนมัติ

## 2.2 สรุปงานวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยวางแผนกระบวนการผลิตมุ่งเน้นที่จะเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนการออกแบบและการผลิตให้สามารถเป็นไปได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งอาจเริ่มจากการกำหนดรูปแบบที่เป็นมาตรฐานของการนำเสนอแบบชิ้นงานของโรงงานต่างๆ เช่น STEP หรือแฟ้มข้อมูลชนิด DXF เป็นต้น วิธีการดึงข้อมูลรูปร่างชิ้นงานจากฐานข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ และการวางแผนกระบวนการผลิตด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการดึงข้อมูลรูปทรงชิ้นงานจากฐานข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบนี้เป็นส่วนที่สำคัญมีผลต่อความสามารถในการวางแผนกระบวนการผลิตอย่างอัตโนมัติ โดยมากวิธีการในการถ่ายข้อมูลการออกแบบไปสู่กระบวนการวางแผนกระบวนการผลิตนั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด วิธีการแรกเป็นการพิจารณารูปร่างจากฐานข้อมูลแบบชิ้นงานซึ่งก็มีการนำเทคนิคต่างๆมาใช้ เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น ด้วยวิธีการนี้ถึงแม้จะเป็นรูปทรงง่ายๆก็ยังต้องอาศัยอัลกอริทึมที่ซับซ้อนในการระบุชนิดรูปร่างพื้นผิวแมชชีน วิธีการที่สองจะทำการออกแบบชิ้นงานโดยอาศัยรูปร่างพื้นฐาน วิธีการนี้กำลังเป็นที่นิยมใช้เนื่องจากง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนกระบวนการผลิต แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ความซับซ้อนของชิ้นงานจะถูกจำกัดโดยรูปร่างพื้นฐานที่มีอยู่ของระบบ

การนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานวางแผนกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ เป็นการอาศัยความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลจากหลายๆแหล่งให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูล และสามารถช่วยเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำในการค้นหาข้อมูล รวมทั้งมีการนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของกลไกในการตัดสินใจของผู้วางแผน อาจนำเทคนิคต่างๆเช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือ การโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) มาใช้แทนกลไกในการตัดสินใจของผู้วางแผน