บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยี CAD/CAM

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและเขียนแบบ เกิดขึ้นกลางทศวรรษที่ 1950 เมื่อกองทัพอากาศสหรัฐฯ เริ่มต้นนำการแสดงผลแบบรูปภาพ(Graphic) มาใช้กับระบบ SAGE (Semi Automatic Ground Environment) ซึ่งเป็นการแสดงผลของเรดาร์ตรวจจับ โดยใช้จอภาพหลอดรังสีคาโทด ระบบนี้ได้รับการพัฒนาโดยห้องแลบลินคอร์น ณ สถาบันเทคโนโลยี MIT หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 1960 Ivan Sutherland ใช้คอมพิวเตอร์รุ่น TX-2 ที่ห้องแลบลินคอร์น ณ สถาบันเทคโนโลยี MIT เพื่อสร้างโครงการ SKETCHPAD ซึ่งถือเป็นก้าวแรกของวงการ CAD ในขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาเกิดขึ้นที่ ITEK และ General Motors โครงการที่ ITEK มีชื่อว่า The Electronic Drafting Machine (เครื่องทำ drawing อิเล็กทรอนิกส์) โดยใช้คอมพิวเตอร์ PDP-1 ของ Digital Equipment Corp. ซึ่งมีการแสดงผลแบบเวคเตอร์(การเก็บข้อมูลกราฟฟิกโดยเก็บข้อมูลพิกัด) โดยใช้หน่วยความจำแบบดิสก์ขนาดใหญ่เพื่อทำการรีเฟรชภาพ และใช้ปากกาแสงเพื่อป้อนข้อมูล ซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้น ควบคู่ไปกับ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็ว มากขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ผู้ใช้ซอฟต์แวร์ CAD ในปัจจุบัน ทำงานเขียนแบบและออกแบบ ได้ง่าย และรวดเร็ว ซอฟต์แวร์ CAD มีให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ไม่ว่าจะทำงานอยู่ในวงการใด ๆ เทคโนโลยีของซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาเริ่มจากการเป็นซอฟต์แวร์ช่วยเขียนแบบ 2 มิติ (Drawing) เสมือนเป็นกระดานเขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีคำสั่งในการใช้งานซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้คำสั่ง โดยการใช้เมาส์เลือกที่เมนูบนจอภาพ หรือการป้อนคำสั่งจากแป้นพิมพ์ ซอฟต์แวร์ CAD มีหลายกลุ่มคำสั่ง ได้แก่ คำสั่งในการวาดองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ เส้นตรง (Line), ส่วนโค้ง(Arc), วงกลม(Circle),วงรี(Ellipse), รูปเหลี่ยม(Polygon) เช่น สามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม และยังมีคำสั่งในการช่วยวาดองค์ประกอบเพิ่มเติม เช่น การสะท้อนให้เกิดภาพ (Mirror), การสำเนาองค์ประกอบที่มีอยู่(Copy) นอกจากนี้ยังมีคำสั่งในการแก้ไขสิ่งที่ได้วาดลงไปแล้ว ได้แก่ คำสั่งลบออก(Erase), ตัดบางส่วน (Trim), เคลื่อนย้าย(Move), หมุนภาพ(Rotate), การจัดองค์ประกอบต่างๆจำแนกอยู่ในชั้นต่างๆ(Layer) เพื่อความสะดวกในการทำงานเสมือน มี แบบหลายๆ แผ่นมาซ้อนทับกันอยู่ เช่น ในอาคารหนึ่งหลังจะมีทั้งแบบโครงสร้างแบบไฟฟ้า, แบบผนัง ฯลฯ ซึ่งเป็นกระดาษไข เมื่อต้องการใช้ก็จะนำมาทาบกับคำสั่งดังกล่าวที่ซอฟต์แวร์ CAD 2 มิติ มีให้นั้น ทำให้ผู้ใช้สะดวกและประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย คือเขียนแบบให้เสร็จในคอมพิวเตอร์

จากนั้นค่อยพลอตออกทางเครื่องพลอต(Plotter) ทำให้ประหยัดกระดาษ, ประหยัดเวลาที่จะต้องเขียนแบบใหม่หมดหากเกิดข้อผิดพลาด, ไม่ต้องใช้ใบมีดขูดแบบเพื่อลบเส้นที่ผิด แต่ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ CAD ที่เป็น 2 มิติ นี้ ผู้ใช้ยังคงต้องใช้จินตนาการและประสบการณ์ เพื่อวาดให้ได้แบบที่ถูกต้อง เช่น การวาดรูปด้านข้างของอาคารหรือของชิ้นส่วนที่มีความโค้งมน เหล่านี้ อาจทำให้แบบที่ออกมามีความผิดพลาดไป (machiney.igetweb.com, 29 เมษายน 2553)

2.2 CAD

CAD เป็นคำย่อของ Computer Aided Design ซึ่งแปลเป็นภาษาไทยว่าคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างชิ้นส่วน (Part) ด้วยแบบจำลองทางเรขาคณิต วิศวกรเครื่องกลหรือวิศวกรออกแบบใช้ CAD software ในการสร้างชิ้นส่วน หรือเรียกว่า แบบจำลอง (Model) และแบบจำลองนี้สามารถแสดงเป็นแบบ (Drawing) หรือไฟล์ข้อมูล CAD สำหรับวิศวกรการผลิตใช้ CAD software เพื่อ

- พัฒนาแบบจำลองชิ้นส่วนจากแบบที่ได้รับ
- ประเมินและแก้ไขข้อมูล CAD ของชิ้นส่วนที่ออกแบบบนระบบ CAD เพื่อให้ยอมรับได้ ในการผลิต
- เปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนที่ออกแบบเพื่อให้สามารถผลิตได้ สิ่งนี้อาจรวมถึงการเพิ่มมุมสอบ (Draft angle) หรือพัฒนาแบบจำลองของชิ้นส่วนที่แตกต่างกันออกไปสำหรับขั้นตอน ที่แตกต่างกันในกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน
- ออกแบบอุปกรณ์จับยึด โพรงแบบ (Model cavity) ฐานแม่พิมพ์ (Mold _base_) หรือเครื่องมืออื่น ๆ

2.3 CAM

CAM เป็นคำย่อมาจากคำว่า Computer Aided Manufacturing ซึ่งแปลตามศัพท์ได้ความว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต ซึ่งจะใช้ซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมเครื่องจักร ให้สามารถสร้างชิ้นงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ระบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตนี้ มีองค์ประกอบหลัก ๆ คือ

1. เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC:Computer Numerical Controlled) คือ เครื่องจักรที่ใช้สำหรับกัด ก้อนวัตถุดิบ (โลหะ, ไม้ ,พลาสติกสังเคราะห์) ให้ได้รูปร่าง ตามแบบชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้แล้ว

2. ซอฟต์แวร์สำหรับงาน CAM ซึ่งมีมากมายหลายยี่ห้อให้เลือกใช้ ซึ่งควรมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 รับข้อมูล 3 มิติจากซอฟต์แวร์ CAD ได้ในรูปแบบมาตรฐาน (IGES, STEP, STL)

2.2 เลือก Tool หรือ หัวกัดชิ้นงาน ตามขนาดที่ต้องการ กำหนด การกัดงานด้วยรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การกัดหยาบ, กัดละเอียด

2.3 ทดสอบการกัดชิ้นงาน บนจอภาพเพื่อตรวจสอบก่อนการกัดงานจริง (ส่วนนี้ซอฟต์แวร์บางตัวอาจยังไม่มีให้ใช้งาน) สร้าง G-code ซึ่งเป็นรหัสเพื่อบอกให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง ซึ่งซอฟต์แวร์ CAM นั้นจะต้องสร้าง G-code ให้มีรูปแบบตรงกับ รูปแบบที่เครื่องจักรรุ่นนั้น ๆ รู้จัก

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง CAD และ CAM

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในทุกส่วนของขบวนการทางวิศวกรรมทุกสาขา ในทางวิศวกรรมเครื่องกลซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมของระบบของไหล, ระบบของแข็ง ระบบทางความร้อน และระบบการทำงานของกลไกลเครื่องจักรต่างๆ การทำความเข้าใจต่อสิ่งเหล่านี้จะมีความยุ่งยากมากขึ้นเมื่อระบบเหล่านี้ซับซ้อนขึ้น ในการศึกษาเบื้องต้นเราสามารถใช้มือคำนวณสมการต่างๆได้ แต่เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ระบบที่ใกล้เคียงความจริง หรือกรณีที่ต้องการศึกษาพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในระบบของไหล และระบบความร้อน สมการต่างๆที่ใช้อธิบายพฤติกรรมจะซับซ้อนมากขึ้นจนไม่สามารถคำนวณได้ด้วยมือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยงานทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลจึงเข้ามามีบทบาทอย่างสูงในปัจจุบัน ขบวนการใช้งานโปรแกรมเหล่านี้จะเริ่มจากพื้นฐานที่คล้ายกันคือ ใช้โปรแกรมด้าน CAD (Computer Aided Design) เพื่อสร้างรูปร่างชิ้นงานที่เรากำลังต้องการจะศึกษา การใช้โปรแกรมช่วยในออกแบบ (CAD) จะทำให้สามารถสร้างแบบชิ้นงานในรูปลักษณะ 3 มิติ ซึ่งจะได้ภาพที่ชัดเจน และยังอำนวยความสะดวกในการนำชิ้นงานหลายๆชิ้นที่ได้ออกแบบ มาทำการประกอบกันเป็นชิ้นงานสำเร็จ นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถวิเคราะห์ถึงการชนกันของชิ้นงานประกอบเหล่านั้นได้ด้วย ทำให้การออกแบบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตของปัญหา และคุณสมบัติของชิ้นงานที่เราศึกษา แล้วจึงวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของระบบต่างๆ CAE (Computer Aided Engineering) เช่นความทนทานต่อแรงกระทำ หรือลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น และเมื่อต้องปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมก็สามารถกลับส่งกลับไปแก้ไขในโปรแกรม CAD แล้วนำกลับมาวิเคราะห์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับงานผลิตที่มีความซับซ้อน ซึ่งต้องใช้เครื่องจักรสมองกล (CNC Machine) ในการผลิต ในการนี้โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของมีดตัดชิ้นงานจะถูกเขียนขึ้นเพื่อควบคุมให้เกิดการรูปร่างที่ต้องการ แต่เมื่อรูปร่างซับซ้อนมากขึ้น การเขียนโปรแกรมด้วยมือก็จะเป็นไปไม่ได้ โปรแกรมทางด้านCAM (Computer Aided Manufacturing) จะเข้ามามีบทบาทในการเขียนโปรแกรมแทนคนสำหรับรูปร่างที่ซับซ้อนดังกล่าว (/machiney.igetweb.com, 29 เมษายน 2553)

2.5 CNC คืออะไร

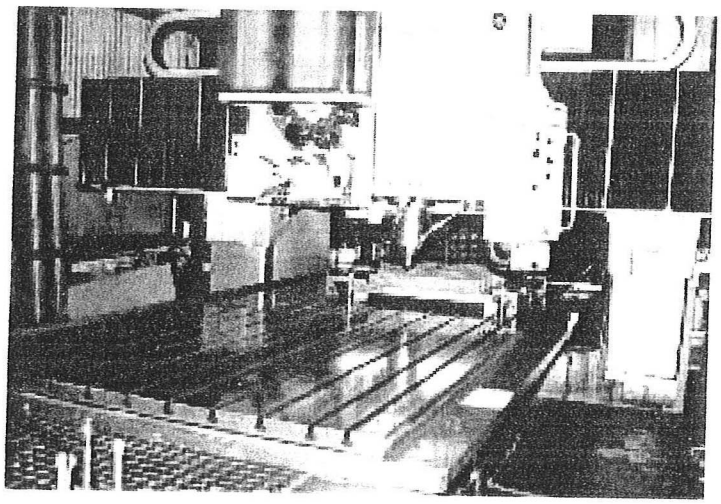
CNC เป็นคำย่อของ Computer Numerical Control แปลว่าการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องกัดซีเอ็นซีเครื่องกลึงซีเอ็นซี เครื่องเจียระไน เครื่อง EDM ฯลฯ ซึ่งสามารถทำให้ผลิตชิ้นส่วนได้รวดเร็วถูกต้อง และเที่ยงตรงเครื่องจักรซีเอ็นซีแต่ละแบบแต่ละรุ่นจะมีลักษณะเฉพาะ และการประยุกต์ใช้งานที่ต่างกันออกไปแต่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทั้งหมดมีข้อดีเหมือน ๆ กันคือ ข้อแรกเครื่องจักรกลซีเอ็นซีทุกเครื่องได้รับการปรับปรุงให้มีการทำงานอัตโนมัติทำให้ลดความวุ่นวายของผู้ควบคุมเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน เครื่องจักรซีเอ็นซีหลายเครื่องสามารถทำงานโดยที่ผู้ควบคุมไม่ต้องคอยนั่งเฝ้าในระหว่างวัฏจักรการทำงานของเครื่อง (Machining cycle) และผู้ควบคุมสามารถไปทำงานอย่างอื่นได้ สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีได้ประโยชน์หลายอย่างรวมทั้งลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากคนมีน้อยมากมีความคงเส้นคงวาในการผลิตและสามารถทำนายเวลาในการผลิตแต่ละชิ้นได้ข้อดีข้อที่สองของเทคโนโลยีซีเอ็นซีคือความคงเส้นคงวาและความถูกต้องแม่นยำของชิ้นงาน ซึ่งหมายความว่าเมื่อโปรแกรมที่เขียนทำงานอย่างถูกต้องแล้ว การผลิตชิ้นส่วน 2 ชิ้น 10 ชิ้น หรือ 1000 ชิ้นให้เหมือนกันทุกประการสามารถทำได้อย่างง่ายดายด้วยความสม่ำเสมอข้อดีข้อที่สามคือความยืดหยุ่นในการทำงาน เนื่องจากเครื่องจักรกลเหล่านี้ทำงานตามโปรแกรมการทำงานที่ต่างกันก็ง่ายเหมือนกับการโหลดโปรแกรมที่ต่างกัน เมื่อโปรแกรมประมวลผลและทำการผลิตชิ้นงานแล้ว เราสามารถเรียกโปรแกรมนั้นกลับมาใช้ใหม่ในครั้งต่อไปเมื่อต้องทำงานชิ้นนั้นอีกในตอนเริ่มแรกการควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีใช้โปรแกรมรหัสจีเป็นชุดคำสั่งควบคุมขับเครื่องมือตัดเฉือน (Tool) จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง หรือเปิด-ปิดสารหล่อเย็นหรือเปลี่ยนเครื่องมือตัดเฉือน เราไม่สามารถแยกเครื่องจักรซีเอ็นซีและรหัสจีออกจากกันได้ ถ้าเราต้องการให้เครื่องจักรซีเอ็นซีทำงานเราต้องเรียนรู้รหัสจีเพื่อที่เราจะได้พูดภาษาเดียวกับตัวควบคุมซีเอ็นซีได้ภายหลังโปรแกรม CAD/CAM ได้รับการพัฒนาขึ้นมา การนำ CAD/CAM มาใช้งานร่วมกับ CNC ก็เริ่มขึ้น ความเข้าใจเรื่องการรวม CNC กับ CAD/CAM จะช่วยให้เข้าใจวิธีการโปรแกรมรหัสจีเพื่อให้เครื่องจักร

ซีเอ็นซีทำงาน หลักการของรหัสจีในช่วง 50 ปีที่ผ่านมาทุกอย่างยังเหมือนเดิมคนส่วนใหญ่ใช้ระบบ CAM สำหรับสร้างรหัสจี แต่ก็ยังคงมีคนอีกจำนวนไม่น้อยยังคงส่งรหัสจีไปยังตัวควบคุม CNC เพื่อให้คนควบคุมเครื่องแก้ไข รหัสจีไม่เพียงแต่มีความยุ่งยากในการใช้งานเท่านั้นมันยังไม่สามารถรวมกับระบบ CAD/CAM ได้ หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงรหัสจีโดยตัวควบคุมที่เครื่องจักรซีเอ็นซีไม่สามารถส่งกลับไปที่ระบบ CAM ได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อผู้ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีต้องเปลี่ยนแปลงรหัสจีที่ได้รับจากระบบ CAM เพื่อปรับเงื่อนไขการกัดขึ้นรูปให้ถูกต้อง หลังจากนั้นก็ไปใช้โปรแกรมอื่นแล้วกลับมาใช้โปรแกรมเดิม ผู้ควบคุมเครื่องก็ต้องแก้ไขโปรแกรมรหัสจีอีก จะเกิดอะไรขึ้นถ้าผู้ควบคุมเครื่องลืมแก้ไขเงื่อนไขการกัด สิ่งนี้ทำให้เสียเวลาและเงินทองเป็นจำนวนมาก (ipst.ac.th/design/document/CAD-CAM-CAE-CNC., 29 เมษายน 2553)

2.6 หลักการและเทคโนโลยี CNC

ในปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีการพัฒนาและขยายตัวอย่างรวดเร็วมีการนำเข้าเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ที่ทันสมัยจากต่างประเทศ เพื่อช่วยเพิ่มการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งก็เป็นไปตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ที่มีอัตราการขยายตัวที่สูงมาก ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมามีทั้งจำหน่ายภายในประเทศ และส่งออกไปต่างประเทศทำให้ผลิตภัณฑ์ต้องได้ตามมาตรฐานที่ที่กำหนดไว้ เช่น มาตรฐานสากล ISO (International Standardization Organization) หรือ ตามมาตรฐานของเยอรมัน DIN (Deutsche Industrie Norm) แต่ในความเป็นจริงเรายังขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ ที่จะรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในระบบการผลิต การพัฒนาทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาไปอย่างมาก การผลิตไมโครชิพสามารถผลิตให้มีขนาดเล็กลง แต่ประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น การนำไมโครชิพไปใช้งานที่สำคัญอย่างหนึ่งได้แก่ การใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ใช้เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นหน่วยความจำ (RAM & ROM) ยุคแรกที่มีการนำคอมพิวเตอร์จะเน้นหนักไปทางด้านการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล และการคำนวณขั้นพื้นฐาน ในระยะหลังได้มีการพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ดีขึ้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงขึ้น เช่น การออกแบบชิ้นส่วนและสร้างโปรแกรมสำหรับผลิตชิ้นงาน ในภายหลังได้มีการเขียนโปรแกรมสำหรับช่วยในการผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเชิงตัวเลขขึ้นมา เครื่องจักรที่ใช้ระบบการควบคุมแบบเชิงตัวเลขนี้เรียกกันทั่วๆ ไปว่า "เครื่องจักรซีเอ็นซี" (CNC Machine)เครื่องจักร CNC เป็นเครื่องจักรที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือรูปทรงบ่อยๆ ได้ดี เพราะสามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆ โดย

ตรงที่โปรแกรม ดังนั้นจึงเหมาะกับการผลิตชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) หรือผลิตชิ้นงานในระบบสายงานการผลิตที่มีกำลังการผลิตปานกลาง ซึ่งเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดกลางการรับส่งข้อมูลสำหรับการทำงานของเครื่องจักร สามารถผ่านตัวกลางส่งสัญญาณต่างๆ เช่น แถบกระดาษเจาะรู (Paper Punched Tape) เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) และแผ่น Micro Floppy Disk หรือจะป้อนข้อมูลโดยตรงที่แป้นพิมพ์ของแผงควบคุม (Key Board) ก็ได้ แต่ก่อนที่จะส่งข้อมูลเพื่อให้เครื่องจักรทำงาน จำเป็นต้องมีการสร้างโปรแกรมการทำงานตามลำดับมาก่อน แล้วทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับแก้ไขให้ถูกต้อง ทำให้ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรกล



รูปที่ 2.1 เครื่องจักร CNC

เครื่องจักร CNC แต่ละเครื่องนั้นผลิตมาจากหลายบริษัท ซึ่งก็ใช้เทคโนโลยีที่บริษัทตนเป็นคนค้นคิดขึ้นมา ทำให้มีลักษณะการสั่งงานเป็นแบบเฉพาะนอกเหนือไปจากคำสั่งมาตราฐานทั่วไป

2.7 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องจักรทั่วไป แท่นเลื่อน (Sildes) ที่ทำหน้าที่นำชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดให้เคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อน (Slideways) โดยการหมุนมือหมุน (Hand Wheel) หรือโดยการใช้กลไกป้อนอัตโนมัติ เช่น ลูกเบี้ยวในเครื่องกลึงอัตโนมัติ ซึ่งในขณะเดียวกันนั้นช่างควบคุมเครื่องจะต้องทำหน้าที่อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานด้วย เช่นเปิดและปิดสวิทย์ควบคุมการหมุนของเพลาหัวเครื่อง, เปิดและปิดสวิทย์สารหล่อเย็น เป็นต้น ช่างควบคุมต้องใช้วิจารณญานและการ

ตัดสินใจร่วมกัน การทำงานจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ทุกเวลา ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุที่มาจากตัวบุคคล หรือสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างเดียวกันจำนวนมากๆ จะเกิดค่าพิกัดของชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไปแต่ถ้าหากใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีการผลิตชิ้นงานจำนวนมากจะลดเวลาของการผลิตชิ้นงานและรูปทรงที่ได้จะเหมือนกันโดยตลอด การทำงานต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ และยังสามารถนำโปรแกรมนั้นมาใช้ใหม่ได้อีกเมื่อมีการผลิตชิ้นต่อๆ ไปได้อีก เครื่องจักรซีเอ็นซี การเคลื่อนที่ต่างๆ ที่จำเป็นในการผลิตชิ้นงานจะทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของเครื่องจักรเองโดยอาศัยข้อมูลจากชุดควบคุม เครื่องจักรจะทำงานตามข้อมูลตัวเลข (Numerical Information) ที่ป้อนให้กับชุดควบคุมของเครื่องจักร CNC ในรูปแบบของรหัส (Code) ที่ชุดควบคุมสามารถเข้าใจได้

ในระบบการขับเคลื่อน จะต้องมีการออกแบบให้รับกับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ควบคุมระบบเชิงตัวเลข เช่น ระบบเฟืองทด เพลาหมุน พร้อมแบริ่งที่มีความเที่ยงตรงสูง ระบบการหล่อลื่น พร้อมกับการระบายความร้อน เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีระบบการจับยึดเครื่องมือที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ซึ่งจะแตกต่างจากการจับยึดเครื่องมือของเครื่องจักรทั่วไป

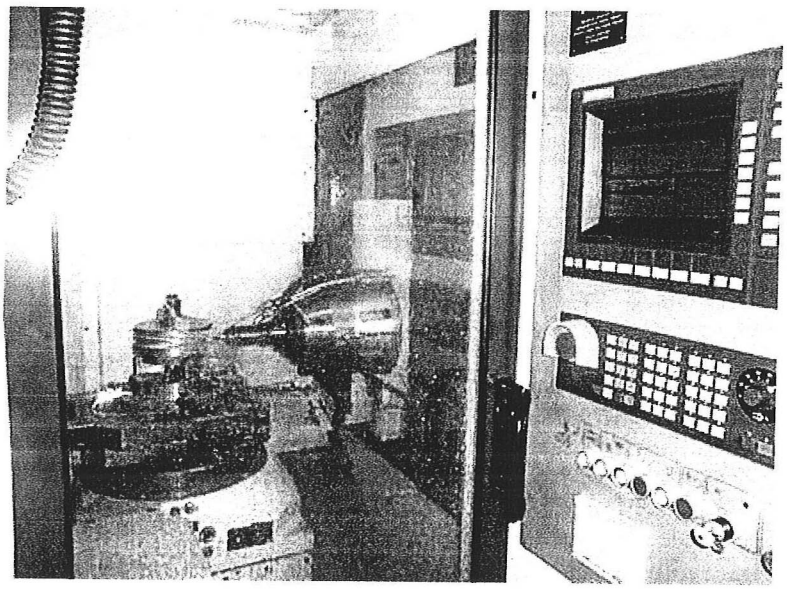
ความแตกต่างในการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ทั่วไปก็คือการตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียวกล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนของการวางแผน และสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรเท่านั้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะถูกนำไปใช้ในการทำงานของเครื่องจักร สำหรับผลิตชิ้นงานที่ต้องการ โดยสามารถทำการผลิตซ้ำๆ กันกี่ครั้งก็ได้ตามต้องการนอกเหนือจากโปรแกรมการทำงาน ซึ่งเปรียบเสมือนการวางแผนการทำงานที่ได้จัดเตรียมขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ การผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซียังช่วยลดเวลาในการทำงานอื่นๆ ที่จำเป็นด้วย เช่น ลดเวลาการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน ลดเวลาในการปรับความเร็วรอบของ Spindle เป็นต้น

2.8 หลักการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

การตัดเฉือนชิ้นงานด้วยเครื่องจักรทั่วๆ ไปนั้น ช่างควบคุมเครื่องจะใช้มือหมุนเพื่อเลื่อนคมตัดหรือชิ้นงานให้เคลื่อนที่ไป ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วจะได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างและขนาดตามต้องการ ลักษณะเช่นนี้ช่างควบคุมเครื่องจะต้องคอยเฝ้าดูตำแหน่งของคมตัดที่ต้องมีความสัมพันธ์กับเส้นรอบรูปบนชิ้นงานที่กำลังตัดเฉือนอยู่ตลอดเวลา และในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของคมตัด ช่างจะต้องหมุนมือหมุนเพื่อควบคุมการทำงานของแท่นเลื่อน ช่างจะต้องคอย

สังเกตุและตรวจสอบตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วช่างจะหยุดหมุนมือหมุน คมตัดก็จะหยุดการเคลื่อนที่ ในทางเทคนิคการทำงานเหล่านี้จะถูกเรียกว่าการควบคุม (Control)

นอกเหนือจากการควบคุมตำแหน่งของชิ้นงานกับเครื่องมือตัดแล้ว ช่างจะต้องควบคุมอัตราการป้อนซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุชิ้นงาน, วัสดุเครื่องมือตัด และตำแหน่งของคมตัดด้วย ซึ่งในบางครั้งช่างจะต้องลดอัตราการป้อนลงเมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ต้องการเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง นอกจากนี้จะต้องคอยปรับความเร็วรอบ และตำแหน่งของการหล่อเย็นให้ถูกต้องอีกเป็นต้น



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของเครื่อง

หลักการทำงานเครื่องจักรซีเอ็นซีจะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรทั่วไป กล่าวคือโดยพื้นฐานแล้วเครื่องจักรซีเอ็นซีก็จะทำหน้าที่ผลิตชิ้นงานเหมือนเครื่องจักรกลทั่วไป แต่ระบบควบคุมซีเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่างๆ แทนช่างควบคุมเครื่อง แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่เครื่องจักรจะทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับข้อมูลเสียก่อนว่าจะให้ทำงานตามขั้นตอนอย่างไร และจะต้องบอกเป็นภาษาที่ระบบควบคุมสามารถเข้าใจนั่นคือจะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องโดยผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape) ก็ได้เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ระบบควบคุมจะนำไป

ควบคุมให้เครื่องจักรทำงาน โดยการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะมีมอเตอร์ป้อน (Feed motor) เป็นตัวทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนหลังจากที่ระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ระบบควบคุมจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน

ระบบควบคุมซีเอ็นซีจะมีอุปกรณ์, เครื่องมือที่สามารถบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมรู้ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร มีหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใดช่างควบคุมเครื่องไม่เพียงสามารถใช้โปรแกรมซีเอ็นซีสั่งให้เครื่องจักรทำงานแต่ยังสามารถเขียนและป้อนโปรแกรมด้วยตนเอง ตลอดจนการแก้ไขโปรแกรมได้หลังจากป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องแล้ว ขนาดต่างๆ ของเครื่องมือตัดและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถที่จะเลือกใช้และป้อนเข้าไปในระบบควบคุมได้ในขณะทำการปรับตั้ง และเป็นอิสระจากโปรแกรมซีเอ็นซีขนาดต่างๆ ของเครื่องมือจะถูกนำไปใช้โดยอัตโนมัติขณะทำงานการตัดเฉือน ช่างควบคุมเครื่องจักรจึงไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องมือมาก และสามารถที่จะเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานได้ด้วยตนเอง

ระบบควบคุมของเครื่องจักรซีเอ็นซี จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ การที่เครื่องจักรจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมจะต้องได้รับการบอกล่าวถึงวิธีการทำงานเสียก่อน ข้อมูลที่ใช้จะอยู่ในรูปของโปรแกรมเอ็นซี ซึ่งช่างควบคุมเครื่องหรือช่างเขียนโปรแกรมจะเป็นผู้เขียนโปรแกรมเข้าในไประบบควบคุมระบบควบคุมจะอ่านโปรแกรมเอ็นซีและเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นสัญญาณควบคุมสำหรับเครื่องจักรการสร้างโปรแกรมเอ็นซีจะมีรูปแบบที่ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตระบบควบคุมภายใต้แนวทางที่เป็นมาตรฐานการสร้างโปรแกรมเอ็นซี ในโปรแกรมเอ็นซีขั้นตอนการตัดเลือกสำหรับผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซีจะถูกเขียนขึ้นในรูปแบบที่ระบบควบคุมสามารถเข้าใจได้ ช่างที่เขียนโปรแกรมจะต้องทราบถึงขั้นตอนการตัดเฉือนทั้งหมดซึ่งในขั้นตอนต่าง ๆ จะถูกกำหนดไว้อย่างถูกต้องพร้อมด้วยเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น อัตราป้อน ความเร็วรอบของเพลางาน เป็นต้น ช่างจะนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ไปเขียนเป็นโปรแกรมเอ็นซี หลังจากที่โปรแกรมป้อนเข้าไปในระบบควบคุมแล้วสามารถนำโปรแกรมนั้นมาทำงานซ้ำได้หลายครั้งตามที่ต้องการ

ถ้าขั้นตอนบางขั้นตอนจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไป และแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในโปรแกรมเอ็นซี จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงบางจุดให้เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ สามารถที่จะทำได้โดยช่างควบคุมเครื่องโดยตรง

2.9 การโปรแกรม NC โดยมนุษย์

เมื่อผู้เขียนโปรแกรมรู้แบบของชิ้นงานและข้อมูลของเครื่องจักรแล้ว ในขั้นแรกก็ต้องจัดลำดับขั้นตอนในการทำงานก่อน ขั้นต่อมาคือการจัดเตรียมข้อมูลโดยเลือกลำดับของเครื่องมือตามขั้นตอนการทำงาน ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องกำหนดความเร็วตัด และความเร็วป้อน ค่าเหล่านี้อาจได้จากการเปิดตารางหรือจากการคำนวณ นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงการเปิด-ปิดน้ำหล่อเย็น แกละการชดเชยขนาดของเครื่องมือ หลังจากทราบข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงเริ่มเขียนโปรแกรม สิ่งสำคัญที่ควรคำนึง คือ ผู้เขียนโปรแกรมต้องกำหนดวางศูนย์ของชิ้นงานในตำแหน่งที่เหมาะสม การเขียนโปรแกรมเอ็นซี (NC) ด้วยการใช้โปรแกรมช่วยผลิตชิ้นงาน ภาษาที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมเอ็นซีนั้นทำหน้าที่ให้ข้อมูลของชิ้นงาน และการเคลื่อนที่ระหว่างเครื่องมือและชิ้นงาน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้สร้างชิ้นงานตามแบบที่ต้องการได้ ลักษณะการใช้งานของภาษาที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมเอ็นซี แบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. ตามลักษณะของเครื่อง
2. ตามลักษณะของปัญหา ลักษณะภาษาที่ใช้ตามลักษณะปัญหานี้ ในระยะแรกที่เริ่มพัฒนา คือ ภาษา APT เป็นการคำนวณข้อมูลทางเรขาคณิตเท่านั้น ยังไม่มีข้อมูลทางเทคนิค แต่ในปัจจุบันมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตออกมากมาย ซึ่งสามารถทำได้ทั้งระบบ 2 มิติ, 2 1/2 มิติ และ 3มิติ

ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตเพื่อสร้างโปรแกรมเอ็นซีนั้น ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ที่จะเลือกใช้ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็ก มีการผลิตชิ้นงานจำนวนไม่มาก เพราะจะส่งผลกระทบถึงราคาต้นทุนในการผลิตสินค้า ซึ่งผู้ผลิตจำเป็นต้องเลือกวิธีการสร้างโปรแกรมให้เหมาะสม กล่าวคือ ถ้าลักษณะของชิ้นงานไม่มีความสลับซับซ้อน เป็นรูปทรงง่าย ๆ ก็ไม่สมควรที่จะใช้คอมพิวเตอร์ที่มีระบบการจัดการที่มีขนาดใหญ่มาช่วยในการสร้างโปรแกรม เพราะราคาและค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ดังกล่าวในปัจจุบันยังมีราคาที่ค่อนข้างสูง (ชาลี ตระการกูล, 2548 : 160 – 168)

2.10 ลักษณะการสร้างโปรแกรมเอ็นซี

การสร้างโปรแกรมเอ็นซีสำหรับสั่งงานเครื่องจักรที่ใช้การควบคุมด้วยระบบเชิงตัวเลข สามารถสรุปได้ตามลักษณะของการสร้างโปรแกรมได้ดังนี้

1. การสร้างโปรแกรมโดยตรง โดยการป้อนข้อมูลที่เป็นรหัสที่เครื่องจักรสามารถเข้าใจได้ที่แป้นพิมพ์ของชุดควบคุมของเครื่องจักร รวมทั้งข้อมูลของเครื่องมือตัดที่ใช้ในขบวนการผลิตชิ้นงานด้วย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

2. การสร้างโปรแกรมโดยทางอ้อมด้วยซอฟแวร์ประเภท CNC-Editor ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่ได้ส่งไปยังชุดควบคุมของเครื่องจักรโดยการใช้เทปกระดาษเจาะรู (Punched tape) เทปแม่เหล็ก (Magnatic tape) แผ่นดิสเก็ตต์(diskettes) หรือโดยการใช้สายส่งที่สามารถส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าชุดควบคุมของเครื่องจักรโดยตรง

3. การสร้างโปรแกรมทางอ้อมโดยใช้ CAM ซอฟแวร์ มีลักษณะคล้ายการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ในแต่ละภาษาจะมีความสามารถในการสร้างโปรแกรมสำหรับสั่งงานเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเชิงตัวเลขต่างกันออกไป การสร้างโปรแกรมเอ็นซีจะเริ่มโดยการเขียนคำสั่งการทำงานในลักษณะของ Text File ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ภาษาต่าง ๆ นั้นจะสามารถทำงานได้ หลังจากนั้นจะทำการแปล Text File ที่เขียนไว้เป็นคำสั่งภาษาซีเอ็นซี ในบางภาษาหลังจากทำการแปลเป็นคำสั่งภาษาซีเอ็นซีแล้วจะสามารถจำลองการทำงานทางจอภาพได้ และสามารถส่งโปรแกรมเอ็นซีไปยังชุดควบคุมของเครื่องจักรได้

4. การสร้างโปรแกรมทางอ้อมโดยใช้แคมซอฟแวร์ (Stand alone CAM Software) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความสามารถและขนาดของโปรแกรมที่เลือกใช้ การสร้างโปรแกรมจะเริ่มโดยการสร้างรูปทางเดินของคมตัดเสียก่อนหรือด้วยการกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการ จากนั้นจะทำการแปลข้อมูลเชิงเส้นไปเป็นโปรแกรมเอ็นซีหรือทำเป็นกระดาษเจาะรูเพื่อใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลไปยังชุดควบคุม

5. การสร้างโปรแกรมทางอ้อมด้วยซอฟแวร์ CAD/CAM เป็นระบบการสร้างโปรแกรมสำหรับชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน ซึ่งความสามารถในการสร้างรูปทรงของชิ้นงานและสามารถกำหนดขนาดในระบบ CAD และส่งข้อมูลของรูปทรงชิ้นงานไปยังระบบ CAM เพื่อแปลข้อมูลรูปทรงชิ้นงานเป็นโปรแกรมเอ็นซี ซึ่งระบบ CAD/CAM สามารถแยกจากกันเป็นอิสระในการทำงาน ซึ่งซอฟแวร์ระบบ CAD หรือระบบ CAM ที่มาจากผู้พัฒนาโปรแกรมบริษัทเดียวกันหรือต่างบริษัทกันก็จะสามารถรับส่งข้อมูลซึ่งกันและกันได้ เพราะมีการกำหนดเป็นมาตราฐานเดียวกัน หรือซอฟแวร์ CAD/CAM อาจจะอยู่รวมเป็นระบบซอฟแวร์รวม องค์ประกอบของระบบควบคุมระบบซีเอ็นซีจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย ถ้าพิจาณาถึงสิ่งที่ต้องการให้ระบบสามารถทำได้ จะสามารถแสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบซีเอ็นซีด้วยไดอะแกรมดังนี้
หัวใจของระบบซีเอ็นซีก็คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการคำนวณทั้งหมดและเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นเหตุและผล จึงจำ เป็นต้องมีอินเตอร์เฟส (Interface) อยู่ 2 ชุดด้วยกัน

- อินเตอร์เฟสสำหรับช่างควบคุมเครื่อง ซึ่งจะประกอบด้วยแผงควบคุม (Control Panel) และข้อต่อ (Connections) ต่าง ๆ สำหรับ เครื่องอ่านกระดาษ (Punched Tape Reader) เครื่องเจาะเทปกระดาษ (Punched Tape Perforator) หน่วยเทปแม่เหล็ก (Magnatic Tape

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 31 มี.ค. 2554
ทะเบียน 237118
เลขเรียกหนังสือ

Unit) หน่วยดิสเก็ต (Diskette Unit) และเครื่องพิมพ์ (Printer)

- ชุดอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องจักรกล องค์ประกอบหลักของชุดอินเตอร์เฟสนี้จะประกอบด้วย อินเตอร์เฟสการควบคุม (Axis Control) และหน่วยจ่ายกำลัง (Power Supply)

ระบบการรับและส่งข้อมูลและการจัดเก็บโปรแกรมเอ็นซี ข้อมูลโดยทั่วไปที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซี จะเป็นรหัสไบนารี่ (Binary Coded) ซึ่งหมายความว่าตัวอักษรและตัวเลขทุกตัวที่ป้อนผ่านแป้นพิมพ์จะถูกเปลี่ยนโดยคอมพิวเตอร์ให้เป็นบิท (Bit) ที่มีความหมายเฉพาะ

บิท (Bit)คือตำแหน่งของสวิทซ์อิเล็คทรอนิค ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งตำแหน่งปิด (OFF) หรือตำแหน่งเปิด (ON) ก็ได้ และในระบบไบนารี่ (Binary System) จะใช้เป็น 0 (OFF) 1 (ON) คอมพิวเตอร์จะเก็บบันทึกตำแหน่งสวิทซ์เหล่านี้ไว้เป็นจำนวนมาก และเชื่อมต่อระหว่างกันและกัน โดยทั่วไป 8 บิทจะรวมกันเท่ากับ 1 ไบท์ (Byte) ซึ่งใน 1 ไบท์นี้จะสามารถผสมกันเพื่อใช้แทนตัวเลขและตัวอักษรรวมกันได้ถึง 256 ตัว และในระบบนี้จะเรียกว่า "การให้รหัสไบนารี่" (Binary Coding) การรับโปรแกรมเอ็นซีเข้าไปในชุดควบคุมของเครื่องจักรเต็มหน่วยความจำของชุดควบคุมแล้วจะต้องลบข้อมูลของโปรแกรมนั้นออก มิฉะนั้นจะไม่สามารถป้อนข้อมูลโปรแกรมเอ็นซีใหม่เข้าไปได้ หรือหน่วยความจำของชุดควบคุมที่สามารถเก็บบันทึกโปรแกรมได้เพียงโปรแกรมเดียว เมื่อต้องการใช้โปรแกรมทำงานใหม่ก็จะต้องลบโปรแกรมที่มีความยาวมาก ๆ ดังนั้นจึงมีอุปกรณ์เก็บข้อมูลและส่งถ่ายข้อมูล ซึ่งสามารถเก็บและส่งโปรแกรมเอ็นซีเข้าชุดควบคุมของเครื่องจักรได้ อุปกรณ์เหล่านี้มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น เทปกระดาษ (Punched Tape) เทปแม่เหล็ก (Magntic Tape Cassettes) แผ่นดิสก์เก็ต (Diskettes) เป็นต้น (ซึ่งปัจจุบันสามารถต่อสายรับข้อมูลโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ได้ ทางพอร์ต อนุกรม,serial port) ซึ่งโปรแกรมเอ็นซีที่เก็บบันทึกข้อมูลไว้ในอุปกรณ์เหล่านี้ สามารถที่จะพิมพ์ออกมาเพื่อตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลเพิ่มเติมได้ (ชาลี ตระการกูล, 2548 : 171 – 173)

2.11 การส่งโปรแกรมเอ็นซีจากหน่วยบันทึกข้อมูลภายนอกไปยังชุดควบคุมของ เครื่องซีเอ็นซี

1. การส่งโปรแกรมเอ็นซีให้ชุดควบคุมของเครื่องจักร โดยอาศัยอุปกรณ์อ่าน และแปลสัญญาณโปรแกรมจากเทปกระดาษ การส่งโปรแกรมจะทำโดยใช้สายส่งเป็นตัวผ่านโปรแกรมไปยังชุดควบคุมแล้วเขียนลงในหน่วยความจำของชุดควบคุม

2. การให้ชุดควบคุมของเครื่องจักรกลอ่านโปรแกรมจากหน่วยบันทึกข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อผ่านสายส่งที่อยู่กับชุดควบคุม โดยอ่านข้อมูลจากแผ่นดิสเก็ต เพื่อทำการรับโปรแกรมเอ็นซีที่ส่งมาเพื่อทำการเขียนลงในหน่วยความจำของชุดควบคุม

3. ในกรณีที่โปรแกรมเอ็นซีมีขนาดใหญ่กว่าหน่วยความจำ ของชุดควบคุมของเครื่องจักร การรับโปรแกรมจะต้องใช้วิธีการส่งในระบบ on -line กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับหน่วยความจำของเครื่องจักรโดยตรง ที่เรียกว่า DNC จากที่กล่าวมาแล้ว เป็นเพียงหลักการเบื้องต้นของ เครื่องจักร CNC เท่านั้น คราวต่อไปจะได้กล่าว ถึงเทคโนโลยีของเครื่องจักร CNC ที่สูงขึ้นไปจนถึงระดับ Highspeed Machinig Center (www.cadthai.com/article/4506/2/cnc2., 29 เมษายน 2553)

2.12 การออกแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ

ออกแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ แผนที่ทางความคิดของนักวิจัยที่จะบอกว่าในการทาวิจัยเพื่อบรรลุถึงคาตอบที่เขาสนใจนั้น เขาต้องทาอะไรบ้าง จะทาอย่างไร จะทาอะไรก่อนหลัง และจะเกี่ยวข้องกับใครบ้าง แผนที่ทางความคิดนี้เหมือนกับแผนที่ของนักเดินทางตรงที่มันทาหน้าที่ให้แนวทางในการทาวิจัยเพื่อไปให้ถึงคาตอบที่ต้องการเท่านั้น นักวิจัย(ซึ่งเปรียบเหมือนนักเดินทาง) อาจจะปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการทางานให้ต่างออกไปจากที่ออกแบบไว้แต่แรกก็ได้ ถ้าเห็นว่ามีเหตุผลอันสมควร คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของแผนที่ทางความคิดสาหรับการทาวิจัยคือ แต่ละขั้นตอนแต่ละองค์ประกอบใน"แผนที่การวิจัย" (การออกแบบ) นี้ต่างก็มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ชนิดที่เมื่อมีการปรับเปลี่ยนในองค์ประกอบอันหนึ่งก็จะมีผลกระทบต่อองค์ประกอบที่เหลืออื่นๆ ไม่โดยตรงก็โดยอ้อมความแตกต่างระหว่างการออกแบบการวิจัยเชิงคุณภาพต่างกับการวิจัยเชิงปริมาณ ตรงที่ระดับความเข้มงวดในโครงสร้าง กล่าวคือ การวิจัยเชิงปริมาณแผนดาเนินการที่วางไว้จะมีความยืดหยุ่นน้อยหรือไม่ยืดหยุ่นเลย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องแนวความคิด การเลือกประชากรในการศึกษา วิธีที่ใช้ในการเก็บข้อมูล หรือวิธีวิเคราะห์ข้อมูลก็ตาม เมื่อได้วางแผนในตอนเริ่มต้นดีแล้วจะดาเนินการตามนั้นการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์แทนที่จะเป็นสิ่งดี อาจจะให้ผลในทางลบแก่การวิจัยโดยรวม ดังนั้นลักษณะสำคัญของการออกแบบการวิจัยเชิงปริมาณ คือ การมีโครงสร้างที่เข้มงวด แต่การวิจัยเชิงคุณภาพจะออกแบบยืดหยุ่นได้ตามความจาเป็นในแทบทุกขั้นตอน แต่ต้องเกิดจากความจาเป็นจากหลักการหรือแนวคิดทฤษฎี ไม่ใช่ความจาเป็นตามความสะดวกของผู้ทาการวิจัย

องค์ประกอบของการออกแบบการวิจัย Lincoln and Guba (1985 อ้างใน อ้างในชาย โพธิสิตา, 2549 : 108) ดังต่อไปนี้

1. ประเด็นสำคัญ (focus) ในการศึกษา ประเด็นสำคัญอาจได้แก่ ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเป็นประเด็นที่จะต้องประเมิน (ถ้าเป็นการวิจัยเพื่อประเมินผล) หรือประเด็นเชิงนโยบายก็ได้
2. กระบวนทัศน์ที่เหมาะสมกับประเด็นสำคัญในการศึกษา หมายถึงการเลือกจุดยืนทางกระบวนทัศน์ว่าจะดาเนินการวิจัยด้วยกระบวนทัศน์แบบไหน จะเลือกแบบปฏิฐานนิยมหรือแบบกระบวนทัศน์ทางเลือก
3. รูปแบบการทาวิจัยที่เหมาะสมกับทฤษฎีที่เลือกมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย
4. ประชากรเป้าหมายและสถานที่ที่จะเก็บข้อมูล
5. ขั้นตอนต่างๆ ในการเก็บข้อมูล
6. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล
7. แผนการเก็บข้อมูลและวิธีการบันทึกข้อมูล
8. แผนการวิเคราะห์ข้อมูล
9. การจัดการทั่วไป เช่น ติดต่อกลุ่มเป้าหมายสาหรับการเก็บข้อมูล หาสถานที่พักในภาคสนาม และวางแผนงานที่จะทาระหว่างเก็บข้อมูลในสนาม เป็นต้น

2.13 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.13.1 การวัดค่ากลาง (Central tendency) ของข้อมูล เพื่อนำมาใช้อธิบายขนาดของประชากรหรือลักษณะที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา เช่น นักธุรกิจต้องการทราบราคาเฉลี่ยของสินค้าชนิดหนึ่งที่ขายกันอยู่ในร้านสรรพสินค้าต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาตั้งราคาสินค้าชนิดนั้นในร้านของตนเอง (สรชัย พิศาลบุตร, 2535 : 304-317)

โดยทั่วไปค่ากลางที่ใช้กันในงานวิจัยมี 3 ชนิด คือ 1) มัชฌิมเลขคณิต 2) มัธยฐาน และ 3) ฐานนิยม

2.13.1.1 มัชฌิมเลขคณิต คือ ค่ากลางที่ได้จากการหารผลรวมของข้อมูลทุก ๆ ค่าด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด นิยมใช้กันมากในงานวิจัยโดยทั่ว ๆ ไปเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากลางที่หาได้โดยวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากคำนวณง่ายและมีความถูกต้องเชื่อถือได้สูง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงต่อไปได้ด้วย

มัชฌิมเลขคณิต ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \cdots + x_n)$$
$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

2.13.1.2 มัธยฐาน เป็นค่ากลางที่บอกให้นักวิจัยทราบว่า มีจำนวนค่าของข้อมูลชุดนั้นที่มากกว่าและน้อยกว่าค่านี้อยู่ประมาณเท่า ๆ กัน อาจจะกล่าวได้ว่ามัธยฐานเป็นค่าที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลตามลำดับจากน้อยไปหามาก หรือมากไปหาน้อยแล้ว

2.13.1.3 ฐานนิยม เป็นค่ากลางที่บอกให้นักวิจัยทราบว่า ค่าใดของข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุด หรือความถี่สูงสุด เช่น รถยนต์ใช้ยางขนาดใดมากที่สุด ข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ อาจมีฐานนิยมได้หลายค่าถ้าข้อมูลชุดนั้นมีค่าของข้อมูลที่มีความถี่มากที่สุดเท่ากันหลายค่า

2.13.2 การเลือกใช้ค่ากลางชนิดต่าง ๆ เพื่อการวิจัย

2.13.2.1 การกระจายของข้อมูลที่นำมาหาค่ากลาง ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อยหรือความแตกต่างระหว่างค่าแต่ละค่าของข้อมูลชุดนั้นมีน้อย อาจใช้มัชฌิมเลขคณิตหรือค่ามัธยฐานก็ได้เนื่องจากค่ามัชฌิมเลขคณิตและค่ามัธยฐานจะใกล้เคียงกัน แต่โดยทั่วไปแล้วนักวิจัยควรใช้ค่ามัชฌิมเลขคณิตมากกว่า เนื่องจากสามารถนำค่ามัชฌิมเลขคณิตที่ใช้ไปวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงต่อไปได้

2.13.2.2 วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ถ้าผู้วิจัยต้องการทราบตำแหน่งของข้อมูลแต่ละค่าอย่างคร่าว ๆ เช่น ในรายงานการสอบของนักเรียน ควรบอกค่ามัธยฐานของคะแนนสอบของนักเรียนในชั้น และคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนสอบได้ เพราะจะทำให้ผู้ปกครองนักเรียนสามารถทราบตำแหน่งของนักเรียนในความปกครองของตนได้ว่าอยู่ประมาณอันดับเท่าไรของชั้น แต่ถ้าบอกค่ามัชฌิมเลขคณิตแทนค่ามัธยฐานแล้ว จะทำให้ผู้ปกครองไม่สามารถทราบตำแหน่งที่หรืออันดับคร่าว ๆ ของผลการสอบของเด็กในความปกครองของตนได้

2.13.2.3 ลักษณะของข้อมูลที่นำมาหาค่ากลาง ถ้าข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาหาค่ากลางเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ คือสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ การหาค่ากลางอาจใช้ได้ทั้งมัชฌิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม แต่ถ้าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ การหาค่ากลางทำได้วิธีเดียวเท่านั้นคือการหาค่าฐานนิยม

2.13.2.4 ความสะดวกรวดเร็วในการหาค่ากลาง ถ้าผู้วิจัยต้องทราบผลลัพธ์เร็วโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องเชื่อถือได้ของค่ากลางที่จะนำมาใช้มากนัก ผู้วิจัยอาจใช้ค่ามัธยฐานหรือค่า ฐานนิยมได้

2.13.2.5 ความถูกต้องเชื่อถือได้ของค่ากลางที่ต้องการ ถ้าผู้วิจัยต้องการความถูกต้องของค่ากลางที่จะนำมาใช้สูง ผู้วิจัยควรจะต้องเลือกวิธีหาค่ากลางให้เหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลชุดนั้น ๆ และวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ของผู้วิจัยเป็นสำคัญ

2.13.3 การวัดการกระจาย การวัดการกระจายของข้อมูลทำได้ 2 วิธี คือการวัดการกระจายสัมบูรณ์ (Absolute Variation) และการวัดการกระจายสัมพัทธ์ (Relative Variation) (สรชัย พิศาลบุตร, 2535 : 320-329)

2.13.3.1 การวัดการกระจายสัมบูรณ์ ที่นิยมใช้ในงานวิจัยมี 2 ชนิด คือ พิสัย (Range) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1) พิสัย คือค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลอย่างหยาบ ๆ หาได้จากผลต่างระหว่างค่าสองค่าคือ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลชุดนั้นเท่านั้น ในกรณีที่ข้อมูลชุดนั้นมีค่าใดค่าหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มาก นักวิจัยไม่ควรใช้ค่าพิสัยในการวัดการกระจายของข้อมูล

ค่าพิสัย = $X_{max} - X_{min}$

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าที่ใช้วัดความแตกต่างระหว่างค่าแต่ละค่าของข้อมูลชุดนั้นกับมัชฌิมเลขคณิต ซึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ถ้าความแตกต่างโดยเฉลี่ยระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่ามัชฌิมเลขคณิตมีมาก แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายมาก แต่เนื่องจากความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่ามัชฌิมเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น อาจจะมีค่าเป็นบวกหรือลบแล้วแต่ค่าใดจะมากกว่ากัน ดังนั้นผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่ามัชฌิมเลขคณิตจะหักล้างกันหมดไป มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 0 เสมอ ทำให้วัดการกระจายของข้อมูลไม่ได้

ในการวัดการกระจายของข้อมูลเพื่อการวิจัย นักวิจยควรใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากสามารถวัดการกระจายของข้อมูลได้ถูกต้องกว่าการวัดโดยใช้ค่าพิสัย ไม่ว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยศึกษาจะมีการกระจายมากหรือน้อย จะมีค่าผิดปกติจากค่าอื่น ๆ ของข้อมูลชุดนั้นหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นสูงต่อไปได้ด้วย เช่น การประมาณค่า การทดสอบสมมติฐาน หรือการวัดความสัมพันธ์

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

2.13.3.2 การวัดการกระจายสัมพัทธ์ นอกจากจะใช้วัดการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าการวัดการกระจายสัมบูรณ์แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปได้อีกด้วย การวัดการกระจายสัมพัทธ์โดยพิจารณาจากพิสัย เรียกว่า

สัมประสิทธิ์ของพิสัย (Coefficient of Range) และเมื่อพิจารณาจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผัน (Coefficient of Variation)

1) สัมประสิทธิ์ของพิสัย ถ้าให้ X_{max} และ X_{min} แทนค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการวัดการกระจาย จะได้

$$\text{สัมประสิทธิ์ของพิสัย} = \frac{X_{max}-X_{min}}{X_{max}+X_{min}}$$

2) สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน ถ้าให้ $\bar{X}$ แทนค่ามัชฌิมเลขคณิต และ S แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการวัดการกระจาย จะได้

$$\text{สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน} = \frac{S}{\bar{X}}$$

2.13.4 การเลือกใช้ค่าการกระจายชนิดต่าง ๆ เพื่อการวิจัย

2.13.4.1 ลักษณะของข้อมูลที่นำมาวัดการกระจาย ถ้าข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาวัดการกระจายมีค่าใดค่าหนึ่งซึ่งสูงหรือต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มาก ผู้วิจัยควรใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดการกระจาย เพราะค่าพิสัยของข้อมูลที่มีค่าใดค่าหนึ่งสูงหรือต่ำผิดปกติจะสูงมาก ทำให้ค่าการกระจายที่วัดได้สูงกว่าที่ควรจะเป็นจริง

2.13.4.2 ความสะดวกรวดเร็วในการหาค่าการกระจาย ถ้าผู้วิจัยต้องการทราบผลลัพธ์เร็ว โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องเชื่อถือได้ของค่าการกระจายที่วัดได้มากนัก ผู้วิจัยอาจใช้ค่าพิสัย เนื่องจากหาได้ง่ายและใช้เวลาในการหาน้อยมาก

2.13.4.3 ความถูกต้องเชื่อถือได้ของค่าการกระจายที่ต้องการ ถ้าผู้วิจัยต้องการความถูกต้องของค่าการกระจายที่จะนำมาใช้สูง ผู้วิจัยควรจะต้องใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพราะโดยทั่ว ๆ ไป จะให้ค่าการกระจายของข้อมูลที่มีความถูกต้องเชื่อถือได้มากกว่าค่าพิสัย

2.13.4.4 ความต้องการทราบขนาดของการกระจายที่ชัดเจน ถ้าผู้วิจัยต้องการทราบขนาดของการกระจายที่ชัดเจน ควรใช้วิธีการวัดการกระจายสัมพัทธ์ เนื่องจากสามารถบอกได้ว่าขนาดการกระจายของข้อมูลนั้นสูงต่ำเพียงไรเมื่อเทียบกับค่าการกระจายสูงสุดซึ่งเท่ากับ 100 และค่าการกระจายต่ำสุดซึ่งเท่ากับ 0

2.13.4.5 ความต้องการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ถ้าผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป จะต้องใช้วิธีวัดการกระจายสัมพัทธ์ทั้งนี้เนื่องจากค่าการกระจายสัมบูรณ์ของข้อมูลแต่ละชุดไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ เพราะค่าการกระจายของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลชุดนั้น ๆ