บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อภินันท์ คลอวุฒินันท์, การประยุกต์เทคนิคการวางแผนความต้องการวัสดุในการผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็ก

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ ผลการประยุกต์เทคนิคการวางแผนความต้องการวัสดุในการผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็ก โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบันทึกข้อมูลของวัสดุคงคลัง ผู้ขายวัสดุ ใบเบิกวัสดุ ใบสั่งซื้อ และใบรายการวัสดุแบบระดับเดียว รวมทั้งปรับปรุงค่าปริมาณวัสดุคงคลังให้มีความถูกต้องแม่นยำ และคำนวณหาค่าปริมาณความต้องการวัสดุเบื้องต้น ปริมาณความต้องการสุทธิ และปริมาณวัสดุที่วางแผนจะสั่ง โดยศึกษาข้อมูลของใบรายการวัสดุสภาพวัสดุคงคลัง ค่าช่วงเวลานำในการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัสดุ และวิธีการหาปริมาณวัสดุในการสั่งซื้อ เพื่อที่จะนำไปคำนวณหาความต้องการวัสดุต่างๆ

2.1.2 George L Kovacs, Istvan Mezgar and Janos Nacsa, Concurrent engineering approach to support CIM reference model-based FMS design

ในขณะที่ระบบ CIM เป็นเรื่องซับซ้อน มีราคาสูง และเป็นการลงทุนระยะยาว ก้าวแรกในการออกแบบและการทำงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีต้นแบบที่ดี ทางที่จะเข้าถึงการออกแบบระบบ CIM และการนำไปใช้งานก็คือ Concurrent Engineering (CE) บทความนี้จะแนะนำต้นแบบในการอ้างอิง (บนพื้นฐานสถาปัตยกรรมโครงร่าง CIM-OSA) ซึ่งพัฒนามาจากหน้าที่ในการทำงาน นอกจากนี้ยังเสนอรายละเอียดว่าต้นแบบนี้สามารถใช้สำหรับ Concurrent Design ของผลิตภัณฑ์และระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

2.1.3 K Vinodrai Pandya, Model for production planning and controldecisions at cell level: a case study

ระบบ CIM หลายระบบที่มีอยู่ในทุกวันนี้ ยังไม่ถูกใช้อย่างเต็มความสามารถที่มีอยู่ ซึ่งดูเหมือนว่าจะเป็นธรรมชาติของระบบ การรวมของระบบเช่นนี้ทำให้เกิดการใช้เครื่องจักรเป็นจำนวนมากแต่ในไม่ช้าก็เปล่าประโยชน์ หลายบริษัทได้มาถึงจุดนี้และรู้สึกว่าเป็นจุดสุดท้ายของการรวมระบบแล้ว ความจริงประโยชน์ที่ได้รับเป็นเพียงระยะสั้นถึงระยะกลางเท่านั้น

แต่การปรับปรุงระบบในระยะยาวนั้น ข้อมูลเป็นสิ่งที่สำคัญมาก พื้นฐานของการปรับปรุงคือต้นแบบทั่วไปสำหรับระบบวางแผนและควบคุมการผลิต ต้นแบบทั่วไปสำหรับระบบวางแผนและควบคุมการผลิตที่ระบบย่อยได้ถูกพัฒนาขึ้นมา ต้นแบบที่ว่านั้นมี หน้าที่ต้นแบบ ข้อมูลต้นแบบ และชุดคำสั่งทั่วไป มีความมุ่งหวังว่าต้นแบบนี้จะถูกนำไปประยุกต์อย่างกว้างขวางและสามารถเปลี่ยนแปลงสำหรับการประยุกต์เฉพาะทางได้

2.1.4 Li Lin and Yi-Jen Fang, Database model for hierarchical controlof manufacturing cell systems in a manufacturing shop

การเข้าถึงข้อมูลจำนวนมากเพื่อให้การควบคุมระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นประสบความสำเร็จนั้น โครงสร้างของฐานข้อมูลก็ต้องออกแบบให้สนับสนุนการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ในหัวข้อของการควบคุมการผลิตนี้ บทความนี้ได้กล่าวถึงการพัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับการควบคุมของระบบหน่วยผลิตย่อยภายในโรงงาน แนวคิดข้อมูลต้นแบบได้พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกโดยใช้ Entity-relationship diagram (ERD) และฐานข้อมูลได้ถูกนำมาใช้ภายใต้ความสัมพันธ์ของข้อมูลต้นแบบด้วยระบบการจัดการฐานข้อมูล โปรแกรมประยุกต์นี้นำมาใช้อธิบายคำสั่งควบคุมการผลิตต่าง ๆในฝ่ายผลิตซึ่งประกอบด้วยหน่วยผลิตย่อยหลายหน่วย และการตอบสนองของการปฏิบัติตามคำสั่งก็ได้กล่าวถึงไว้ด้วย แสดงให้เห็นว่าการไหลของข้อมูลในการควบคุมการผลิตเช่นนี้ สามารถสนับสนุนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยการพัฒนาฐานข้อมูลและวิธีการสอบถามฐานข้อมูล

2.1.5 M.N. Latif, R.D. Boyd and R.G. Hannam, Integrating CAD and manufacturing intelligence through features and objects

บทความนี้รายงานเกี่ยวกับการตรวจสอบความสัมพันธ์ 2 อย่างในการใช้แนวความคิดด้านลักษณะเฉพาะและ Object เพื่อประสานกับระบบผู้เชี่ยวชาญการผลิตเพื่อการออกแบบและการผลิต นอกจากนี้เพื่อแสดงส่วนที่ประสานร่วมกันระหว่างการออกแบบและการผลิต (ระบบผู้เชี่ยวชาญการผลิตในที่นี้ใช้วิธีทดแทนข้อมูล ซึ่งแตกสาขาของข้อมูลและความรู้อื่นๆที่เกี่ยวข้อง) การตรวจสอบแรกตรวจสอบความเป็นไปได้ของการประสานระบบผู้เชี่ยวชาญการผลิตกับระบบ CAD ภายใต้พื้นฐานของวิธี Object-oriented และระบบการออกแบบโดยลักษณะเฉพาะ ในการทดลองใช้งานแนวคิดของ Object-oriented ผสมกับคุณสมบัติของ AutoLISP ซึ่งทำงานเชื่อมกับโปรแกรมออกแบบโดยลักษณะเฉพาะ โปรแกรมออกแบบโดยลักษณะเฉพาะอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลอง B-rep และติดตั้งบน AutoCAD ได้มีการกล่าวถึงข้อได้เปรียบของการรวม CAD กับ Object ไว้ด้วย การตรวจสอบที่สองตรวจสอบลักษณะเฉพาะ และ Object ภายใต้พื้นฐานของกฎ, ขอบเขต และขั้นตอน ทดแทนเปลือกฐานความรู้ Leonardo มีการทดสอบวิธีการติดต่อระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญการผลิตกับโปรแกรมสำเร็จรูปในการผลิต

ซึ่งใช้แนวความคิดที่เชื่อมโยงกลับไปถึงการออกแบบ นอกจากนี้ได้บรรยายถึงการใช้งานในช่วงต้นซึ่งมีการตรวจสอบและปัญหาที่เกิดขึ้น

2.1.6 Roger Crawford, Integrating 3D modelling and process planning by features: a case study

ลักษณะแบบจำลอง B-rep และระบบวางแผนกระบวนการผลิตได้รวมกันโดยอาศัยลักษณะของฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ร่วมกัน ได้อธิบายถึงลักษณะเฉพาะและวิธีการจัดการพร้อมกับคำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรมวางแผนกระบวยการผลิต เพื่อจะเป็นแนวทางและซักถามลักษณะแบบจำลอง ชิ้นงานคือชิ้นส่วนของ ESPRIT II โครงการ IMPPACT (2165) และได้สาธิตให้กับแผนกโลหะแผ่นของบริษัทผลิตอากาศยานในประเทศกรีซ

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบ หรือที่เรียกย่อๆว่า CAD (Computer Aided Design) นี้อาศัยเทคโนโลยีที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์กราฟิค ซึ่งเป็นการเขียนรูปบนจอภาพเป็นหลักแต่สามารถจัดการกับภาพที่สร้างขึ้นนี้ให้อยู่ในตำแหน่งและลักษณะตามต้องการ โดยที่ผู้ใช้ซึ่งส่วนมากจะเป็นวิศวกรหรือสถาปนิกจะใส่ข้อมูลตลอดจนคำสั่งเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่านทางอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าซึ่งอาจจะเป็นแป้นพิมพ์หรือ Mouse หรือ Digitizer หรืออื่นๆ ส่วนคอมพิวเตอร์ก็จะติดต่อกลับมายังผู้ใช้โดยผ่านทางจอภาพ คำสั่งที่ใส่เข้าไปนี้จะเรียกชุดโปรแกรมสำหรับสร้างภาพที่เก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ออกมาใช้ ภาพที่สร้างขึ้นเหล่านี้จะสร้างจากรูปทรงทางเรขาคณิต นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถดัดแปลงภาพที่สร้างขึ้นโดยอาศัยคำสั่งต่างๆซึ่งจะทำให้ได้รูปภาพที่ต้องการ

หลักการทั่วไปของระบบนี้จะอาศัยความสัมพันธ์ทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ฮาร์ดแวร์ในที่นี้หมายถึงหน่วยประมวลผลกลาง อุปกรณ์เก็บข้อมูลและจอภาพตลอดจนอุปกรณ์อื่นๆ อาทิเช่นเครื่องพิมพ์เครื่องพล๊อต นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งก็คือ ผู้ออกแบบ ระบบคอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ผู้ออกแบบใช้เพื่อแก้ปัญหาในการออกแบบเท่านั้น การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยงานด้านออกแบบ เป็นเพียงการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ออกแบบเท่านั้น

เหตุผลหลักของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบคือ

1. เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการลดงานให้กับผู้ออกแบบ ซึ่งแต่เดิมต้องทำตั้งแต่จินตนาการ ออกแบบวิเคราะห์แบบดัดแปลงแก้ไขเขียนแบบ และให้รายละเอียดเกี่ยวกับแบบซึ่งงาน

เหล่านี้เมื่อนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยนอกจากจะทำให้เพิ่มผลผลิต ประหยัดเวลาแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายลงด้วย

2. เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับงาน เนื่องจากสามารถทำการวิเคราะห์แบบได้โดยใช้โปรแกรมมาช่วยอำนวนความสะดวก อีกทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยนี้ ยังทำให้สามารถทดลองกับแบบได้หลายลักษณะ ทำให้สามารถเลือกแบบที่ดีที่สุดได้

3. เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลผิดพลาด เนื่องจากระบบ CAD นอกจากจะให้ภาพที่ชัดเจนแล้วความละเอียดที่มีเกี่ยวกับสิ่งที่ออกแบบไม่ว่าจะเป็น ขนาดหรือลักษณะทำให้การใช้รูปแบบข้อมูลมีความถูกต้องสูง การนำข้อมูลนี้ไปใช้ในงานอื่นๆ ก็สามารถทำได้สะดวก

4. เป็นการสร้างฐานข้อมูลสำหรับงานอุตสาหกรรม โดยปกติ CAD จะใช้ร่วมกับการนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการผลิต ดังนั้น การส่งผ่านข้อมูลจะทำได้สะดวกไม่จำเป็นต้องใส่ข้อมูลเข้าไปใหม่อีก การใช้งานอื่นๆ เช่น การคำนวณค่าวัสดุ ฯลฯ ก็จะทำได้สะดวกขึ้นด้วย

2.2.1 กระบวนการออกแบบ

ขั้นตอนการออกแบบนั้นแต่เดิมมักจะทำตามขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาความต้องการแล้วนิยามปัญหา หมายถึง ต้องการออกแบบอะไร ลักษณะเป็นอย่างไร จะออกแบบอย่างไรจึงจะได้สินค้าตามความต้องการ

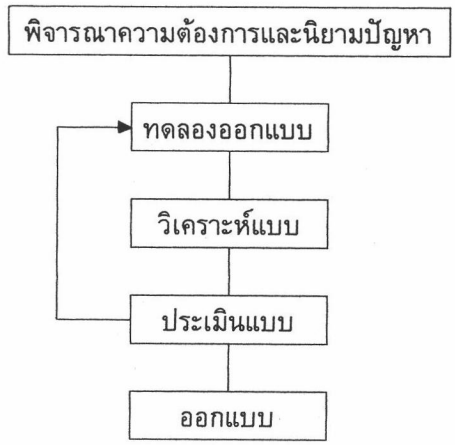
2. ทดลองออกแบบ หมายถึง ลองร่างแบบคร่าวๆหลายๆแบบเพื่อใช้พิจารณา

3. วิเคราะห์แบบ หมายถึง ลองวิเคราะห์แบบแต่ละแบบที่ออกมาว่ามีข้อดีข้อเสียอย่างไร

4. ประเมินแบบที่ได้ หมายถึง ประเมินว่าแบบที่ลองออกแบบมานั้น แบบใดมีความเหมาะสม หากไม่มีแบบใดมีความเหมาะสมก็จะกลับไปออกแบบใหม่

5. ลองออกแบบเพื่อนำไปใช้งาน หมายถึง การทำแบบที่ได้ให้อยู่ในสภาพที่สามารถจะนำไปใช้งานต่อไป

ขั้นตอนต่างๆเหล่านี้สามารถเขียนเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการออกแบบ

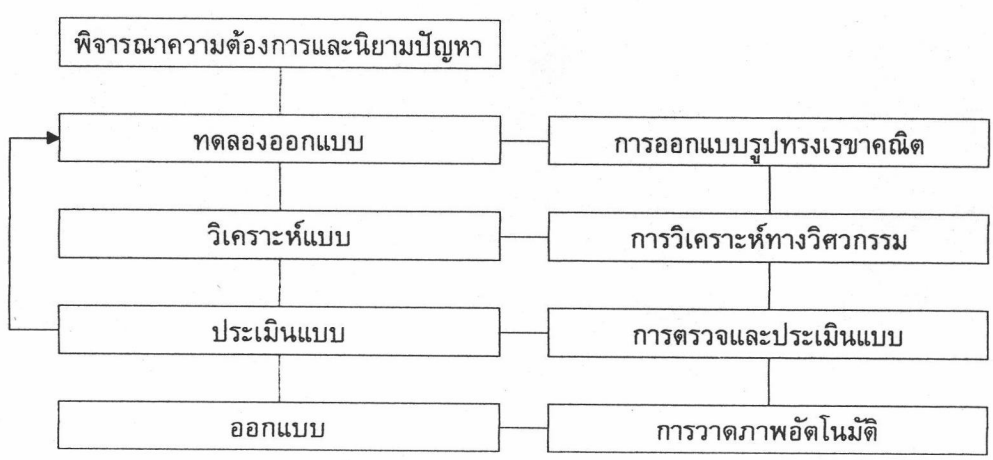
กระบวนการออกแบบดังกล่าวข้างต้นนี้ มักเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างซ้ำซากและสิ้นเปลืองเวลามาก ดังนั้นกระบวนการเหล่านี้อาจลดขั้นตอนลงได้โดยใช้คอมพิวเตอร์

2.2.2 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ

อาจแยกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

- การออกแบบรูปทรงทางเรขาคณิต (Geometric Modeling)
- การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Engineering Analysis)
- การตรวจและประเมินแบบ (Design Review and Evaluation)
- การวาดภาพอัตโนมัติ (Automated Drafting)

งานเหล่านี้เมื่อนำมาประยุกต์เข้ากับกระบวนการออกแบบได้ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การประยุกต์คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการออกแบบ

รายละเอียดของการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบในแต่ละประเภทมีดังนี้

2.2.2.1 การออกแบบรูปทรงทางเรขาคณิต (Geometric Modeling) จะเป็นการจัดการกับสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งแทนรูปทรงนั้นๆเป็นส่วนใหญ่ รูปแบบของการเสนอภาพในลักษณะนี้อาจมีได้หลายแบบ แต่แบบพื้นฐานที่สุดคือแบบโครงลวด (Wire Frame) มีได้ตั้งแต่ 2 มิติจนถึง 3 มิติซึ่งมีความเหมือนจริงมากกว่าแบบ 2 มิติ แต่ถ้าหากต้องการให้ได้ภาพที่เหมือนจริงที่สุด ก็ต้องใช้เทคนิคจัดการกับผิวของภาพในระนาบต่างๆ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า Solid Modeling

2.2.2.2 การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Engineering Analysis) ส่วนมากจะต้องมีการวิเคราะห์ใน 2 ลักษณะแล้วแต่งาน กล่าวคืออาจเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติทั่วๆไปเกี่ยวกับวัสดุเช่น พื้นที่ น้ำหนัก ปริมาตร ฯลฯ หรือการวิเคราะห์ซึ่งค่อนข้างซับซ้อนขึ้นไปก็คือ การคำนวณเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุเมื่อมีแรงหรือความร้อนมากระทำ ส่วนมากจะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Finite Elements Analysis

2.2.2.3 การตรวจและประเมินแบบ (Design Review and Evaluation) สามารถทำได้สะดวกบนจอภาพกราฟิคของระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะ CAD มีระบบตรวจเช็ครายละเอียดเกี่ยวกับขนาดและมาตราวัดได้ตามต้องการ อีกทั้งสามารถปรับขนาดจากมาตราหนึ่งไปอีกมาตราหนึ่งก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถขยายภาพเพื่อดูรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบได้อีกด้วย ในแง่ของการประเมินแบบนั้น CAD บางโปรแกรมก็สามารถนำภาพของชิ้นส่วนต่างๆที่สร้างขึ้นมาประกอบกันเข้าแล้วลองดูว่าหากนำมาใช้งานจะทำงานในลักษณะใด เพื่อผู้ออกแบบจะได้เห็นภาพพจน์ดียิ่งขึ้น และสามารถตรวจได้ทันทีว่าของที่ออกแบบนั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่

2.2.2.4 การวาดภาพอัตโนมัติ (Automated Drafting) ปกติภาพที่สร้างโดย CAD จะสามารถนำลงบนกระดาษได้ทันทีโดยใช้เครื่องพิมพ์หรือเครื่องพล๊อต โดยภาพที่วาดออกมานี้อาจจะวาดออกมาในแง่มุมต่างๆ หรืออาจวาดโดยให้มีการลดขนาดหรือขยายก็ได้

2.2.3 ประโยชน์ของการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ
สามารถสรุปได้ดังนี้

1 ค่าใช้จ่ายลดลง ทั้งในแง่ค่าวัสดุและค่าแรงงาน

2 เวลาที่ใช้ในการออกแบบลดลง

3 ง่ายต่อการดัดแปลงแบบ เพราะไม่ต้องเขียนใหม่ทั้งหมดเมื่อมีการแก้ไข

4 โดยการวิเคราะห์ทำให้สามารถตัดหรือลดการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบลงได้ในบางส่วน

5 งานที่ออกแบบมีมาตรฐานดีขึ้น เพราะมีการวิเคราะห์ในแง่ต่างๆ มาอย่างดีแล้ว

6 ลดความผิดพลาดอันเนื่องจากความเผลอเรอ

7 แบบที่ออกมาง่ายแก่การทำความเข้าใจ

8 กรณีที่แบบมีปัญหา สามารถตรวจหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว

9 สามารถช่วยงานอื่นๆได้ เช่น การกำหนดราคา เพราะทราบรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ

2.2.4 อุปกรณ์สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการนี้ หลักสำคัญคือการสร้างภาพกราฟิค ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์พิเศษเพื่อทำหน้าที่ดังกล่าวไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้า ซึ่งต้องสามารถใส่ข้อมูลได้ในลักษณะเป็นตำแหน่งต่างๆ โดยสามารถไปสร้างภาพได้บนจอ นอกจากนี้เมื่อได้ภาพแล้วก็ต้องนำออกมาใช้งาน ซึ่งจำต้องมีอุปกรณ์แสดงผลซึ่งมีความละเอียดมากพอ และเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงานจึงจำเป็น

อุปกรณ์ของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน (ดังรูปที่ 2.3) คือ

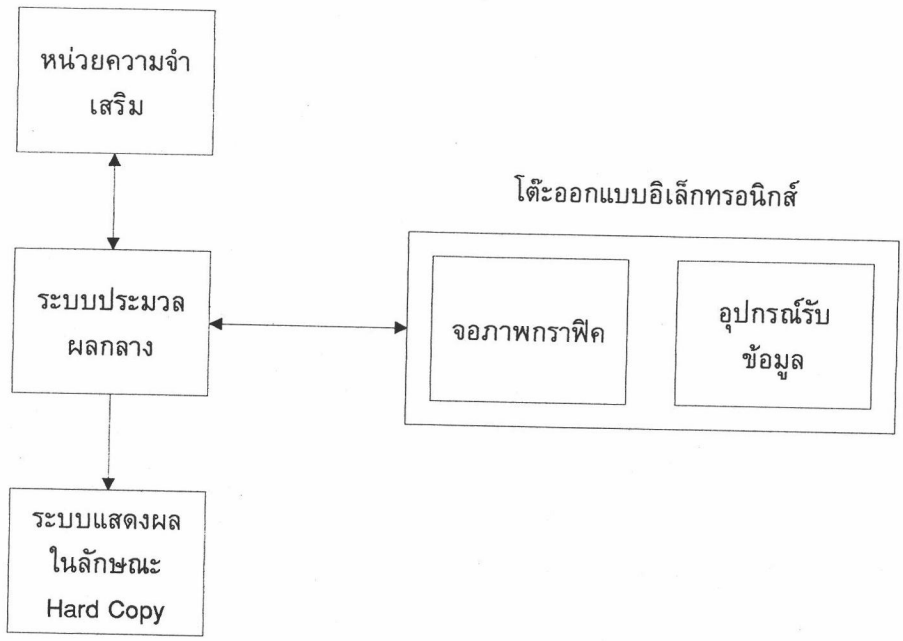
2.2.4.1 โต๊ะออกแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.2.4.2 ระบบประมวลผล

2.2.4.3 ระบบแสดงผลในลักษณะ Hard Copy

2.2.4.4 หน่วยความจำเสริม

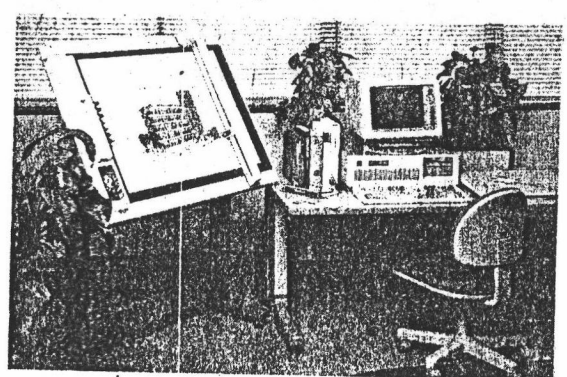
โต๊ะออกแบบจะประกอบไปด้วย จอภาพกราฟิค พร้อมอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าซึ่งอาจเป็นแป้นพิมพ์ หรือ Light Pen หรือ Digitizer ส่วนระบบคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีใช้เพื่อประมวล เนื่องจากภาพต่างๆ ที่สร้างขึ้นบนจอนี้ อาศัยพื้นฐานสมการทางคณิตศาสตร์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพหรือตำแหน่งก็ต้องอาศัยการคำนวณเข้ามาช่วย จึงต้องการหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่ทำงานได้อย่างรวดเร็ว เพื่อจะได้แสดงภาพการเปลี่ยนแปลงออกมาได้อย่างรวดเร็ว และเนื่องจากข้อมูลในลักษณะกราฟิคนี้จะเปลืองเนื้อที่ในการเก็บมากจึงต้องมีอุปกรณ์หน่วยความจำเสริมมาช่วย เช่น ฟลอปปี้ดิสก์ (Floppy Disk) ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ฯลฯ ส่วนอุปกรณ์แสดงผลบนกระดาษก็จะเป็นพวกเครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องพล็อต (Plotter) หรือเครื่องถ่ายภาพจากจอ ฯลฯ



รูปที่ 2.3 ลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

2.2.4.1 โต๊ะออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ โต๊ะออกแบบในระบบ CAD เป็นระบบซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบกับโลกภายนอก โดยทำหน้าที่เป็นสื่อกลางให้ผู้ออกแบบได้รับความสะดวก ตัวอย่างของโต๊ะออกแบบอิเล็กทรอนิกส์แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ โต๊ะออกแบบนี้ต้องทำหน้าที่หลักๆ 5 ประการ คือ

- เชื่อมโยงกับระบบประมวลผลของคอมพิวเตอร์
- แสดงภาพในลักษณะกราฟิคให้ผู้ออกแบบเห็นได้
- ให้ข้อมูลรายละเอียดของภาพได้
- เปลี่ยนคำสั่งคอมพิวเตอร์เป็นคำสั่งงาน
- อำนวยความสะดวกระหว่างผู้ออกแบบกับระบบ

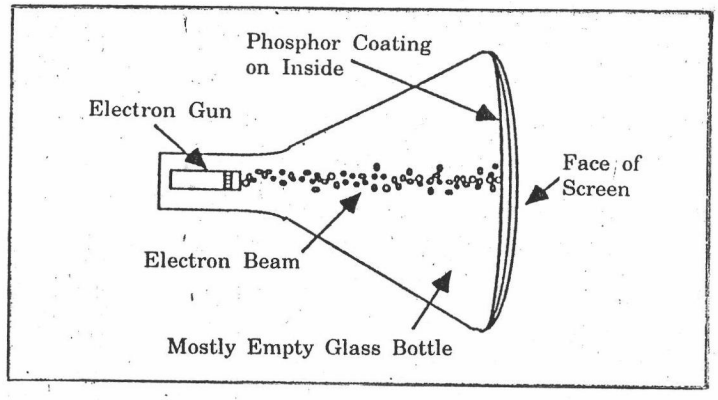


รูปที่ 2.4 โต๊ะออกแบบอิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะโดยทั่วไปของโต๊ะออกแบบ มักจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- จอภาพกราฟิค ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีของจอภาพกราฟิคได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วจากเดิมเมื่อไม่กี่ปีมานี้จอภาพกราฟิคยังมีความละเอียดไม่ถึงครึ่งของในปัจจุบันเมื่อมีการประยุกต์ใช้งานด้านการออกแบบมากขึ้น การพัฒนาคุณภาพของจอกราฟิคก็ดีขึ้นเป็นเงาตามตัว อีกทั้งราคาก็ถูกลงด้วย

จอภาพคอมพิวเตอร์กราฟิคที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนมากจะใช้ Cathode Ray Tube (CRT) เป็นอุปกรณ์แสดงผล มีลักษณะคล้ายกับจอทีวีที่มีอยู่ทั่วไป โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 2.5 เมื่อขั้วไฟฟ้าลบได้รับความร้อนก็จะปล่อยลำอิเล็คตรอนหลุดออกมาแล้ววิ่งตรงไปยังจอโดยมีสนามไฟฟ้าเป็นตัวกำหนดทิศทางให้เมื่อชนจอซึ่งฉาบด้วยสารเรืองแสง (ฟอสฟอรัส) อิเล็คตรอนก็จะคายพลังงานให้กับฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสได้รับพลังงานสูงขึ้น ก็จะคายพลังงานออก เพื่อกลับสู่สภาพปกติ ซึ่งการคายพลังงานนี้จะออกมาในรูปแสง ทำให้เกิดการเปล่งแสงตรงจุดที่อิเล็คตรอนวิ่งมาชนโดยการโฟกัสลำอิเล็คตรอนและเปลี่ยนความเข้มของลำอิเล็คตรอนจะทำให้สามารถควบคุมการเปล่งแสงของจอภาพได้



รูปที่ 2.5 ลักษณะการทำงานของจอ CRT

จอภาพกราฟิคสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ จอภาพแบบ Raster Scan ทำงานโดยอาศัยหลักการที่ยิงลำอิเล็คตรอนกวาดไปมาบนจอ ซึ่งหลักการก็คล้ายกับการทำงานของโทรทัศน์ ข้อแตกต่างก็คือโทรทัศน์ใช้สัญญาณอะนาลอก (Analog) เพื่อสร้างภาพบนจอแต่ Raster Scan จะใช้สัญญาณดิจิตอล ซึ่งสร้างโดยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงมีการเรียกจอภาพแบบนี้ว่า Digital TV ขีดความสามารถในการทำงานจอภาพแบบนี้จะถูกจำกัดโดยหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์

คุณภาพของภาพที่แสดงบนจอนี้จะเพิ่มขึ้นได้โดยอาศัยการเพิ่ม Pixel Density หรือไม่ก็เพิ่ม Gray Scale (คือ เพิ่มระดับความเข้มของแสงแทนที่จะมีเพียงมืดกับสว่างเพียง 2 ระดับ ก็อาจมี 8 ระดับ เป็นต้น) การเพิ่มความหนาแน่นของ Pixel บนจอ (หมายความว่า

เพิ่มเส้น และเพิ่มตำแหน่งต่อเส้น) ตัวอย่างเช่น จอ Raster Scan ขนาด 1024 X 1024 จุด จะมีความคมชัดมาก แต่ต้องใช้หน่วยความจำในการควบคุมการสร้างภาพบนจอถึง 1 ล้านบิท การเพิ่ม Gray Scale คือ การเพิ่มระดับความเข้มของแสงบน Pixel ดังนั้นจึงต้องการหน่วยความจำเพิ่มขึ้น เพื่อควบคุมความเข้ม เช่น ถ้าใช้ 2 บิทจะแสดงได้ 4 ระดับความเข้ม 3 บิท สำหรับ 8 ระดับความเข้ม ปกติแล้วต้องใช้ประมาณ 56 บิท จึงจะได้ความละเอียดของความเข้มที่ต่อเนื่อง และสำหรับจอสีต้องใช้เป็น 3 เท่า (สำหรับ 3 สีหลัก คือ แดง ฟ้า เขียว) จอภาพแบบ Raster Scan ซึ่งมีความละเอียดสูง ต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำในการควบคุมมาก ซึ่งแต่ก่อนจะทำได้ต้องใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แต่ปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ก็สามารถทำได้ เพราะขีดความสามารถเพิ่มขึ้น อีกทั้งราคาหน่วยความจำถูกลง

ข้อดีของระบบนี้ก็คือ ราคาถูก สามารถแสดงภาพสีได้ และทำภาพเคลื่อนไหวได้ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้จอภาพชนิดนี้ได้รับความนิยมใช้อย่างแพร่หลาย

- อุปกรณ์ใส่ข้อมูลเข้านี้เป็นส่วนซึ่งทำหน้าที่อำนวนความสะดวก ให้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลหรือคำสั่งไปยังระบบ CAD ปกติแล้ว CAD ชุดหนึ่ง จะมีอุปกรณ์รับข้อมูลหลายประเภท โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะใช้เพื่อเลือกคำสั่งต่างๆ ที่จะจัดการกับภาพบนจอ หรือเพื่อใส่ข้อมูลลงในระบบ อุปกรณ์เหล่านี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ
  - อุปกรณ์ควบคุม Cursor
  - Digitizer
  - แป้นพิมพ์

อุปกรณ์ควบคุม Cursor และ Digitizer ใช้กันมากในการจัดการกับภาพกราฟิค ส่วนแป้นพิมพ์มักจะใช้ในการใส่ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวอักษร หรือตัวเลข การใช้งานของอุปกรณ์ควบคุม Cursor หรือ Digitizer นี้มักทำใน 2 ลักษณะ คือ

- สร้างหรือวางตำแหน่งของภาพบนจอ
- ชี้ไปยังส่วนของภาพที่สร้างไว้แล้วเพื่อทำงานบางอย่าง เช่น ชี้ไปที่เมนูเพื่อสั่งงาน

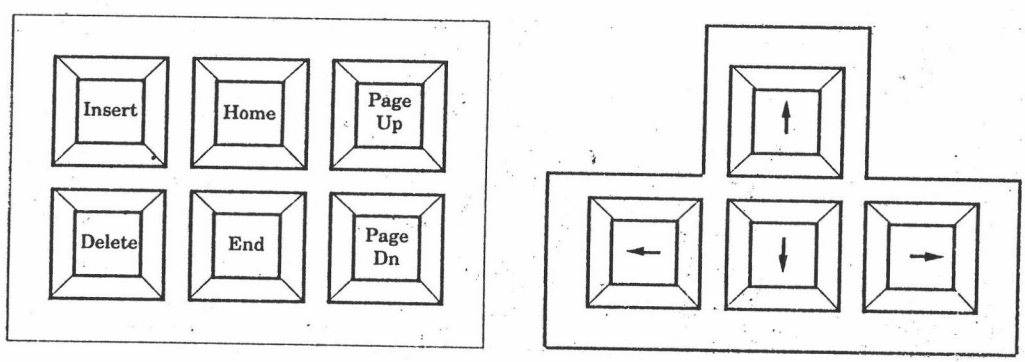
โดยปกติแล้วอุปกรณ์รับข้อมูลสำหรับระบบกราฟิคนี้น่าจะทำงานทั้งสองลักษณะดังกล่าวข้างต้นได้ แต่ในความเป็นจริงมักทำไม่ได้ทั้งสองงานพร้อมกัน ดังนั้น Workstation จึงอาจะต้องมีอุปกรณ์เหล่านี้มากกว่า 1 ชนิด

- อุปกรณ์ควบคุมเคอร์เซอร์ (Cursor) เคอร์เซอร์ คือจุดสว่างบนจอ ซึ่งมักจะกระพริบเพื่อบอกตำแหน่งที่จะใช้ใส่ข้อมูล หรือเพื่อจะได้เริ่มวาดภาพตรงจุดนี้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถอ่านตำแหน่งที่เคอร์เซอร์อยู่ได้ ดังนั้นการที่ผู้ใช้สามารถควบคุมตำแหน่งของเคอร์เซอร์ได้ ผู้ใช้ก็สามารถใส่ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของภาพลงในฐานข้อมูลของระบบ CAD ได้ อุปกรณ์ควบคุมเคอร์เซอร์นี้ที่ใช้ในระบบ CAD มีหลายประเภท อาทิเช่น

- Cursor Key
- Joystick
- Mouse
- Light Pen

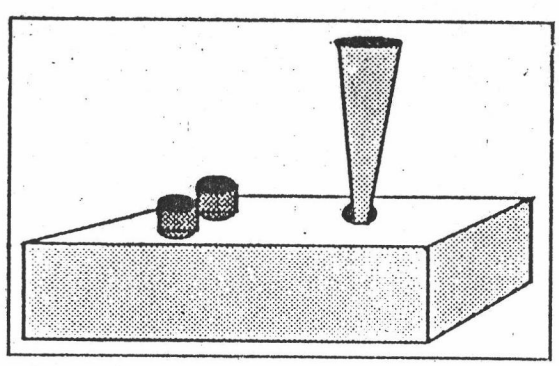
อุปกรณ์ 3 ชนิดแรกในตัวอย่างข้างต้น จะใช้การควบคุมโดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับจอ ส่วนอุปกรณ์ที่ 4 จะต้องสัมผัสกับจอ

Cursor Key คือ ปุ่มบนแป้นพิมพ์เพื่อใช้เลื่อนตำแหน่งของ Cursor ไปทางซ้าย ทางขวา ขึ้นบน ลงล่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 จัดเป็นอุปกรณ์ที่เห็นมากที่สุด เพราะมีใช้งานทั่วไป และส่วนมากคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องมักจะมีติดมาบนแป้นพิมพ์ ปกติ Cursor Key จะใช้ในงานที่ต้องการเลื่อน Cursor ไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะหากต้องการเลื่อนไปไกลๆ จะเสียเวลามาก Cursor Key นี้สามารถใช้กับการจัดการทางกราฟิคได้ แม้ว่าจะค่อนข้างช้าก็ตาม



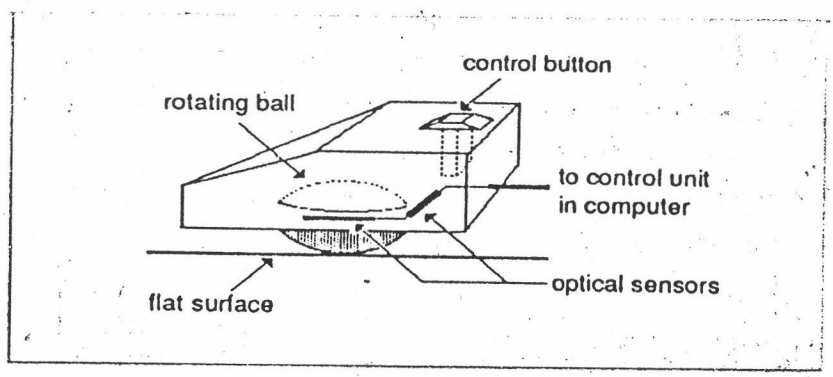
รูปที่ 2.6 ลักษณะของ Cursor Key

Joy Stick เป็นอุปกรณ์ที่เห็นค่อนข้างบ่อย โดยเฉพาะสำหรับการเล่นวิดิโดเกมส์ หรือเกมคอมพิวเตอร์ ลักษณะจะเป็นดังรูปที่ 2.7 Joy Strick เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เลื่อนตำแหน่ง Cursor ไปบนแกน x และ y ทั้งนี้โดยการบิดด้ามไปทางทิศที่ต้องการ การทำงานค่อนข้างช้าและได้ตำแหน่งที่ไม่ละเอียดนัก ปกติมักไม่ค่อยใช้ในงานที่ต้องการความละเอียดสูง



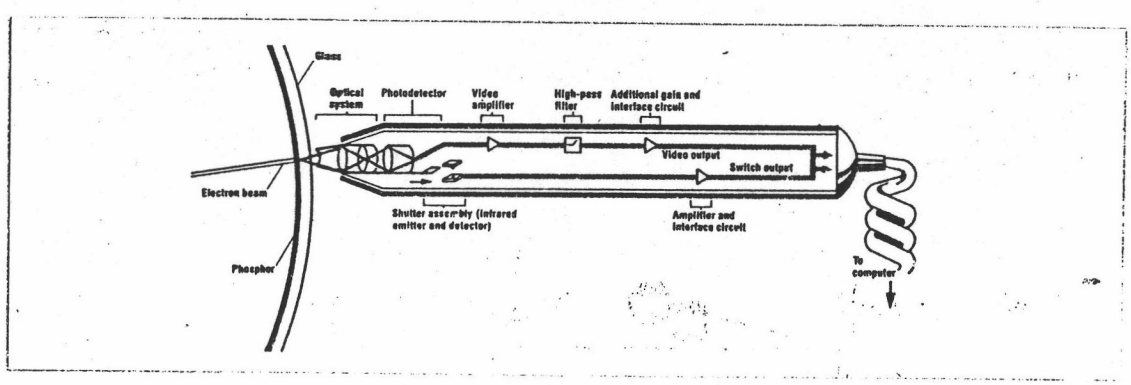
รูปที่ 2.7 ลักษณะของ Joy Stick

Mouse เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งของ Cursor อีกประเภทหนึ่ง ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก หลักการทำงานของ Mouse มีหลายแบบ เช่น อาจใช้เทคนิคทางแสง (Optical) หรือเทคนิคทางกล (Mechanical) หรือผสมกัน รูปร่างของ Mouse จะเป็นดังรูปที่ 2.8 นอกจากสามารถเลื่อนตำแหน่งของ Cursor ไปบนจอได้อย่างรวดเร็วแล้ว ปกติ Mouse จะมีปุ่มสั่งงานอยู่ด้วย เช่นเมื่อใช้ Mouse ชี้ไปที่คำสั่งใดๆ บนเมนูแล้วกดปุ่มจะหมายถึงการสั่งให้ทำงานนั้นๆ หรือในกรณีสร้างภาพการกดปุ่มก็จะเป็นการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะสร้างภาพ



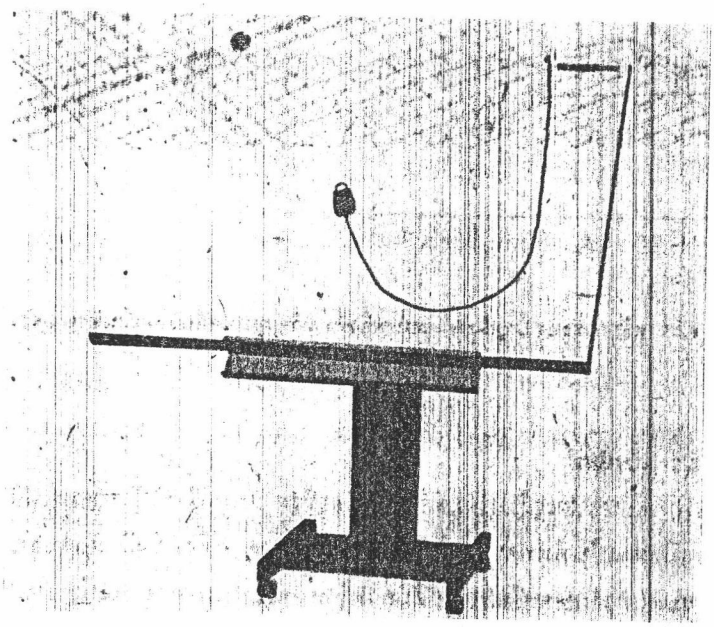
รูปที่ 2.8 ลักษณะของ Mouse

Light Pen เป็นอุปกรณ์ทางกราฟิคที่ใช้บอกตำแหน่งบนจอภาพ ลักษณะคล้ายปากกา ดังแสดงในรูปที่ 2.9 แต่ชื่อทำให้สับสนเข้าใจว่ามีแสง แท้ที่จริงมีเพียงอุปกรณ์รับแสง ซึ่งจะทำงานเมื่อนำไปจ่อที่จอภาพ อุปกรณ์รับแสงจะรับแสงจากจอ CRT ขณะที่อิเลคตรอนกวาดไปบนจอ โดยวงจรจับเวลาจะใช้ลำแสงนี้ในการบอกตำแหน่งปากกา การใช้งานค่อนข้างจำกัดเนื่องจากลักษณะการทำงานที่ต้องยกปากกาขึ้นแตะจอทุกครั้งที่ต้องการจัดการกับข้อมูล



รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Light Pen

- Digitizer คือ อุปกรณ์รับเข้าข้อมูล ที่มีลักษณะคล้ายแผ่นกระดาน (เรียก Tablet) รูปสี่เหลี่ยมผิวราบและมีอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งติดมาด้วย ลักษณะของอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งนี้อาจมีลักษณะคล้ายปากกาซึ่งมีปากแหลม (เรียกว่า Stylus) สำหรับแตะผิว Tablet หรืออาจมีรูปร่างคล้าย Mouse แต่ปลายมีช่องพร้อมกับกากะบาดเพื่อบอกตำแหน่ง ลักษณะของ Digitizer แสดงไว้ในรูปที่ 2.10 Digitizer นี้มีส่วนสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเมนูคำสั่ง และส่วนที่เป็นช่องว่างที่มีตาราง (Grid) ซึ่งขนาดและตำแหน่งของส่วนนี้จะสัมพันธ์กับหน้าจอ ดังนั้นหากใช้ Stylus หรือ Mouse กำหนดจุดบน Tablet จุดนั้นจะปรากฏบนจอในตำแหน่งที่สัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงใช้เป็นอุปกรณ์ในการใส่ข้อมูลแก่จอภาพและระบบคอมพิวเตอร์ได้สะดวก



รูปที่ 2.10 ลักษณะของ Digitizer

- แป้นพิมพ์ เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าที่ใช้บ่อยที่สุดโดยปกติจะใช้ใส่ข้อมูลในลักษณะที่เป็นตัวอักษร หรือตัวเลขเป็นหลัก เมื่อกดแป้นพิมพ์จะก่อให้เกิดสัญญาณขนาด 8 บิท ซึ่งมีรหัสตรงกับตัวอักษรบนแป้นนั้นทั้งนี้รหัสที่เป็นตัวกำหนด ตัวอักษรหรือตัวเลขได้มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐานแล้ว เรียกรหัส ASCII (มาจาก American Standard Code for Information Interchange) ภายใต้แป้นพิมพ์ที่กดนี้จะต้องอยู่กับวงจร ซึ่งจะให้สัญญาณเป็นรหัส ASCII ที่สัมพันธ์กับตัวอักษรที่กด เนื่องจากรหัส ASCII นี้ไม่ได้ใช้รหัสทั้งหมดที่กำหนดไว้ ในปัจจุบันจะมีการใส่รหัสภาษาไทยเข้าไว้ด้วย เพื่อสะดวกในการใช้งานและเพื่อเป็นมาตรฐาน

2.2.4.2 ระบบประมวลผล การประมวลผลทางกราฟิคจำเป็นต้องใช้หน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง อาทิเช่น ความเร็วในการทำงานสูง มีความสามารถที่จะจัดการกับข้อมูลที่มีการประมวลผลเชิงคณิตศาสตร์ได้ดี ฯลฯ นอกเหนือจากจัดการเก็บภาพกราฟิคแล้ว ส่วนนี้ยังต้องทำหน้าที่อื่นๆ ของระบบอีก อาทิเช่น

- จัดการกับอุปกรณ์รอบข้างอาทิเช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องพล๊อต Digitizer หน่วยความจำเสริม ฯลฯ
- จัดการกับไฟล์ต่างๆ
- จัดการกับการส่งข้อมูล ในกรณีที่มีการเชื่องโยงระบบเข้าด้วยกัน ฯลฯ

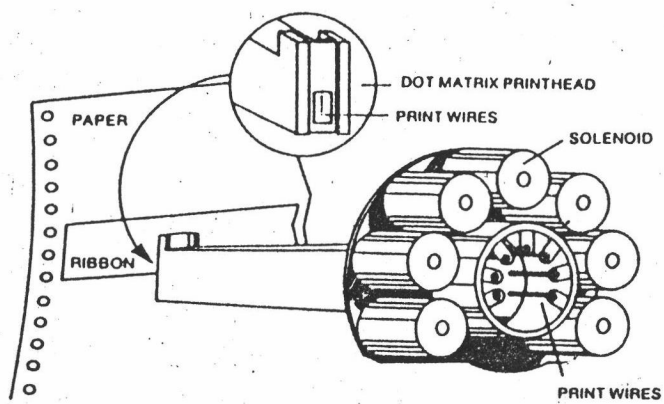
ดังนั้น คอมพิวเตอร์ในระบบ CAD นี้ต้องสามารถจัดการได้ทั้งงานด้านกราฟิคและด้านที่ไม่ใช่งานกราฟิคด้วย แต่เดิมนั้นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานลักษณะนี้มักจะเป็นระดับมินิคอมพิวเตอร์เป็นอย่างน้อย แต่ปัจจุบันเนื่องจากขีดความสามารถของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สูงขึ้น จึงมีการนำไปใช้งานด้านนี้มาก ปกติไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานด้านกราฟิคจะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มไมโครคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเฉพาะสำหรับงานด้านกราฟิค จะทำงานในลักษณะเป็น Workstation สำหรับงานกราฟิคเพียงอย่างเดียว โดยมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการรับข้อมูลเข้าอย่างครบถ้วน มีหน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง
- กลุ่มไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป อาจต้องแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยๆ คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ในตระกูล Macintosh ซึ่งได้รับการออกแบบสำหรับงานด้านกราฟิคเป็นหลัก แต่สามารถใช้งานอื่นๆ ได้มากมาย และในตระกูล IBM-PC ยุคแรกๆ จะออกแบบมาเพื่อใช้งานทั่วไป โดยไม่ได้เน้นงานด้านกราฟิคมากนัก แต่ก็ได้มีผู้ออกแบบวงจรเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล จนสามารถนำไปใช้งานด้านกราฟิคมากมาย โดยใช้จอภาพ VGA ซึ่งมีความละเอียดสูง

2.2.4.3 ระบบแสดงผลในลักษณะ Hard Copy การแสดงผลด้านกราฟิคในลักษณะ Hard Copy กล่าวคือ สามารถจับต้องได้นั้น สามารถเก็บไว้ในลักษณะต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ในลักษณะภาพบนกระดาษ บนฟิล์ม ในรูปของภาพวิดิโอ ฯลฯ แต่ที่ใช้กันมากก็คือการเก็บในลักษณะของกระดาษ ซึ่งอุปกรณ์แสดงผลในลักษณะนี้ที่นิยมใช้จะมี 2 ชนิดด้วยกัน คือ เครื่องพิมพ์ (Printer) และเครื่องพล๊อต (Plotter)

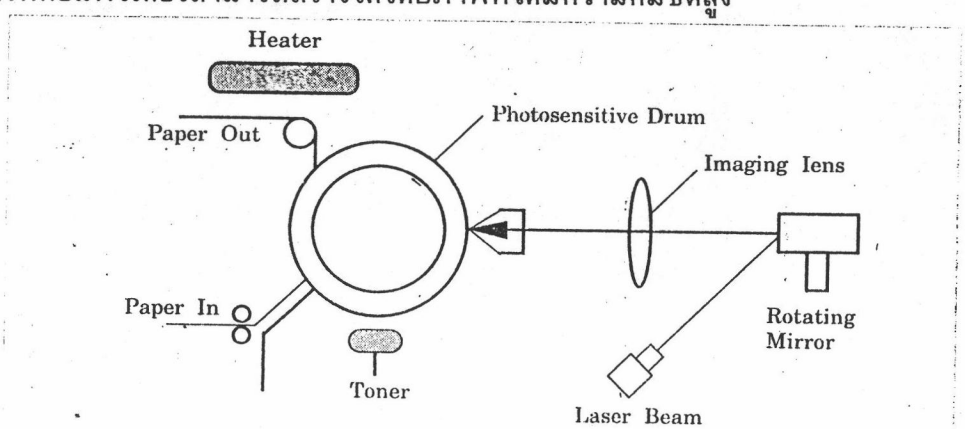
- เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องพิมพ์สำหรับระบบงานคอมพิวเตอร์มีได้หลายลักษณะ สำหรับงานพิมพ์ทั่วๆไปซึ่งต้องการความคล่องตัว มักจะใช้เครื่องพิมพ์ที่มีลักษณะเรียกว่า "Dot Matrix" กล่าวคือ ที่หัวพิมพ์มีเข็มอยู่ ซึ่งอาจมีจำนวน 9 เข็ม, 17 เข็ม, 24 เข็ม ดังรูปที่ 2.11 ยิ่งมีเข็มมากเท่าใดความละเอียดก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น เข็มเหล่านี้จะเคลื่อนที่โดยการควบคุมของแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งได้รับสัญญาณควบคุมให้ยิงเข็มออกมาเป็นรูป

ร่างตามลักษณะตัวอักษรหรือรูปภาพที่ต้องการ และด้วยความสามารถในการพิมพ์ซ้ำโดยการเลื่อนภาพไปเล็กน้อยจะทำให้ได้ภาพที่มีความละเอียดสูงขึ้น เครื่องพิมพ์ประเภทนี้หากเขียนโปรแกรมควบคุมที่เหมาะสมก็จะทำให้สามารถแสดงภาพกราฟิคที่มีความละเอียดสูงได้



รูปที่ 2.11 ลักษณะส่วนหัวพิมพ์เครื่องพิมพ์แบบ Dot Matrix

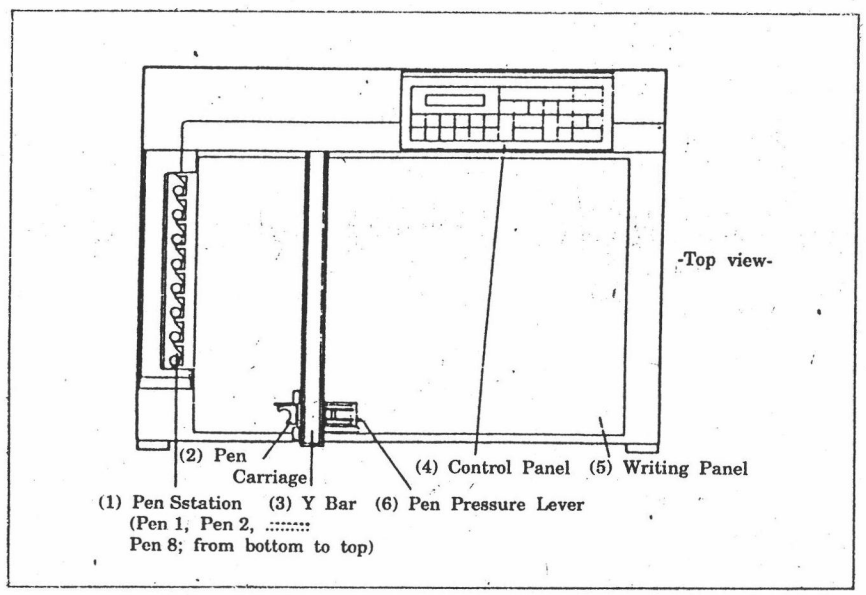
นอกจากนี้ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์อีกประเภทหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมอย่างสูงก็คือ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ (Laser Printer) เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ใช้เทคนิคของการใช้แสงเลเซอร์กวาดเป็นภาพขึ้น โดยภาพที่สร้างขึ้นนี้จะอยู่บนแกนหมุน ซึ่งทำด้วยสารที่เรียกว่า Photosensitive Material (และแกนหมุนภาพนี้เรียกว่า Photosensitive Drum) โดยเมื่อแสงเลเซอร์มากระทบมันจะทำให้บริเวณนั้นมีสภาพทางไฟฟ้าเปลี่ยนไป ดังนั้นภาพที่สร้างขึ้นจึงเสมือนเป็นภาพที่มีประจุไฟฟ้าเรียงรายเป็นรูปตามที่วาดขึ้น เมื่อ Drum นี้หมุนผ่านไปยังช่องที่ใส่ผงหมึก ดังรูปที่ 2.12 ผงหมึกซึ่งมีประจุชนิดตรงข้ามจะถูกดึงมาติดกับ Drum เป็นรูปที่ต้องการ เมื่อ Drum หมุนต่อไปก็จะอัดผงหมึกที่เป็นรูปภาพนี้เข้ากับกระดาษ ซึ่งเมื่อผ่านความร้อนแล้วก็จะทำให้ผงหมึกติดกับกระดาษอย่างถาวร เครื่องพิมพ์เลเซอร์นี้จะให้ภาพได้ทุกอย่างที่คอมพิวเตอร์สามารถสร้างได้โดยภาพที่ได้มีความคมชัดสูง



รูปที่ 2.12 ลักษณะการทำงานของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เครื่องพล๊อต (Plotter) คืออุปกรณ์สร้างภาพอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งอาศัยสัญญาณควบคุมจากคอมพิวเตอร์เพื่อบังคับปากกาให้วาดภาพขึ้นบนกระดาษ โดยภาพที่วาดนี้จะมีลักษณะเหมือนกับที่วาดบนจอภาพทุกประการ และขนาดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยปกติคำสั่งงานของเครื่องพล๊อตนี้จะมีภาษาเฉพาะ ซึ่งที่นิยมใช้กันมากก็คือภาษา HP-GL (มาจาก Hewlett-Packard Graphics Language) ซึ่งมีลักษณะของภาษาค่อนข้างที่จะเข้าใจได้ง่าย การเขียนคำสั่งนี้ไม่จำเป็นต้องเขียนด้วยภาษา HP-GL เสมอ เพราะสามารถเขียนด้วยภาษา BASIC, Pascal ฯลฯ แล้วจึงแปลงเป็น HP-GL ได้ ลักษณะของเครื่องพล๊อตแสดงไว้ในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะของเครื่องพล๊อตทั่วไป

2.2.4.4 ระบบหน่วยความจำเสริม หน่วยความจำเสริมที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ระบบที่ใช้ฟลอปปี้ดิสก์ (Floppy Disk) และ ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูล ซึ่งองค์ประกอบโดยทั่วไปของอุปกรณ์ประเภทนี้ประกอบด้วยส่วนย่อย 3 ส่วนคือ

- ส่วนที่ใช้เป็นที่เก็บข้อมูล (Storage Medium) ซึ่งส่วนมากมักใช้วัสดุเคลือบผิวด้วยสารแม่เหล็ก

- หัวอ่านบันทึกข้อมูล (Read/Write Head) โดยหัวบันทึกข้อมูลจะทำหน้าที่รับข้อมูลจากระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งอยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า มาดัดแปลงเพื่อไปกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงอำนาจแม่เหล็กบนผิวของส่วนที่ใช้เก็บข้อมูล โดยส่วนที่เปลี่ยนจะสัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้รับนั้น ส่วนหัวอ่านจะทำหน้าที่กลับกับหัวบันทึกกล่าวคือ อ่านข้อมูลที่บันทึกบนผิวที่ใช้เก็บข้อมูลในรูปแบบอำนาจแม่เหล็กแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

- ตัวหมุน (Drive) เป็นส่วนของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่หมุนส่วนที่ใช้เก็บข้อมูล จัดรูปแบบข้อมูล (Formatting) ตรวจหาความผิดพลาด ควบคุมอัตราเร็ว

ฟลอปปี้ดิสก์ (Floppy Disk) เป็นแผ่นเก็บข้อมูลทำด้วยแผ่นไมลา (Mylar) บางๆ ฉาบด้วยสารแม่เหล็ก ตัวแผ่นดิสก์นี้จะถูกห่อด้วยซองปิด เล็กๆ ขนาด 1 ซม. x 3 ซม. สำหรับให้หัวอ่าน/เขียนข้อมูลเข้าไปอ่าน/เขียนได้ แผ่นดิสก์นี้ขณะอ่าน/เขียนข้อมูลจะหมุนด้วยความเร็วแล้วหัวอ่านก็จะเลื่อนไปอ่าน/เขียนตามตำแหน่งต่างๆ ได้ ฟลอปปี้ดิสก์นี้จะมีหลายขนาดเช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8", 5 1/4" และ 3 1/2" ในกรณีที่มีการจัดเก็บ 2 หน้า เครื่องอ่านดิสก์จำเป็นต้องมีหัวอ่าน/เขียน 2 หัวอยู่ 2 ด้านของแผ่นดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ลักษณะการทำงานของฮาร์ดดิสก์ และฟลอปปี้ดิสก์จะคล้ายๆ กัน ต่างกันที่ฮาร์ดดิสก์นั้นแผ่นดิสก์ที่ใช้เก็บข้อมูลจะไม่สามารถเคลื่อนย้ายออกมาได้ โดยเก็บไว้ภายในกล่องซึ่งปิดสนิทฮาร์ดดิสก์นี้มีความจุได้ถึงหลายสิบล้านไบท์ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้กับงานที่ต้องใช้หน่วยความจำสูง เช่น งานด้ายกราฟิค

2.2.5 ซอฟต์แวร์และฐานข้อมูลสำหรับระบบคอมพิวเตอร์กราฟิค

ซอฟต์แวร์สำหรับระบบคอมพิวเตอร์กราฟิคคือ กลุ่มคำสั่งหรือโปรแกรมที่เขียนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการกับงานด้านกราฟิคได้สะดวกโดยจะรวมตั้งแต่โปรแกรมที่ใช้สร้างภาพ โปรแกรมเพื่อจัดการให้ภาพเหล่านั้นอยู่ในรูปแบบที่ต้องการ นอกจากโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิคเหล่านี้แล้ว ยังมักจะมีโปรแกรมช่วยงาน เช่น โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ Finite Elements อยู่ด้วย ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้

ในการออกแบบซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟิคนั้นควรมีลักษณะดังนี้

- มีความสมบูรณ์ในตัว
- ทนทานไม่เกิดปัญหาง่าย
- ควรมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นความเร็วในการทำงานหรือความเชื่อถือได้
- ไม่ควรมีขนาดใหญ่เกินไปหรือแพงเกินไป เพราะหากมีขนาดใหญ่ก็จะต้องใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่เป็นการสร้างข้อจำกัดให้แก่ผู้ใช้

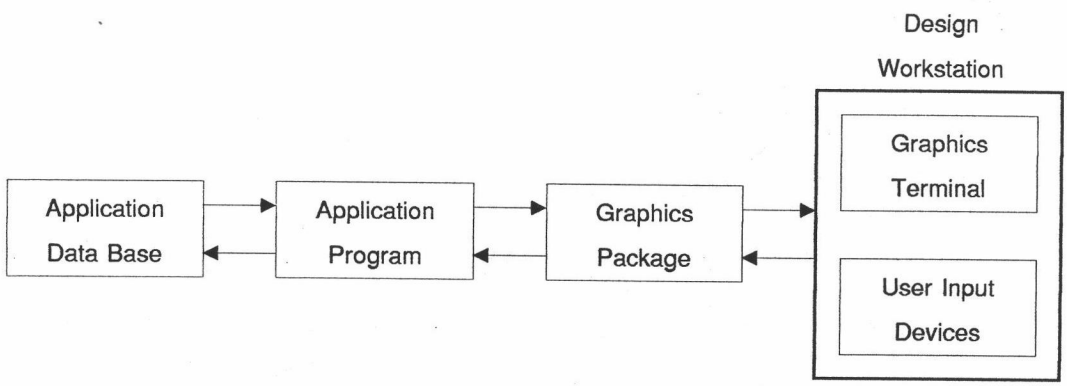
2.2.5.1 องค์ประกอบทางซอฟต์แวร์ของระบบกราฟิค โดยปกติแล้วหน้าที่หลักของซอฟต์แวร์ระบบกราฟิคจะมี 3 ลักษณะ คือ

- ทำหน้าที่ติดต่อกับจอภาพกราฟิคเพื่อสร้าง หรือดัดแปลงภาพบนจอ
- สร้างตัวแบบมีลักษณะเหมือนวัตถุจริงจากภาพบนจอ
- นำตัวแบบที่สร้างได้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำหลักหรือหน่วยความจำเสริม

โดยการทำงานดังกล่าวนี้จะอาศัยโปรแกรมซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- โปรแกรมด้านกราฟิค
- โปรแกรมประยุกต์ใช้งาน
- ฐานข้อมูล

ลักษณะของการทำงานจะเป็นดังรูปที่ 2.14 โดยโปรแกรมประยุกต์ใช้งานจะทำหน้าที่ควบคุมการเก็บข้อมูล หรือดึงข้อมูลออกมาใช้ ผู้ใช้งานจะเรียกใช้โปรแกรมนี้ได้โดยผ่านทางโปรแกรมด้านกราฟิค



รูปที่ 2.14 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมด้านกราฟิค

โปรแกรมทางด้านกราฟิคจะทำหน้าที่ในการสร้างภาพหรือตัวแบบ โดยอาศัยฟังก์ชั่นต่างๆ ที่มีนอกจากนั้นยังทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมใช้งาน ซึ่งอาจเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ทางวิศวกรรมหรือโปรแกรมอื่นๆ โดยผ่านทางหน่วยรับข้อมูลซึ่งในที่นี้คือ Graphic Workstation ส่วนระบบฐานข้อมูลก็ใช้เป็นที่เก็บข้อมูล โปรแกรมต่างๆ รวมทั้งภาพหรือตัวแบบที่สร้างขึ้น

2.2.5.2 คุณสมบัติของซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟิค จะต้องครอบคลุมการทำงานในทุกรูปแบบเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างภาพกราฟิคได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุณสมบัติหรือความสามารถที่ซอฟต์แวร์นี้จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ อาจแบ่งออกได้ดังนี้

- ความสามารถในการสร้างภาพพื้นฐานทางกราฟิค ภาพพื้นฐานทางด้านกราฟิค คือภาพในลักษณะที่เป็นจุด เส้น วงกลม และอาจรวมถึงตัวอักษร ตลอดจนสัญลักษณ์ต่างๆ สำหรับในกรณี 3 มิติ ภาพพื้นฐาน ได้แก่ ทรงกลม ทรงกระบอก เป็นต้น การสร้างตัวแบบในกรณี 3 มิติ หรือภาพในกรณี 2 มิติ สามารถทำได้โดยใช้ภาพพื้นฐานเหล่านี้มาประกอบกัน โปรแกรมทางด้านกราฟิคมักจะมีการสร้างภาพพื้นฐานเหล่านี้เก็บไว้เมื่อใดที่ผู้ใช้

ต้องการจะนำไปใช้งานก็สามารถเรียกออกมาใช้ได้ทันที โดยผู้ใช้เป็นผู้กำหนดขอบเขตบางอย่างให้ เช่น จะใช้วงกลมรัศมีกี่หน่วย เป็นต้น

- ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงภาพที่สร้างขึ้น เป็นการเลื่อนตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งบนจอภาพ หรืออาจเป็นการขยายหรือลดขนาดหรือหมุนภาพก็ได้ นอกจากจะเป็นการเปลี่ยนแปลงภาพที่แสดงทางจอภาพแล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับภาพนั้นในฐานข้อมูลก็ต้องเปลี่ยนแปลงด้วย

- ความสามารถในการพิจารณาเฉพาะส่วน เป็นการมองภาพจากมุมต่างๆ หรือด้วยกำลังขยายต่างๆ โดยอาศัยความสามารถในการเปลี่ยนแปลงมาใช้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้ใช้สามารถศึกษาเฉพาะส่วนได้ ความสามารถอีกประการหนึ่งคือความสามารถที่จะซ่อนบางส่วนของภาพ ซึ่งเรียกว่า Hidden Line Removal ทั้งนี้เนื่องจากภาพส่วนมากสร้างจากเส้นจึงมักมีเส้นมากมายทำให้ดูสับสน จึงมีการการกำหนดว่าส่วนใดบ้างที่ต้องการให้เห็น และส่วนใดบ้างที่ต้องการให้ซ่อนไว้ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่มีขีดความสามารถสูงจะทำการซ่อนเส้นบางเส้นให้โดยอัตโนมัติ

- ความสามารถในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงเฉพาะส่วนของภาพ หมายถึง การที่ผู้ใช้สามารถเลือกบริเวณที่ต้องการลบ หรือเปลี่ยนแปลงบางส่วนของภาพ โดยส่วนที่ต้องการเปลี่ยนแปลงนี้อาจเป็นเฉพาะจุดหรือเฉพาะเส้น หรืออาจเป็นบางส่วนของภาพก็ได้

- ความสามารถในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก นับว่าสำคัญมากในการทำงานกราฟิค เนื่องจากเป็นส่วนที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ในการสั่งงานหรือใส่ข้อมูลเข้าสู่ระบบ โดยอาจใส่ทางอุปกรณ์รับข้อมูลซึ่งมีได้หลายประเภท เช่น แป้นพิมพ์, Mouse, Light Pen และ Digitizer ฟังก์ชั่นที่ทำหน้าที่รับข้อมูลสำหรับคำสั่งนี้จะต้องอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ในแง่ใช้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทราบถึงการเขียนโปรแกรมสั่งงานก็สามารถสั่งงานได้

2.2.5.3 โครงสร้างฐานข้อมูล และลักษณะข้อมูล ฐานข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบโดยทั่วไปประกอบด้วย ภาพที่สร้างเป็นตัวแบบ และภาพพื้นฐานทางกราฟิค ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งอาจมีได้จะเป็นข้อมูลในลักษณะตัวอักษร โปรแกรมอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เมนูฟังก์ชั่น โปรแกรมซึ่งจะไปทำให้เครื่องพล็อตทำงาน ฐานข้อมูลนี้อาจจะอยู่ในหน่วยความจำหลักหรือหน่วยความจำเสริมก็ได้ แต่เนื่องจากข้อมูลสามารถถ่ายทอดถึงกันได้ ดังนั้นจึงจะกล่าวรวมๆ ถึงฐานข้อมูล โดยไม่สนใจว่าอยู่ที่ใด แต่จะสนใจเฉพาะว่ามีอะไรบ้างอยู่ในฐานข้อมูล

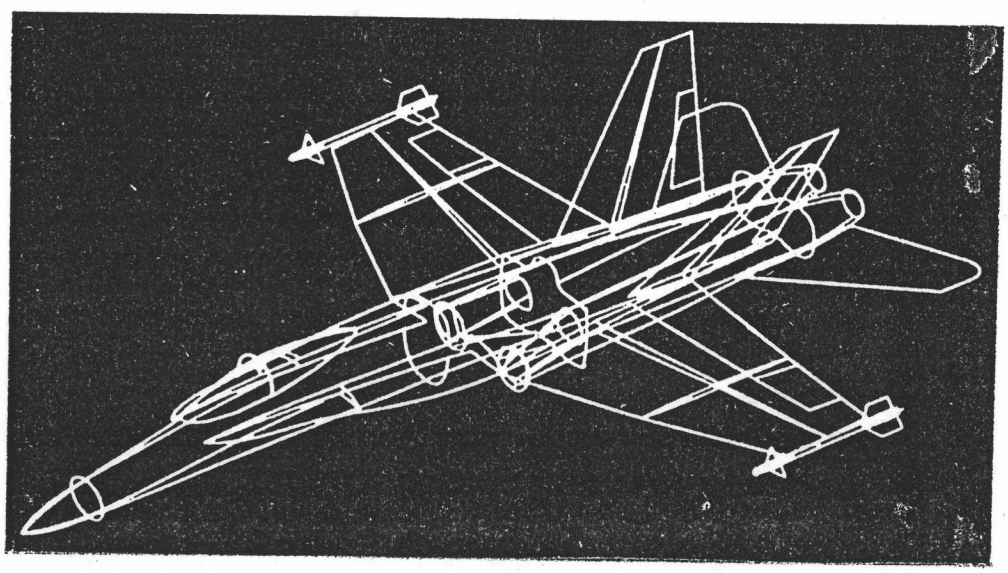
ลักษณะของข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลทางด้านกราฟิค ได้แก่

1. ภาพพื้นฐานทางกราฟิค เช่น จุด เส้น ฯลฯ

2. รูปร่างของภาพหรือตัวแบบ และตำแหน่ง
3. โครงสร้างของตัวแบบ แต่ละส่วนจะจัดวางอย่างไรเพื่อให้ได้เป็นตัวแบบที่ต้องการ
4. ข้อมูลที่จะนำมาใช้งาน เช่น คุณสมบัติของสาร
5. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์งาน เช่น Finite Elements Analysis Program

2.2.5.4 ตัวแบบชนิดโครงลวด (Wire Frame Model) เทียบกับชนิด Solid Modeling

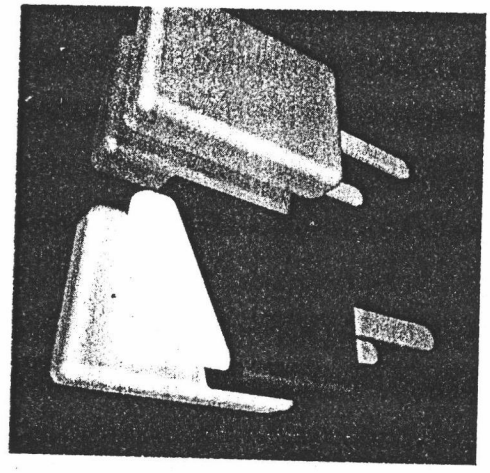
- ตัวแบบชนิดโครงลวด ปัจจุบันระบบกราฟิคส่วนมากใช้การสร้างตัวแบบที่เรียกว่า แบบโครงลวด (Wire Frame) กล่าวคือ ขอบของตัวแบบจะมีลักษณะเป็นเส้น หากวัตถุมีส่วนโค้งก็จะต้องวาดเส้นโค้งเพิ่มดังรูปที่ 2.15 ภาพจึงเหมือนกับสร้างจากเส้นลวด ข้อจำกัดของตัวแบบแบบนี้ คือ ในภาพ 3 มิติ ยังค่อนข้างจะดูยาก โดยเฉพาะหากไม่มีความสามารถในการลบเส้นที่อยู่ด้านหลังที่เรียกว่า Hidden Line Removeal Routine นอกจากนี้ยังยากในการตีความว่าด้านใดเป็นทรงตัน ซึ่งบางกรณีคอมพิวเตอร์ก็ไม่สามารถตีความได้



รูปที่ 2.15 ภาพในลักษณะโครงลวดที่ซับซ้อน

- Solid Modeling วิธีการสร้างภาพ 3 มิติที่ดีกว่า Wire Frame ทั้งในแง่ของผู้ใช้และการตีความโดยคอมพิวเตอร์ ก็คือ เทคนิคที่เรียกว่า Solid Modeling กล่าวคือ ตัวแบบจะแสดงในรูปของวัตถุเป็นชิ้น ซึ่งผู้ดูสามารถตีความได้ทันที หากมีการให้สีก็ยังคล้ายของจริงมากขึ้นดังรูปที่ 2.16 การสร้างภาพในลักษณะนี้ปัจจุบันเริ่มเป็นที่แพร่หลายไม่เฉพาะ

แต่ในงานอุตสาหกรรม แต่ยังมีผู้นำไปใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ และโปรแกรมจำลองการทำงาน เช่น โปรแกรม Flight Simulation เพื่อฝึกหัดนักบิน เป็นต้น



รูปที่ 2.16 ภาพที่สร้างในลักษณะ Solid Model

สาเหตุที่ทำให้ระบบกราฟิคที่สามารถสร้างภาพลักษณะ Solid Model ได้รับความนิยมมากก็เพราะข้อจำกัดของ Wire Frame และเนื่องจากเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปมาก การคำนวณสามารถทำได้รวดเร็ว จึงทำให้สามารถสร้างภาพลักษณะ Solid Model ซึ่งแต่ก่อนทำไม่ได้ เพราะขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ อาทิเช่น ความเร็วในการคำนวณไม่เพียงพอ และหน่วยความจำก็จำกัด

หลักการของการสร้างภาพลักษณะ Solid Model นี้มี 2 แบบคือ

1. Constructive Solid Geometry (CSG หรือ C-rep) จะเป็นการสร้างภาพหรือตัวแบบโดยใช้ Graphic Elements ที่มีลักษณะเป็น Solid เช่น รูปทรงกลม รูปทรงกล่อง รูปปิรามิด ฯลฯ ซึ่งลักษณะการนำมารวมกันเป็นตัวแบบจะทำโดยใช้ Boolean Operation

2. Boundary Representation (B-rep) ผู้ออกแบบต้องเขียน Outline ขอบเขตของวัตถุบนจอโดยอาจจะใช้ Digitizer หรือปากกาแสง ฯลฯ โดยจะต้องเขียนแบบทั้งด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง ด้านบน จากนั้นก็ใช้การแปลงสภาพลงมาให้เป็นรูปตามต้องการ

ลักษณะการสร้างตัวแบบทั้งสองแบบนี้ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น C-rep จะง่ายต่อการสร้างรูปทรงที่มีลักษณะแน่นอน นอกจากนี้การจัดเก็บข้อมูลยังมีขนาดเล็ก สำหรับ B-rep จะมีข้อดีในแง่ที่สามารถสร้างภาพซึ่งมีลักษณะใหม่ๆ ซึ่งไม่ได้มีการสร้างเป็นภาพพื้นฐานทางกราฟิคเอาไว้ เช่น กรณีการออกแบบเครื่องบิน รถยนต์ ซึ่งกำหนดใช้ C-rep ก็แทบจะเป็นไปไม่ได้ ข้อแตกต่างอีกประการหนึ่งก็คือ การเก็บข้อมูลของทั้งสองแบบ แบบ C-rep จะเก็บข้อมูลในลักษณะรวมระหว่างข้อมูลเกี่ยวกับตัวแบบและขั้นตอนในการสร้าง

(Boolean Model) ซึ่งจะกินเนื้อที่น้อยกว่าแต่การจะสร้างภาพหรือตัวแบบ แต่ละครั้งต้องเสียเวลาในการคำนวณมาก ส่วนแบบ B-rep จะเก็บขอบเขตทั้งหมดดังนั้นจึงกินที่มากกว่าแต่ไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณมาก นอกจากนี้ข้อดีอีกประการหนึ่งของ B-rep ก็คือ ง่ายต่อการเปลี่ยนกลับไปยังตัวแบบชนิดโครงลวด เพราะหลักการของทั้งสองแบบจะคล้ายกัน ดังนั้นภาพที่สร้างโดยใช้โครงลวด จึงเปลี่ยนเป็น Solid Model โดยใช้เทคนิค B-rep ได้ แต่ของ C-rep จะทำไม่ได้ ดังนั้น B-rep จึงเปรียบเสมือนตัวเชื่อมระหว่าง CAD แบบเก่ากับ CAD แบบใหม่ เนื่องจากทั้งสองแบบต่างก็มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ใน CAD บางระบบจึงมีให้เลือกใช้ทั้งแบบ B-rep และ C-rep

2.2.5.5 ลักษณะอื่นๆ ของโปรแกรม CAD ปัจจุบันระบบ CAD เริ่มเป็นที่นิยมมากในทางด้านวิศวกรรม ดังนั้นผู้เขียนซอฟต์แวร์จึงได้เพิ่มคุณสมบัติอื่นๆ นอกเหนือจากการออกแบบ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ตัวอย่างของคุณสมบัติที่เพิ่มเข้ามา อาทิเช่น

- สามารถเขียนคำอธิบายในภาพได้ โดยกำหนดขนาด และลักษณะการวางรูปตัวอักษร
- สามารถบอกข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆ ได้โดยอัตโนมัติ เช่น สามารถเปลี่ยนจากมาตราเมตริกเป็นมาตราอังกฤษได้ทันที
- สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่ใช้ได้โดยอัตโนมัติ ทำให้สามารถทำรายการวัสดุที่ต้องการใช้ออกมาได้

2.3 ทฤษฎีด้านการวางแผนความต้องการวัสดุ

การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirements Planning : MRP) คือ ระบบสารสนเทศที่อาศัยคอมพิวเตอร์ เพื่อการวางแผนจัดลำดับการใช้และควบคุมวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทำงานของระบบ MRP จะอยู่บนพื้นฐานของการแยกแยะองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ แล้วทำการวางแผนจัดลำดับความต้องของวัสดุหรือชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งวัสดุที่ใช้ในการผลิตในปริมาณที่ต้องการ ณ เวลาที่ต้องการ ดังนั้นกระบวนการของ MRP จึงประกอบด้วยการวางแผนและการควบคุมวัสดุหรือชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์

ระบบ MRP เหมาะสำหรับสภาพการผลิตที่มีการประกอบวัสดุหรือชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ หรือลักษณะของสายการประกอบ กล่าวโดยทั่วไประบบ MRP เหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนและวัสดุ นำมาประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีลำดับขั้นตอนการประกอบที่แน่นอน

2. ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนและวัสดุจำนวนที่แน่นอน

3. ความต้องการของชิ้นส่วนและวัสดุต่างๆ มีความแปรเปลี่ยน และมีลักษณะไม่ต่อเนื่องการใช้ระบบ MRP มีสมมุติฐานที่สำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

ก. จะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดเก็บข้อมูล และประมวลผลข้อมูลต่างๆ เพื่อจัดทำรายงานและสารสนเทศที่จำเป็น

ข. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตต้องมีโครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนหรือวัสดุที่แน่นอน

ค. รายการวัสดุซึ่งแสดงถึงจำนวนของชิ้นส่วน หรือวัสดุที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตจะต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนของการผลิต จะต้องทันสมัยและจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์

ง. แผนลำดับการผลิตแม่บท จะต้องมีความละเอียดถูกต้อง และไม่เปลี่ยนแปลง

ระบบ MRP สามารถช่วยให้การจัดลำดับการผลิตและการบริหารสินค้าคงเหลือทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมมุติฐานที่ ก และ ข ถือว่าเป็นสมมุติฐานที่สำคัญของระบบ MRP ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลและการประมวลผลต่างๆ ของระบบ MRP มีจำนวนมากเกินกว่าที่จะทำได้ด้วยมือตลอดจนความต้องการสารสนเทศที่รวดเร็ว เพื่อสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับระบบ MRP

วัตถประสงค์หลักของการใช้ระบบ MRP มีดังต่อไปนี้

1. ลดปริมาณสินค้าคงเหลือ ระบบ MRP ทำให้สามารถกำหนดปริมาณความต้องการของวัสดุ และเวลาที่ต้องการใช้วัสดุ ทำให้ผู้บริหารสามารถสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในปริมาณเท่าที่ต้องการและเวลาที่ต้องการเท่านั้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องเก็บสินค้าคงเหลือของวัสดุไว้มากเกินจำเป็นจึงทำให้ต้นทุนสินค้าคงเหลือมีค่าลดลงได้

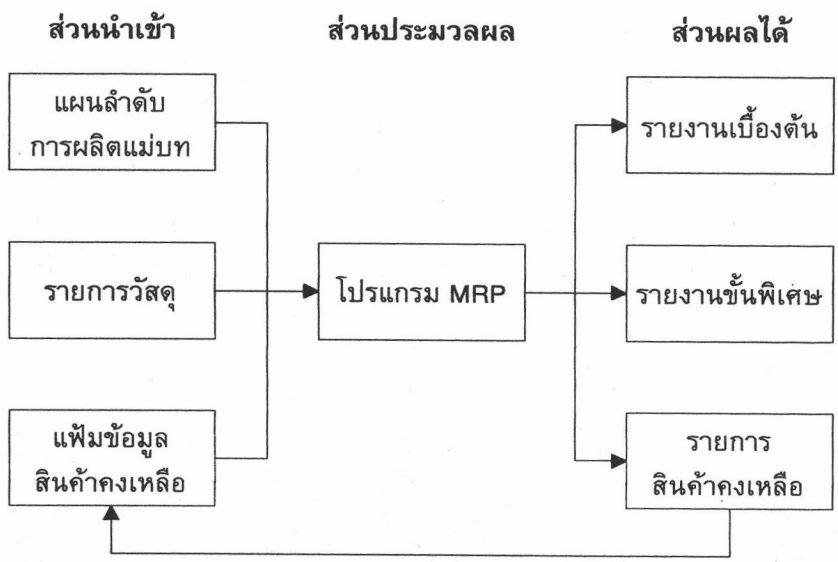
2. ลดเวลานำสำหรับการผลิตและส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า ระบบ MRP จะแสดงความต้องการของวัสดุทั้งในด้านปริมาณและเวลาที่ต้องการ ปริมาณวัสดุที่มีเหลืออยู่ ปริมาณที่ต้องจัดซื้อหรือผลิตขึ้นใหม่ตลอดจนเวลาที่จะทำการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามปริมาณและเวลาที่ลูกค้าต้องการ และด้วยการประสานงานระหว่างฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายเก็บรักษาสินค้าคงเหลือ และฝ่ายการผลิตจะช่วยให้สามารถลดเวลาล่าช้าในการผลิตและลดเวลาในการส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าได้

3. ส่งผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าทันตามกำหนด การประยุกต์ใช้ระบบ MRP ในการผลิตจะช่วยให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ทันตามความต้องการของลูกค้า เพราะในระบบ MRP มีข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวัสดุแต่ละชนิด ตลอดจนแผนลำดับการผลิตหลักที่ทำการผลิตอยู่เมื่อมีลูกค้าสั่งผลิตภัณฑ์ใหม่เข้ามา ผู้บริหารก็สามารถป้อนขข้อมูลแก่คอมพิวเตอร์เพื่อจัดลำดับการผลิต และปริมาณการผลิตชิ้นส่วนและวัสดุใหม่ ซึ่งผู้บริหารจะรู้ถึงเวลาแล้วเสร็จของการผลิตจึงสามารถกำหนดวันส่งของผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าได้อย่างไม่คลาดเคลื่อน

4. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ระบบ MRP จะทำให้ผู้บริหารรู้ว่าจะต้องใช้วัสดุจำนวนเท่าใด และ ณ เวลาใด ดังนั้นสารสนเทศที่ได้จากระบบ MRP จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้

องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ MRP อาจแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนนำเข้า ส่วนประมวลผล และส่วนผลได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.17

ส่วนนำเข้าประกอบด้วยรายการวัสดุ ซึ่งบอกถึงรายละเอียดความต้องการวัสดุ แผนลำดับการผลิตแม่บทซึ่งแสดงให้รู้ถึงปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เวลาที่ต้องการผลิตภัณฑ์นั้น และส่วนนำเข้ายังประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลสินค้าคงเหลือ ซึ่งแสดงสถานภาพของสินค้าคงเหลือของวัสดุว่ามีเหลืออยู่เท่าใดจากส่วนนำเข้าระบบ MRP จะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลข้อมูล เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการสุทธิสำหรับแต่ละช่วงเวลาของการวางแผน



รูปที่ 2.17 องค์ประกอบของระบบ MRP

ส่วนผลได้จากระบบ MRP ประกอบด้วยรายงานต่างๆที่จำเป็นสำหรับการรายงานผล และการสั่งซื้อและสั่งผลิตวัสดุ รายงานต่างๆ ประกอบด้วยแผนการสั่งซื้อและผลิตแผนงานซึ่งถือว่าเป็นรายงานเบื้องต้น และรายงานพิเศษต่างๆ เช่น แผนงานย่อย รายงานผลการควบคุม เป็นต้น

2.3.1 ส่วนนำเข้าของระบบ MRP

ส่วนนำเข้าหรืออินพุตของระบบ MRP ประกอบด้วยแผนลำดับการผลิตแม่บท รายการวัสดุ และแฟ้มข้อมูลสินค้าคงเหลือ ซึ่งจะอธิบายถึงรายละเอียดของส่วนนำเข้าแต่ละชนิดต่อไป

- แผนลำดับการผลิตแม่บทจะกำหนดถึงความต้องการของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ว่า จะต้องทำการผลิตจำนวนเท่าใด และต้องการได้เมื่อใด ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนหนึ่งของแผนลำดับการผลิตแม่บทสำหรับผลิตภัณฑ์ ก

ตารางที่ 2.1 แผนลำดับการผลิตแม่บทของผลิตภัณฑ์ ก

ผลิตภัณฑ์ ก

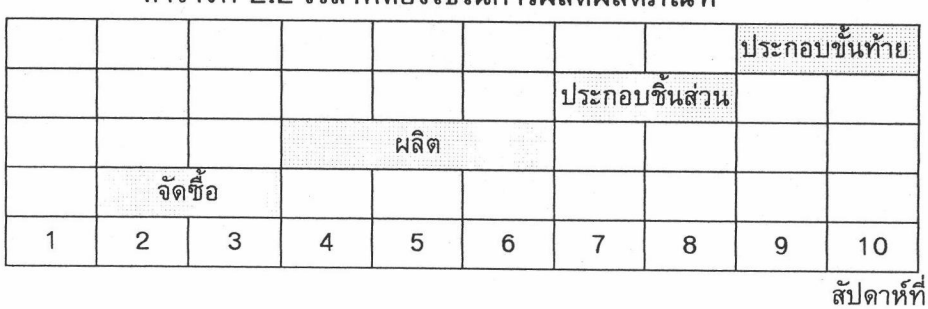
สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ปริมาณ				100				150

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ ก มีความต้องการ 100 หน่วยในต้นสัปดาห์ที่ 4 และ 150 หน่วยในต้นสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์อาจได้มาจากการพยากรณ์การขาย คำสั่งซื้อจากลูกค้า หรือการสั่งผลิตจากฝ่ายควบคุมสินค้าคงเหลือ

แผนลำดับการผลิตแม่บทจะแบ่งระยะเวลาของการวางแผนออกเป็นช่วงเวลา เช่น เป็นวัน สัปดาห์ หรือเดือน ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นสัปดาห์ ช่วงเวลาเหล่านี้อาจไม่เท่ากันได้ โดยทั่วไปในระยะเวลาการวางแผนระยะใกล้เช่น ภายในระยะเวลา 2-3 เดือน ช่วงเวลามักเป็นสัปดาห์ แต่ถ้าระยะเวลาห่างออกไปอาจแบ่งช่วงเวลาเป็นเดือน

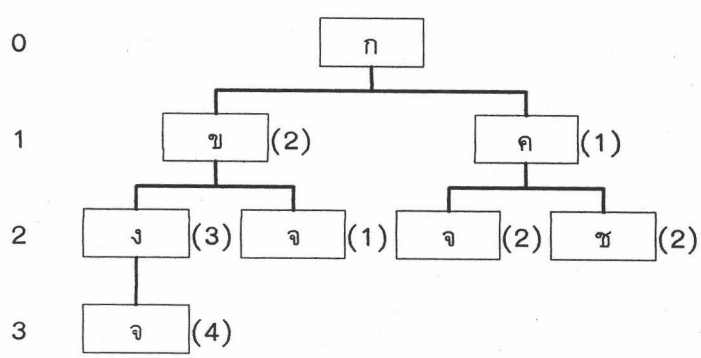
ในการวางแผนลำดับการผลิตแม่บทนั้น จะต้องคำนึงถึงเวลานำในการผลิตหรือประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เวลานำนี้มีผลมาจากการสั่งซื้อและรอคอยวัสดุตลอดจนถึงเวลาในการผลิตหรือประกอบ ตารางที่ 2.2 แสดงถึงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตและประกอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีเวลานำทั้งหมดถึง 9 สัปดาห์

ตารางที่ 2.2 เวลาที่ต้องใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์



กล่าวโดยทั่วไปแผนลำดับการผลิตแม่บทจะสร้างจากความต้องการของผลิตภัณฑ์ โดยไม่ได้คำนึงถึงความสามารถหรือกำลังการผลิตที่มีอยู่จริง แผนลำดับการผลิตแม่บทที่จัดทำให้ครั้งแรกอาจไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ เนื่องจากข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตวัสดุและชิ้นส่วนที่มีอยู่ ตลอดจนเงื่อนไขในด้านของเวลาดังนั้นแผนลำดับการผลิตแม่บทที่จัดทำในเบื้องแรกจึงเป็นเพียงแต่แนวทาง เพื่อใช้ในการศึกษาสภาพความต้องการของวัสดุหรือชิ้นส่วนและเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตที่มีอยู่ถ้าหากปรากฏว่า แผนลำดับการผลิตแม่บทที่วางไว้ไม่สามารถทำได้ผู้บริหารจะต้องทำการตัดสินใจว่าจะทำอย่างไร เช่น อาจจะเพิ่มกำลังการผลิตโดยการทำงานล่วงเวลา หรือซื้อเครื่องจักรเพิ่ม หรืออาจทำการปรับแผนลำดับการผลิตแม่บทเสียใหม่ ซึ่งการปรับแผนลำดับการผลิตแม่บทใหม่อาจต้องทำกันหลายครั้ง จนกว่าจะได้แผนลำดับการผลิตที่สามารถดำเนินการได้

- รายการวัสดุ คือรายละเอียดที่แสดงถึงวัสดุและชิ้นส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต หรือประกอบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รายละเอียดนี้จะแสดงในลักษณะเป็นลำดับขั้น จากชิ้นส่วนย่อยไปจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ลักษณะลำดับขั้นนี้เรียกว่า โครงสร้างผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ ก

รูปที่ 2.18 แสดงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ ก ซึ่งประกอบด้วย ข จำนวน 2 ชิ้น และ ค จำนวน 1 ชิ้น ชิ้นส่วน ข แต่ละชิ้นประกอบขึ้นจากชิ้นส่วน ง 3 ชิ้น และ จ 1 ชิ้น และชิ้นส่วน ง แต่ละชิ้นประกอบด้วยชิ้นส่วน ฌ 4 ชิ้น ในทำนองเดียวกันชิ้นส่วน ค 1 ชิ้นประกอบด้วยชิ้นส่วน ช 2 ชิ้นและชิ้นส่วน ซ 2 ชิ้น รายละเอียดความต้องการวัสดุหรือชิ้นส่วนนี้จะแสดงเป็นลำดับขั้น เริ่มต้นจากระดับ 0 สำหรับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ระดับ 1 สำหรับชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ระดับ 2 และระดับอื่นๆต่อไป สำหรับชิ้นส่วนที่ระดับถัดไป ชิ้นส่วนในระดับต่างๆ คือส่วนประกอบของชิ้นส่วนในระดับสูงขึ้นไป สังเกต

ว่าจำนวนชิ้นส่วนที่แสดงในโครงสร้างผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนสำหรับ 1 ชิ้นของชิ้นส่วนในระดับถัดไปเท่านั้น

ในการคำนวณหาจำนวนของชิ้นส่วนหรือวัสดุที่ต้องการของระบบ MRP นั้น คอมพิวเตอร์จะคำนวณตามโครงสร้างผลิตภัณฑ์โดยเริ่มจากระดับสูงไป ในกรณีที่ชิ้นส่วนประเภทเดียวกันอยู่ต่างระดับกันในโครงสร้างผลิตภัณฑ์ การคำนวณจำนวนชิ้นส่วนจะทำได้ช้า เพราะต้องคำนวณชิ้นส่วนในทุกระดับและเก็บผลไว้แล้วจึงนำมารวมกันภายหลัง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณ ก่อนการคำนวณจำนวนชิ้นส่วนต่างๆ จึงควรทำการปรับโครงสร้างผลิตภัณฑ์ โดยดึงเอาชิ้นส่วนชนิดเดียวกันให้ไปอยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

- แฟ้มข้อมูลสินค้าคงเหลือ เป็นแฟ้มข้อมูลที่ใช้เพื่อการจัดเก็บข้อมูลและสารสนเทศของวัสดุและชิ้นส่วนต่างๆ ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ประกอบด้วยปริมาณสินค้าคงเหลือ จำนวนที่จะได้รับเพิ่ม รายละเอียดของผู้ค้าส่ง เวลานำสำหรับการส่งสินค้าปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต และอื่นๆ

2.3.2 ส่วนประมวลผลของระบบ MRP

ส่วนประมวลผลของระบบ MRP ประกอบด้วยการนำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการซึ่งกำหนดจากแผนลำดับการผลิตแม่บทมาแจกแจงให้เห็นถึงรายละเอียดของจำนวนชิ้นส่วนต่างๆ ที่ต้องการ ณ เวลาต่างๆ รายละเอียดการดำเนินการอาจแสดงได้ในลักษณะของแผนภูมิดังแสดงในรูปที่ 2.19 แผนภูมิดังกล่าวแสดงรายละเอียดว่าจะต้องดำเนินการอะไรบ้าง ณ จุดเวลาใด

ปริมาณของชิ้นส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต ซึ่งคำนวณได้จากรายการวัสดุคือ *ความต้องการรวม* จากความต้องการรวมที่ได้จะสามารถคำนวณความต้องการสุทธิของชิ้นส่วนได้

<table>
<tr><td colspan="2">สั่งซื้อวัตถุดิบ จ</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">ผลิตชิ้นส่วน ง</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3">ประกอบชิ้นส่วน ข</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">สั่งซื้อวัตถุดิบ ช</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">การประกอบขั้นสุดท้าย</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3">ประกอบชิ้นส่วน ค</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">สั่งซื้อวัตถุดิบ จ</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr>
</table>

สัปดาห์ที่

รูปที่ 2.19 แผนภูมิการผลิตแสดงรายละเอียดการสั่งซื้อและสั่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ

เวลาและจำนวนของชิ้นส่วนวัสดุหรือวัตถุดิบที่จะสั่งซื้อ จะถูกกำหนดด้วย *จำนวนสั่งตามแผน* (Planned order releases) ส่วนจำนวนและเวลาของชิ้นส่วนวัสดุ หรือ วัตถุดิบที่จะได้รับจะถูกกำหนดโดย *จำนวนรับตามแผน* (Planned order recipts) จำนวนชิ้นส่วนที่สั่งซื้อหรือสั่งผลิตแต่ละครั้งอาจมีจำนวนเท่ากัน หรือผลิตเท่าที่ต้องการใช้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการผลิตและการสั่งซื้อ

จำนวนความต้องการและเวลาที่ต้องการชิ้นส่วนต่างๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.3 รายละเอียดส่วนต่างๆ ของตารางมีดังต่อไปนี้คือ

ตารางที่ 2.3 แผนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของระบบ MRP

สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ชิ้นส่วน :								
ความต้องการรวม								
จำนวนที่จะได้รับ								
จำนวนที่ใช้ได้								
ความต้องการสุทธิ								
จำนวนรับตามแผน								
จำนวนสั่งตามแผน								

ความต้องการรวม (Gross requirements) หมายถึงจำนวนของชิ้นส่วนที่ต้องการ เพื่อใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอื่นในระดับสูงถัดขึ้นไปของโครงสร้างผลิตภัณฑ์ ความต้องการรวมของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะถูกกำหนดโดยแผนลำดับการผลิตแม่บท ส่วนความต้องการรวมของชิ้นส่วนอื่นๆ จะถูกกำหนดโดยรายการวัสดุและความต้องการของชิ้นส่วนในระดับที่สูงกว่า

จำนวนที่จะได้รับ (Schedule receipts) หมายถึง จำนวนชิ้นส่วนที่จะได้รับจากบริษัทผู้ค้าส่ง หรือจากการสั่งผลิตก่อนหน้านี้ และคาดว่าจะได้รับในช่วงเวลาดังกล่าว

จำนวนที่ใช้ได้ (Available) หมายถึง จำนวนชิ้นส่วนที่สามารถนำไปใช้เพื่อการผลิต จำนวนที่ใช้ได้นี้คำนวณได้จากสมการ 2.1 ต่อไปนี้

จำนวนที่ใช้ได้ = จำนวนสินค้าเหลือ - จำนวนมูลภัณฑ์กันชน + จำนวนที่จะได้รับ
+ จำนวนรับตามแผน - ความต้องการรวมในช่วงเวลานั้น
+ จำนวนที่ใช้ได้จากช่วงเวลาก่อนหน้า ...2.1

ความต้องการสุทธิ (Net requirements) หมายถึง จำนวนสุทธิของชิ้นส่วนที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาคำนวณได้จากสมการ 2.2 ต่อไปนี้

ความต้องการสุทธิ = ความต้องการรวม - จำนวนที่จะได้รับ - จำนวนที่ใช้ได้จาก
ช่วงเวลาก่อนหน้า ...2.2

จำนวนรับตามแผน (Planned order receipts) หมายถึง จำนวนชิ้นส่วนที่จะได้รับตามแผนที่กำหนดเพื่อใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอื่นต่อไป จำนวนรับตามแผนนี้ โดยทั่วไปจะมีค่าเท่ากับความต้องการสุทธิ

จำนวนสั่งตามแผน (Planned order releases) หมายถึงจำนวนชิ้นส่วนที่จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในช่วงเวลาที่กำหนด จำนวนสั่งตามแผนจะมีค่าเท่ากับจำนวนรับตามแผนแต่เวลาการสั่งจะนำหน้าของการรับตามแผน เท่ากับเวลานำของการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต จำนวนสั่งตามแผนนี้จะกลายเป็นความต้องการรวมของชิ้นส่วนที่อยู่ในระดับถัดไป และเมื่อได้ทำการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตไปแล้ว จำนวนที่สั่งซื้อหรือสั่งผลิตไปก็จะกลายเป็นจำนวนที่จะได้รับต่อไป

2.3.3 ส่วนผลได้ของระบบ MRP

ระบบ MRP สามารถให้สารสนเทศเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในรูปแบบของรายงานต่างๆ รายงานเหล่านี้อาจจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ รายงานเบื้องต้นและรายงานขั้นที่สอง

รายงานเบื้องต้น เป็นรายงานหลักของระบบ MRP ที่จะต้องจัดทำอย่างสม่ำเสมอ รายงานในกลุ่มนี้โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. แผนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต ซึ่งแสดงถึงปริมาณและเวลาที่จะต้องทำการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ
2. ใบสั่งซื้อหรือสั่งผลิต ซึ่งเป็นคำสั่งให้ทำการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ
3. รายการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงถึงรายการที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากแผนที่กำหนดไว้ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนใบสั่งซื้อหรือสั่งผลิตที่ได้เคยออกไปก่อนหน้านี้แล้ว เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณ กำหนดเวลาส่งหรือการยกเลิกใบสั่งซื้อหรือสั่งผลิต

รายงานขั้นที่สอง เป็นรายงานเฉพาะซึ่งไม่ได้จัดทำเป็นประจำ อาจจัดทำเฉพาะเมื่อผู้บริหารต้องการใช้ช่วยในการตัดสินใจแก้ปัญหา รายงานในกลุ่มนี้อาจประกอบด้วย

1. รายงานผลการควบคุม ซึ่งใช้ในการควบคุมและประเมินผลการดำเนินการของระบบ MRP เช่น รายงานความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น จำนวนชิ้นส่วนที่ผลิตไม่ได้ตามแผน การเกิดขาดแคลนชิ้นส่วน ความคลาดเคลื่อนของเวลานำสินค้า เป็นต้น รายงานผลการควบคุมนี้จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถประเมินประสิทธิภาพและต้นทุนของระบบ MRP ได้เป็นอย่างดี

T 1717 5694

2. แผนงาน เป็นรายงานซึ่งผู้บริหารสามารถใช้ช่วยในการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าคงเหลือในอนาคต รายงานนี้ประกอบด้วยสัญญาการสั่งซื้อและสั่งผลิตชิ้นส่วน และข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ช่วยในการวางแผนความต้องการวัสดุ

3. รายงานพิเศษซึ่งแสดงถึงปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นแล้วอาจจะมีผลต่อการดำเนินการของระบบ เช่น การส่งชิ้นส่วนล่าช้าไม่ทันตามกำหนด การเสียหายของชิ้นส่วนในระหว่างการผลิตเมื่อเกิดขึ้นมากกว่าปกติ เป็นต้น