พื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและการผลิตในอุตสาหกรรม

*ชุติระ ระบอบ

กระแสคลื่นแห่งความเปลี่ยนแปลงอันมีผลจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารโทรคมนาคมในยุคข้อมูลข่าวสาร (Information Era) ก่อนก้าวเข้าสู่ปีคริสต์ศักราช 2000 ก่อให้เกิดโฉมหน้าใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าและบริการ คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย การปรับปรุงสมรรถนะอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงแต่มีขีดความสามารถสูงขึ้น รวมทั้งมีราคาถูกลง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดต้นทุนและประหยัดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม จากขีดความสามารถในด้านการคำนวณมาสู่การวิเคราะห์ การออกแบบ และสร้างตัวแบบผลิตภัณฑ์ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะกับงานเฉพาะด้าน (Specification) งานด้านบูรณาการ (Integration) การสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพเสมือนจริง (Virtual Reality) การผสมผสานการคำนวณเข้ากับการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิก คอมพิวเตอร์ในงานมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia) คอมพิวเตอร์สำหรับงานการออกแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

1. คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ (Computer Aided Design หรือ CAD)

หมายถึง การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับงานการออกแบบทางด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการผลิตโดยอาศัยพื้นฐานการพัฒนาของคอมพิวเตอร์กราฟฟิก เริ่มตั้งแต่กระบวนการกำหนดความต้องการ การเก็บรวบรวมข้อมูล สร้างตัวแบบ การเปลี่ยนแปลงแก้ไข การวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อให้การออกแบบผลิตภัณฑ์มีความถูกต้อง แม่นยำ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design: ID) เป็นรูปแบบของการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) และศิลปะ (Art) เข้าด้วยกัน ปรากฏในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ความเร็ว ความแข็งแรง ความทนทาน ประสิทธิภาพในการใช้งาน คุณภาพ ความมั่นคง ความปลอดภัย และในเชิงศิลปะ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม น่าใช้ มีความสะดวกสบาย รูปทรงที่มีความลงตัวและพอเหมาะ

ภายในระยะเวลาสิบกว่าปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีสารสนเทศได้ก่อให้เกิดการพัฒนาของซอฟต์แวร์กราฟฟิก (Graphics Software) ช่วยสร้างสรรค์งานด้านการออกแบบภายไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก

---

*หัวหน้าภาควิชาการบริหารอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ : บธ.ม. (การจัดการและการบริหารองค์การ) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ วท.ม. (การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

และราคาถูก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือเครื่องพีซี ปัจจุบันการพัฒนาด้านเทคโนโลยีทำให้การประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์มีความเร็วสูง มีขีดความสามารถด้านความจำและการแสดงผลที่มีความละเอียดและมีสีจำนวนหลายล้านสี โปรแกรมกราฟฟิกสามารถจัดหาได้โดยง่ายและใช้กับงานที่มีลักษณะเป็นการเฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงทางด้านการออกแบบกราฟฟิกคือ Autodesk's AutoCAD เป็นที่รู้จัก แพร่หลายของผู้ใช้ในชื่อว่าโปรแกรม AutoCAD ซึ่งครองส่วนแบ่งทางการตลาดกว่าร้อยละ 70 โปรแกรมดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ควบคู่กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในวงการอุตสาหกรรม จึงเรียกรวมกันว่า CAD/CAM

การจำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ในการออกแบบมีหลายวิธี โดยอาจแบ่งตามระดับความสามารถในการทำงาน หรือจำแนกตามลักษณะการทำงาน ได้แก่

จำแนกตามระดับความสามารถในการทำงาน

1. การจำลองตัวแบบทางเรขาคณิต (Geometric Modeling)

หมายถึง การนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณและกำหนดตัวแบบของผลิตภัณฑ์เป็นภาพกราฟฟิกแสดงผลทางจอภาพ โดยมีคำสั่งพื้นฐานในการวาดภาพรูปทรงเรขาคณิต ได้แก่ การกำหนดจุดพิกัด การลากเส้น การสร้างวงกลม การจัดทำสเกล การสร้างภาพเคลื่อนไหว การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงภาพ การนำภาพกราฟฟิก มาประกอบให้เป็นรูปผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานตามความต้องการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดตัวแบบเป็นทั้งในลักษณะภาพสองมิติและภาพสามมิติ การนำเสนอภาพออกแบบที่เป็นของจริง เช่น ตัวแบบรูปทรงโครงลวด (Wire Frame Model) และเหมือนของจริง เช่น ตัวแบบรูปตัน (Solid Model)

2. การวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม (Engineering Analysis)

หมายถึง การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบในทางวิศวกรรม เช่น การตรวจสอบ การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนจักรกลต่าง ๆ ให้เป็นไปโดยถูกต้อง ความทนต่อแรงกระแทก การสั่นเสทือนของวัตถุ การไหลของวัตถุดิบ โดยใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงหรือวิธีการคำนวณทางวิศวกรรมเข้ามาช่วย หรืออาจจะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยทำการวิเคราะห์

3. การทบทวนและประเมินผล (Design Review)

หมายถึง การตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของการออกแบบ เช่น การกำหนดขนาด การทดสอบการวางซ้อนกันของผลิตภัณฑ์ในแต่ละชิ้นว่าชิ้นงานเข้ากันได้หรือไม่การสร้างภาพเคลื่อนไหวของชิ้นงานในลักษณะต่าง ๆ

4. การเขียนแบบโดยอัตโนมัติ (Automatical Drafting)

หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เขียนแบบผลิตภัณฑ์จากข้อมูลที่กำหนดและจัดเก็บไว้ โดยมีการสร้างตัวแบบในลักษณะสร้างขึ้นเองหรือจากการตรวจสอบและเปรียบเทียบกับข้อมูลหรือตัวแบบเดิมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล

จำแนกตามลักษณะงาน

1. แบบโครงลวด (Wireframe Modeling) ประกอบด้วยเส้นต่าง ๆ เช่น เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม หรือเส้น Spline มาขึงหรือลากเป็นรูปร่างให้ดูคล้ายกับชิ้นงานจริงส่วนใหญ่สามารถนำไปผลิตงานในลักษณะสองแกนหรือสองแกนครึ่ง ได้แก่ งานกลึง งานกัดรอบรูป

2. แบบพื้นผิว (Surface Modeling) เกิดจากการสร้างพื้นผิวจำลองปิดลงบนโครงสร้างแบบโครงลวด สามารถให้แสงเงา (Shading) เพื่อตรวจสอบ

พื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและการผลิตในอุตสาหกรรม

*ชุติระ ระบอบ

กระแสคลื่นแห่งความเปลี่ยนแปลงอันมีผลจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารโทรคมนาคมในยุคข้อมูลข่าวสาร (Information Era) ก่อนก้าวเข้าสู่ปีคริสต์ศักราช 2000 ก่อให้เกิดโฉมหน้าใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าและบริการ คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย การปรับปรุงสมรรถนะอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงแต่มีขีดความสามารถสูงขึ้น รวมทั้งมีราคาถูกลง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดต้นทุนและประหยัดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม จากขีดความสามารถในด้านการคำนวณมาสู่การวิเคราะห์ การออกแบบ และสร้างตัวแบบผลิตภัณฑ์ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะกับงานเฉพาะด้าน (Specification) งานด้านบูรณาการ (Integration) การสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพเสมือนจริง (Virtual Reality) การผสมผสานการคำนวณเข้ากับการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิก คอมพิวเตอร์ในงานมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia) คอมพิวเตอร์สำหรับงานการออกแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

1. คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ (Computer Aided Design หรือ CAD)

หมายถึง การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับงานการออกแบบทางด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการผลิตโดยอาศัยพื้นฐานการพัฒนาของคอมพิวเตอร์กราฟฟิก เริ่มตั้งแต่กระบวนการกำหนดความต้องการ การเก็บรวบรวมข้อมูล สร้างตัวแบบ การเปลี่ยนแปลงแก้ไข การวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อให้การออกแบบผลิตภัณฑ์มีความถูกต้อง แม่นยำ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design: ID) เป็นรูปแบบของการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) และศิลปะ (Art) เข้าด้วยกัน ปรากฏในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ความเร็ว ความแข็งแรง ความทนทาน ประสิทธิภาพในการใช้งาน คุณภาพ ความมั่นคง ความปลอดภัย และในเชิงศิลปะ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม น่าใช้ มีความสะดวกสบาย รูปทรงที่มีความลงตัวและพอเหมาะ

ภายในระยะเวลาสิบกว่าปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีสารสนเทศได้ก่อให้เกิดการพัฒนาของซอฟต์แวร์กราฟฟิก (Graphics Software) ช่วยสร้างสรรค์งานด้านการออกแบบภายไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก

---

*หัวหน้าภาควิชาการบริหารอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ : บธ.ม. (การจัดการและการบริหารองค์การ) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ วท.ม. (การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชิ้นงานได้ง่ายขึ้นได้ภาพที่ใกล้เคียงความจริง ได้แก่ การหาพื้นที่ผิวหรือปริมาตร

3. แบบทรงตัน (Solid Modeling) เป็นลักษณะการสร้างรูปทรงตันขึ้นมาแล้วตัดหรือเติมเนื้อเข้าไป วิธีการนี้ใกล้เคียงกับการผลิตชิ้นงานจริงหรือการขึ้นรูป Mock-Up มากที่สุด ทำให้สามารถเห็นขั้นตอนการสร้างงานได้อย่างชัดเจน โดยมีทั้งข้อมูลพื้นผิวและข้อมูลภายใน เหมาะกับงานที่จะใช้ทดสอบทางวิศวกรรม

คอมพิวเตอร์ในการออกแบบมีปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ได้แก่

- ลักษณะงานที่ใช้ระบบ
- ข้อกำหนดคุณลักษณะเครื่องมืออุปกรณ์
- บุคลากรผู้ใช้ระบบ
- การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของระบบ

1. ลักษณะงานที่ใช้ระบบ

ลักษณะของประเภทงานที่เหมาะสมกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานการออกแบบทางด้านวิศวกรรม ได้แก่ งานที่มีความสลับซับซ้อน มีความละเอียด ต้องการความแม่นยำสูง ชิ้นส่วนของงานที่มีขนาดเล็ก การวางผังโรงงานหรือการออกแบบระบบสิ่งอำนวยความสะดวกภายในอาคารขนาดใหญ่ เช่น การวางท่อน้ำดี ท่อน้ำทิ้ง ท่อสายไฟฟ้า ท่อระบบเครื่องทำความเย็น การออกแบบพีซีบอร์ด เป็นต้น สำหรับประเภทของงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิต เช่น การออกแบบภาพสามมิติทางด้านลักษณะความแข็งของรูปทรงตันการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ เช่น พื้นที่ ขนาด ความจุ ความสูง ความลึก ความแข็งแรงและความปลอดภัย ช่วยทำให้ผู้ออกแบบสามารถโต้ตอบการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์จนทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบส่วนประกอบของชิ้นงานสำหรับชิ้นส่วนและอะไหล่ ส่วนประกอบของยานพาหนะประเภทต่างๆ รวมทั้งสิ่งปลูกสร้าง การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางกายภาพและทางด้านการใช้งาน

2. ข้อกำหนดคุณลักษณะเครื่องมืออุปกรณ์

ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) และอุปกรณ์เสริมหรือเชื่อมต่อ (Peripheral)

ฮาร์ดแวร์ หมายถึง เครื่องมืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ เช่น เครื่องมือนำข้อมูลหรือสิ่งต่างๆ เข้าสู่ระบบ (Input) และเครื่องมือแสดงผลสิ่งที่ได้รับจากระบบ (Output) อาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดกลาง หรือสถานีงานวิศวกรรม (Engineering Workstation) ที่มีขีดความสามารถสูง เช่น เครื่องที่ใช้ Unix เป็นโปรแกรมระบบ (operating system) จนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือเครื่องพีซี (Personal Computer) ที่มีสมรรถนะการทำงานสูงโดยสามารถคำนวณเลขจุดทศนิยมได้ครั้งละมากๆ และมีความรวดเร็วการแสดงภาพกราฟฟิกบนจอภาพขนาดใหญ่

ซอฟต์แวร์ หมายถึง ชุดของโปรแกรมคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานการออกแบบซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของงาน แต่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกันในด้านของความสามารถในการสร้างตัวแบบการประยุกต์ใช้งาน และการแสดงภาพกราฟฟิก นอกจากนี้ยังอาจประกอบด้วยโปรแกรมการคำนวณขนาดของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวแบบการตอบสนองเชิงกลของผลิตภัณฑ์หรือการคำนวณการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

อุปกรณ์เสริมหรือเชื่อมต่อ หมายถึง อุปกรณ์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานหรือให้มีสมรรถนะสูงขึ้น เช่น เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องวาดภาพ (Plotter) เครื่องรับภาพ (Scanner) และเครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) ในส่วนของผู้ใช้จะต้องคำนึงถึงนโยบายขององค์การหรือผู้บริหารผลประโยชน์จากการใช้งานที่ได้จากการออกแบบ

ประสิทธิภาพของการทำงานภายหลังจากมีการใช้งาน สำหรับผู้ออกแบบจะมีบทบาทสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงานเริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจกับความต้องการของผู้ใช้ การนิยามปัญหา การสังเคราะห์การกำหนดแนวทางเลือก ซึ่งในลักษณะของการเป็นผู้ออกแบบจะต้องมีความเชี่ยวชาญในการใช้คำสั่งเพื่อสร้างภาพหรือสิ่งที่ต้องการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถผสมผสานความเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะ แสดงให้ปรากฏในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบรวมทั้งความมีทักษะและประสบการณ์ในการนำเสนอผลงาน (Presentation) ให้ได้รับการยอมรับ นอกจากนั้น การพัฒนาโปรแกรมทางด้านการออกแบบและการผลิตในอุตสาหกรรมเป็นงานที่มีลักษณะเฉพาะด้าน หากผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อนมากขึ้นเท่าใด วิธีการที่ใช้ก็จะยากมากขึ้นเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ บุคลากรจึงต้องมีความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ และต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้ในสิ่งใหม่อย่างต่อเนื่องในรูปแบบของการฝึกอบรม

4. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของระบบ

การนำเอาเทคโนโลยี CAD/CAM มาใช้ในหน่วยงานหรือองค์การ ผู้บริหารจะต้องพิจารณาและวิเคราะห์ถึงประโยชน์และผลผลิตที่เกิดขึ้นว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการลงทุนสูง อีกทั้งยังมีเงื่อนไขและข้อจำกัดบางประการที่จะนำระบบนี้มาประยุกต์ในงาน นอกจากนั้นยังจะคำนึงถึงนโยบายของผู้บริหาร ลักษณะของงาน กระบวนการในการติดตั้งระบบเริ่มตั้งแต่การจัดหา การบำรุงรักษา การจัดรูปแบบของการบริหารงานภายในองค์การ การพัฒนาบุคลากรที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง

แนวทางการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเอาระบบ CAD/CAM มาใช้ เป็นวิธีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ (Project Feasibility) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ การเปรียบเทียบรายจ่าย (เงินลงทุนและค่าใช้จ่าย) กับรายรับหรือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการลงทุน โดยใช้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มีความแม่นยำถูกต้องแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคที่นำมาใช้ได้แก่ ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทน (Payback Period) มูลค่าปัจจุบันของเงิน (Net Present Value) อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return) การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบจำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอนได้แก่

1. การประเมินผลความเป็นไปได้เบื้องต้น เป็นวิธีการศึกษาแนวทางการนำระบบ CAD/CAM มาใช้ในการออกแบบและอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบด้วย การว่าจ้างที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ การสำรวจข้อมูลและกำหนดคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ราคา ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาใช้การประเมินค่าใช้จ่ายขั้นต้นในรายละเอียดของเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์ความคุ้มทุน

2. การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงาน ได้แก่ การจัดตั้งคณะกรรมการจากผู้แทนแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการผลิต วิศวกรอาวุโส ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก หลังจากนั้นจะต้องระบุถึงความต้องการในการใช้งานและลำดับความสำคัญ ได้แก่ วิธีการที่นำมาใช้ในการออกแบบ การวิเคราะห์การสร้างแบบ ข้อมูลสารสนเทศที่นำเข้าสู่ระบบ เช่น Bill of Material การออกแบบฐานข้อมูลเบื้องต้น ลำดับต่อไปคือ การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ (Configuration) ของระบบ ได้แก่ อุปกรณ์ Input และ Output ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ภาษาการเขียนโปรแกรม โปรแกรมยูทิลิตี้ และไลบารีคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ขั้นตอนการวางแผนการติดตั้งและใช้ระบบ CAD/CAM ได้แก่ การกำหนดแผนงานหลัก การเลือกระบบ การออกแบบรายละเอียดของระบบ การฝึกอบรมบุคลากรและผู้ใช้ การติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์ การประเมินผลและตรวจสอบ ขั้นตอนการกำหนดหน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งขั้นตอนในการประเมินความเป็นไปได้ที่จะนำเอา

ระบบมาใช้ สำหรับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ การประเมินรายจ่าย การประเมินรายรับ และการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ สิ่งที่นำมาใช้วัดประสิทธิภาพของระบบได้แก่ การลดต้นทุน ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ ความแม่นยำถูกต้องของเทคนิคที่นำมาใช้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เก็บรวบรวม การตีความหมายและแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาผลกระทบในด้านต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น

ความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ

1. เพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตให้กับงาน

การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะของการทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้ออกแบบ สามารถที่จะใช้อุปกรณ์ทำการวาด เปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือออกแบบได้ทันที ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเครื่องมืออุปกรณ์ ทั้งอุปกรณ์นำเข้า (Input) คำสั่งการทำงาน (Program) และอุปกรณ์แสดงผล (Output) โดยจะต้องสามารถผสมผสาน (Synergy) ในเชิงวิทยาศาสตร์และศิลปะเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผลงานมีความสมบูรณ์มากที่สุดทำให้ผู้ออกแบบสามารถสร้างภาพสามมิติแสดงการเคลื่อนไหว การหมุน การผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ทุกด้าน สามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขชิ้นงานได้โดยง่ายกว่าการออกแบบบนกระดาษเหมือนแต่เดิม ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา ลดค่าใช้จ่ายเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตให้กับงาน

2. เพิ่มขีดความสามารถและความรวดเร็วในการออกแบบ

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบช่วยให้สามารถวิเคราะห์รูปแบบของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายภายในระยะเวลาอันสั้นอีกทั้งสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตลอดเวลา ลดระยะเวลาการออกแบบให้สั้นลง ลดความผิดพลาดในการทำงานแตกต่างจากในอดีตซึ่งการออกแบบกระทำด้วยมือและเขียนลงบนกระดาษเขียนแบบ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขกระทำได้ยากและล่าช้าทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้บ่อยครั้งมีเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย และมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย เวลาจึงนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จและความมีประสิทธิภาพของงานรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปหากใช้ระยะเวลาในการทำงานมากขึ้น เช่น ระยะเวลาที่รอคอย (Lead Time) ของงานในช่วงที่เป็นเขตวิกฤติของโครงการ (Critical Project Path)

3. คุณภาพของผลิตภัณฑ์

คุณภาพในที่นี้หมายถึง คุณภาพจากการออกแบบ (Quality of Design) และคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด (Quality of Conformance) การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานการออกแบบผลิตภัณฑ์และงานอุตสาหกรรมจะช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์สินค้าที่มีคุณภาพทั้งด้านการใช้งาน ความแข็งแรง ความปลอดภัยในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล การวิเคราะห์ความตึง (Strength) ของชิ้นส่วนทั้งในระบบ Statics และ Dynamics การใช้คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมจะทำให้ได้ชิ้นงานตรงตามข้อกำหนดภายใต้ความทนทานต่อสภาวการณ์หรือข้อผิดพลาดที่กำหนดไว้ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม การเปรียบเทียบผลจากการทดลองภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพอย่างแท้จริง

4. เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ใช้และผู้ออกแบบ

ความสามารถด้านการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบ และนำเสนอออกทางจอภาพ ทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ผู้ใช้ ผู้ออกแบบ สามารถสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเห็นภาพของแบบที่สร้างขึ้นได้อย่างชัดเจน ร่วมกันแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จ

ของผลงาน ลดจุดอ่อนหรือข้อขัดแย้งอันเกิดจากความไม่เข้าใจที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาอุปสรรคของการทำงานหรือทำให้งานหยุดชะงักลง

5. การจัดทำฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ในอดีตที่ผ่านมา การจัดเก็บบันทึกข้อมูลหรือแบบของผลิตภัณฑ์กระทำได้ยาก เกิดความสูญหายหรือเสียหายได้ง่าย ทั้งนี้เนื่องจากกระทำลงบนกระดาษเขียนแบบ ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถในด้านการจัดทำฐานข้อมูลอ้างอิงและใช้ประโยชน์ในรูปของฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ สามารถที่จะทำการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบเก็บไว้เป็นจำนวนมาก เช่น ลักษณะและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ รูปแบบทรงเรขาคณิต จำนวนและข้อกำหนดเกี่ยวกับวัสดุ ราคา ปริมาณและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ผู้ออกแบบสามารถใช้โปรแกรมคำสั่งเฉพาะใช้เชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเรียกดูข้อมูลหรือดึงข้อมูลที่ถูกจัดเก็บบนแฟ้มข้อมูลมาใช้ประโยชน์

เจ.อี.ชิกเล่ย์ (J.E.Shigley) ผู้เขียนหนังสือชื่อ Mechanical Engineering Design กล่าวว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการทำงานที่มีลักษณะซ้ำซ้อนกลับไปกลับมาหลายครั้ง เพื่อแก้ไขเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงให้ได้รูปแบบตามที่ผู้ใช้ต้องการหรือมีผลงานสมบูรณ์ตามที่กำหนด และโดยทั่วไปงานการออกแบบจะประกอบด้วยขั้นตอนหรืองานย่อย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การรับทราบความต้องการของผู้ใช้หรือลูกค้า (Requirement)

ขั้นตอนแรกของการออกแบบผลิตภัณฑ์ก็คือ ผู้ออกแบบระบบจะต้องทำการเก็บ รวบรวมข้อมูลหรือการรับทราบแนวความคิดของลูกค้า หรือผู้ใช้ที่มีความประสงค์จะแก้ไขข้อขัดข้องหรืออุปสรรคในกระบวนการผลิต ความต้องการพัฒนา ปรับปรุงเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานเพื่อประโยชน์ในทางวิศวกรรมหรือด้านธุรกิจ ดังนั้น รายละเอียดเกี่ยวกับงานที่ต้องการได้รับการออกแบบจึงนับเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นมากที่สุดผู้ออกแบบจะต้องทราบประเภทและชนิดของงาน ปัญหาอุปสรรคและข้อขัดข้องต่าง ๆ เกี่ยวกับงาน การพิจารณาว่าลักษณะของงานดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้หรือไม่ หรือคุ้มค่ากับการลงทุนมากน้อยเพียงใด ซึ่งลักษณะงานบางอย่างอาจไม่มีความจำเป็น

2. การนิยามศึกษาปัญหา (Problem Definition)

เมื่อรับทราบความต้องการของลูกค้าแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดให้ได้ว่าคุณลักษณะหรือสิ่งที่ลูกค้าพึงประสงค์คืออะไรจะสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขข้อขัดข้องดังกล่าวได้อย่างไร อนึ่ง ในบางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจไม่จำเป็นต้องนำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เสมอไป

3. การสังเคราะห์ (Synthesis)

เป็นการผสมผสานแนวความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะเข้าด้วยกัน สร้างจินตนาการจากสิ่งต่าง ๆ ที่สะสมจากทักษะและประสบการณ์ของผู้ออกแบบ โดยจะต้องพิจารณาว่า ผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการนั้นควรมีส่วนประกอบอะไรบ้าง คุณลักษณะเฉพาะการใช้งานและรูปแบบผลงานที่ต้องการ

4. การกำหนดแนวทางเลือก (Alternatives)

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางเลือกที่เหมาะสมหรือที่ดีที่สุด ภายหลังจากที่ได้พิจารณาแล้วว่ารูปแบบของผลิตภัณฑ์ใดเหมาะสมสอดคล้องและตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด อาจมีการแก้ไขปรับปรุงหลายครั้ง หรือย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนเดิมหรือสังเคราะห์หรือวาดแบบใหม่ขึ้นมา

5. การประเมินการออกแบบ (Evaluation)

กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย เป็นการนำผลงานการออกแบบเสนอต่อผู้ใช้หรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีส่วนร่วมหรือมีหน้าที่ในการตัดสินใจอนุมัติ โดยจะต้องมีการรวบรวมข้อมูล

เอกสาร รายละเอียดต่าง ๆ จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนมานำเสนอ

นอกจากนั้น ยังได้มีการแบ่งขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการออกแบบจากแนวความคิด การออกแบบพื้นฐาน การออกแบบในขั้นรายละเอียด การออกแบบทางด้านการผลิต และการสร้างและทดสอบตัวแบบ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตในงานอุตสาหกรรม (Computer Aided Manufacturing หรือ CAM)

หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผน การจัดการ และการควบคุมการผลิตในงานวิศวกรรมและอุตสาหกรรมในระดับปฏิบัติการ การทำงานเครื่องจักรจะรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทีละคำสั่งหรือตามลักษณะงาน

ตารางที่ 1 : ขั้นตอนในการออกแบบ (Stages of Design)

STAGE	WORK
1. Conceptual Design	• Decide the basic method and basic structure of the design solution.
2. Basic Design	• Decide the layout and structure of the design solution.
3. Detail Design	• Decide the minute specifications of the parts.
4. Production Design	• Generate the necessary data for the production.
5. Prototypint & Test	• Trial manufacturing and test.

โปรแกรมคำสั่งจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลการผลิต (Manufacturing Database) สามารถดึงข้อมูลมาใช้งาน เปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลและการทบทวนลำดับการทำงาน ตลอดจนการส่งผ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ภายในองค์การ

เทคโนโลยีการใช้คอมพิวเตอร์ในการผลิตทางอุตสาหกรรมมีวิวัฒนาการมาจากการใช้เครื่องจักรควบคุมเชิงตัวเลข (Numerical Control Machine หรือ NC) ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้บัตรเจาะรูที่บันทึกข้อมูลจุดพิกัดสำหรับใช้ควบคุมเครื่องมือเครื่องจักรเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องมือดังกล่าว ได้แก่

1. โปรแกรมคำสั่งงาน เป็นคำสั่งกำหนดขั้นตอนให้เครื่องมือที่อยู่บนเครื่องจักรทำงาน โดยคำสั่งดังกล่าวจะกำหนดเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ลงบนสื่อที่ให้หน่วยควบคุมแปลความหมายได้ สื่อที่ยังมีใช้กันแพร่หลายคือ แถบกระดาษเจาะรู การจัดทำโปรแกรมสั่งงานทำได้ใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การป้อนคำสั่งด้วยมือ (Mannual) และการป้อนคำสั่งด้วยคอมพิวเตอร์ จัดทำคำสั่งเข้าเครื่องโดยตรงเรียกว่า Direct Numerical Control หรือ DNC หน่วยควบคุมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน

2. หน่วยควบคุม เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรมสั่งงาน แปลความหมายของคำสั่งเปลี่ยนสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องมือประกอบด้วย อุปกรณ์อ่านแถบคำสั่ง หน่วยจัดเก็บข้อมูล ช่องสัญญาณควบคุมเครื่องมือ ช่องสัญญาณตอบรับจากเครื่องมือ และหน่วยควบคุมการทำงานรวมของทุกส่วนเกี่ยวกับเครื่องจักร ปัจจุบันนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม ดังนั้น จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Computer Numerical Control หรือ CNC

3. อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องจักรและจะถูกคอมพิวเตอร์เรียกขึ้นมาใช้งานตามลำดับ

คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมมีประโยชน์ในหลายด้านคำสั่งจากคอมพิวเตอร์จะมีความน่าเชื่อถือถูกต้องมากกว่าการทำงานโดยอาศัยประสบการณ์ของพนักงานการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์จะมีความต่อเนื่อง และมีอัตราความผิดพลาดต่ำ ประหยัดการใช้แรงงานและเวลาที่ใช้ในการผลิต โดยมีลักษณะการทำงาน 2 รูปแบบ ได้แก่

1. การใช้คอมพิวเตอร์กับการผลิตโดยตรง ได้แก่ การตรวจสอบและสังเกตุการทำงานและเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต โดยการเก็บบันทึกและรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นส่งให้ผู้ควบคุมการผลิตตัดสินใจคอมพิวเตอร์จะไม่ควบคุมการผลิตโดยตรง ในอีกหน้าที่หนึ่งคือ การควบคุมกระบวนการผลิตโดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation)

2. การใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการผลิต เป็นการประยุกต์คอมพิวเตอร์โดยทางอ้อม เพื่อสนับสนุนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะการทำงานแบบ Off-line สำหรับการวางแผนจัดตารางการผลิต พยากรณ์การผลิต การออกคำสั่งให้ทำการผลิต รวมทั้งจัดทำข้อมูลสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจของผู้บริหารเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การสนับสนุนการผลิตจำแนกออกได้หลายลักษณะดังนี้

- การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ (Numerical Control Part Programming)
- การใช้คอมพิวเตอร์จัดตารางการผลิตในการปฏิบัติงาน (Computer-automated Process Planning)
- การกำหนดมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติการด้านการผลิต (Computer-generated Work Standards)
- การใช้คอมพิวเตอร์จัดทำตารางการผลิตที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการ (Production Scheduling)
- การกำหนดระยะเวลาและจำนวนในการสั่งวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบเพื่อให้ทันต่อการผลิต (Material Requirements Planning)
- การรวบรวมข้อมูลเพื่อติดตามความก้าวหน้าในการผลิต (Shop Floor Control)

การใช้เทคโนโลยี CAD/CAM ในอุตสาหกรรมการผลิตนับเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตของงานจำนวนมหาศาล อุตสาหกรรมการผลิตชั้นนำของสหรัฐอเมริกาที่นำเอาระบบดังกล่าวมาใช้ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ของบริษัท Chrysler Corporation ที่มีการลงทุนด้าน CAD/CAM เป็นจำนวนกว่าหนึ่งพันล้านเหรียญในแต่ละปี โดยมีการจัดตั้ง Chrysler Technology Center (CIC) ในมลรัฐมิชิแกน มีขนาดพื้นที่ 3.5 ล้านตารางฟุต มีพนักงาน 7,000 คน จัดตั้งเป็น Platform Development Teams โดยใช้เทคนิคการสร้างทีมงานจากประเทศญี่ปุ่น ลักษณะเป็นทีมงานขนาดเล็กทำงานครอบคลุมกระบวนการผลิตทั้งหมดทำให้เพิ่มผลผลิตได้เป็นจำนวนมาก และสามารถที่จะนำเสนอผลิตภัณฑ์รถยนต์รุ่นใหม่เข้าสู่ตลาดภายในระยะเวลาน้อยกว่า 31 เดือน หรือบริษัท Gillette Company ที่นำเอาเทคนิคคอมพิวเตอร์ในการออกแบบมาใช้ในการพัฒนาสินค้าใหม่ที่เรียกว่า Sensor เป็นใบมีดโกนหนวดที่ประกอบด้วยใบมีด 2 ชั้น ทำให้มีส่วนแบ่งทางการตลาดถึงร้อยละ 13 มียอดจำหน่ายกว่าหนึ่งพันล้านใบ หรือบริษัท Gidding & Lewis ซึ่งเป็นบริษัทชั้นนำของโลกที่ผลิตอุปกรณ์เครื่องจักรที่ผลิตขึ้นมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง

นอกจากนั้น บริษัท First Chicago. Quaker Oats, Xerox ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบสถานที่ทำงานภายในองค์การ ทำให้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานยิ่งขึ้น

ข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคในการนำเอาเทคนิค CAD/CAM มาใช้ในปัจจุบันคือ ประการแรก ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไป เนื่องจากข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณหรือวิเคราะห์แต่ละครั้งมีจำนวนมาก อาจเกิดความคลาดเคลื่อนหรือมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ประการที่สอง การโต้ตอบ (Interaction) ระหว่างผู้ออกแบบกับคอมพิวเตอร์ยังมีขีดความสามารถจำกัดในแง่ของการแสดงผลลัพธ์ ประการที่สาม ขีดความสามารถในการทำงานร่วมกันของระบบคอมพิวเตอร์ในการออกแบบและงานอุตสาหกรรมให้อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน (Non-Integrated System Environment) รวมทั้งการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากฐานข้อมูลเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถสนับสนุนการทำงานของผู้ออกแบบได้โดยอัตโนมัติ ประการที่สี่ การพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีขีดความสามารถสนับสนุนการทำงานร่วมกันของระบบยังอยู่ในวงจำกัดและมีลักษณะเฉพาะตัว (Proprietary) ไม่สามารถแลกเปลี่ยนและเชื่อมต่อกันได้โดยตรง

มาตรฐานที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ CAD/CAM

1. IGES (Initial Graphics Exchange Specification) เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAD

2. PDDI (Product Definition Data Interface) เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAM

3. PDES (Product Data Exchange Specification) เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAD

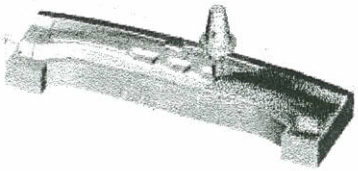
4. SET (Standard d'E Change et de Transfert) เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAM

5. VDAFS (Verband der Automobil Indaustrie Flachen Schnittstelle) เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAD

6. (ISO 10303) STEP Standard for Exchange of Product Definition Data เป็นมาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ระหว่าง CAD กับ CAM ◈◈

CAM Software

Mold Machining : Surface Milling, roughing, rest milling, finishing, drilling, 2D profiling, pocketing and wire EDM, NC Simulation, Tool path optimization (feed/speed, air cut), NC post-processing and NC simulation (gauge checking)

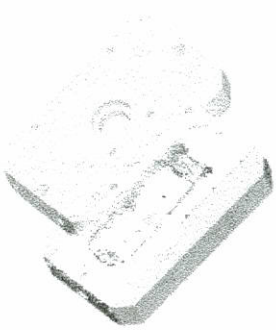


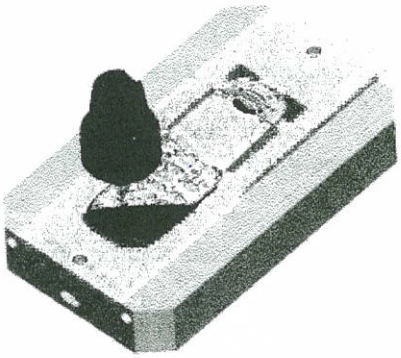
Production Milling : 2 1/2 D Milling, Rotary axis in positioning, macro capability, tool path editing, NC Post-processing and NC simulation
Production Turning : 2 and 4 axis turning (synchronized or not), Mill/Turn (C and/or Y axis), sub-spindle, macro capability, tool path editing, NC Post-processing and NC simulation
Multi-Axis Milling : Continuous 5 axis milling, tool axis control, collinear axes (Z/W), tool path editing, NC Post-processing and NC simulation
Sheet metal manufacturing : Punch press (with tool indexing), flame cutter, laser cutter, waterject, part nesting, tool path optimization (by tool, by part, ..) , automatization, NC post-processing
Specialized Mfg : Wire EDM, engraving, wood router, ...

Based on my **own experience, I have rated the different software products using the following notation from** ● **to** ○ **Not Recommended**

Product (Company)	Mold Machining	Production Milling	Production Turning	Multi-axis Milling	Sheetmetal Mfg.	Specialized Mfg	François' personal Comment
ABC-Cam (Virtual System)							
ACU-CARV (Olsmetd Eng)	◐	○	○	○	○		
alphaCAD-II (Nissan)							
AlphaCAM (Licom)							
CAP AutoCAM (SEOOK Korea)							
ANVIL (MCS)	●	●	◐	●	◔		
ArtCAM (Spline)							
?S3000 (CAMSOFT)							
AusCAD-CAM (QARM Pty Ltd)							
AutoCNC (SplineWare Graphics System Ltd.)							
AUTO-CODE (Kramer Consulting)	◐	◐	◔	◔	○		Run inside AutoCAD/ Mechanical Desktop

CAD Software





Product (Company)	François' personal Comment
Adem CAD/CAM (Adem Gmbh)	
ArchiCAD (Graphisoft)	
Architech (SoftCAD International)	
AutoCAD (Autodesk)	The standard in 2D .....
AutoKitchen (MicroCAD)	Kitchen Design Software
Autometrix CAD Software	CAD software for the sewn products industry and Sail industry
ANVIL 5000 (MCS)	
CADKEY (Baystate)	
Cadmatic	CAD software for plant design, ship design & engineering and maintenance work
CADMAX	3D modeling product based on Parasolid
CADDS (Parametric Technology Corporation)	
CATIA (Dassault Système)	
Colorado Textile software	CAD for textile industry
DesignWorkshop (Artifice Inc)	3D Modeling for Windows and Mac
dSpace (3rd Angle)	Feature-based design and drafting for the PC desktop
DynaCADD (Ditek)	
Eureka Gold (Think3, ex CadLab)	New name , New strategy !!!!!!
FastCAD, EasyCAD (Evolution Computing)	
GMPcad (ENS Cachan)	
HELIX (Microcadam Inc)	
ICEM (Parametric Technology Corporation)	
IntelliCAD (Visio Corp.)	AutoCAD+ !
IronCAD (Visionary Design Systems)	Merged with 3D/EYE developer of Trispectives
Mechanical Desktop (Autodesk)	The next generation AutoCAD ?
Microstation (Bentley)	
MiniCAD Vector Works (Diehl Graphsoft)	

เอกสารอ้างอิง

ครรชิต มาลัยวงศ์. "CAD/CAM ไม่ใช่เรื่องยาก" **ส่งเสริมเทคโนโลยี.** 22, 122, สิงหาคม-กันยายน 2538, หน้า 83-88.

วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ. "หลักเกณฑ์การเลือกระบบ CAD" **คอมพิวเตอร์.** 15, 77, เมษายน-พฤษภาคม 2531, หน้า 53-64.

Adam, Everett E., Jr. and Ebert, Ronald J. **Production and operations management concepts models and behavior.** 5th ed. Singapore : Prentice-Hall, 1996.

Chason, S.H. "Formulation of System Cost-Effectiveness." in **The CAD/CAM Handbook Computervision.** New York : Prentice-Hall, 1980.

Dave, Solaz. "Space planning as a tool for the modern facility manager." **Office.** 110, 6, December 1989, pp. 105-106.

Elly, T.J. and Mayer, C.H. "Minicomputer feasibility : How to access it." in **Handbook of Business Problem Solving.** New York : McGraw-Hill, 1980.

Fernberg, Patricia M. "Xerox Canada Inc. : Brining quality and service to light" **Modern Office Technology.** 35, 4, Aprill 1990. pp. 88-90.

Groover, M.P. and Zimmen, E. W., Jr. **CAD/CAM : Computer-Aided Design and Manufacturing.** New York : Prentice-Hall, 1984.

Loudon, Kenneth C., Traver, Carol Guercio and Laudon, Jane Price. **Information technology and society.** Belmont : Wadsworth, 1996.

Shigley, Joseph Edward and Mischke, Charles R. **Mechanical engineering design.** New York : McGraw-Hill, 1997.