คู่มือการใช้โปรแกรม Autodesk

# Mechanical Desktop 3

Parametric Solid Modeling & Assembly

**Mechanical Desktop** เป็นซอฟท์แวร์ทำงานบน AutoCAD R14.01 ได้รับการพัฒนาจากบริษัท Autodesk, Inc. เพื่อเพิ่มขีดความสามารถและขจัดข้อจำกัดต่างๆ ของ AutoCAD ทั้งทางด้าน 2 มิติและ 3 มิติให้หมดไป จุดเด่นของ Mechanical Desktop คือสามารถใช้ในการขึ้นรูปวัตถุโซลิด(Solid) 3 มิติโดยควบคุมรูปร่างและขนาดของโซลิดด้วยพารามิเตอร์ซึ่งเรียกว่า Parametric Solid Modeling ซึ่งใช้ค่าตัวเลข ตัวแปรหรือสูตรควบคุมรูปร่างและขนาดของโซลิด ทำให้เราสามารถที่จะย้อนกลับไป ณ จุดใดๆ เพื่อแก้ไขขนาดของโซลิดที่เกิดการผิดพลาดได้ นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปโซลิดด้วยวิธีลอฟท์(Loft)หน้าตัด สร้างมุมมน(Fillet)แบบรัศมีแปรผัน(Variable fillet radius) สามารถสร้างตารางตัวแปรหลายๆ ชุดเพื่อควบคุมรูปร่างและขนาดของวัตถุโซลิดชิ้นเดียว สามารถใช้เซอร์เฟส(Surface)ตัดเฉือนโซลิดเพื่อสร้างโซลิดที่มีส่วนโค้งส่วนเว้า สามารถคำนวณหาปริมาตรและพื้นที่ผิวของโซลิด สามารถสร้างแบบแปลน 2 มิติแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วน(Assembly)จากวัตถุ 3 มิติหลายๆ ชิ้นและมีคำสั่งช่วยในการให้ขนาดและเขียนตารางรายการวัสดุ

นอกจากความสามารถในการขึ้นรูปแบบพาราเมตริกโซลิดแล้ว Mechanical Desktop ได้นำโปรแกรม AutoSurf เข้ามาผนวกไว้ด้วย ซึ่งหมายถึงเราสามารถสร้างวัตถุ 3 มิติที่มีส่วนโค้งส่วนเว้าแบบซับซ้อน โดยใช้วิธีขึ้นรูปแบบ NURBS Surface สามารถที่จะใช้วิธี Loft ขึ้นรูปเซอร์เฟสที่มีความซับซ้อน สามารถตัดเฉือน(Trim)เซอร์เฟส โดยใช้เส้นโครงลวดหรือใช้เซอร์เฟสอื่นๆ ตัดเฉือนซึ่งกันและกัน สามารถที่จะเชื่อมต่อ(Blend)เซอร์เฟสเข้าด้วยกัน สามารถสร้างมุมมน(Fillet)ระหว่างเซอร์เฟส สามารถหาปริมาตรของเซอร์เฟสและอื่นๆ เป็นต้น จากความสามารถทั้งทางด้านโซลิดและเซอร์เฟสที่รวมอยู่ใน Mechanical Desktop จึงทำให้เราสามารถสร้างวัตถุ 3 มิติที่มีรูปทรงต่างๆ ได้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด

**หนังสือคู่มือเล่มนี้** มีเนื้อหาครอบคลุมการใช้งานพาราเมตริกโซลิด(Parametric Solid)และการสร้างแบบแปลนแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วน(Assembly drawing) รายละเอียดของเนื้อหาภายในเล่มแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ ❶ หลักและวิธีการใช้คำสั่งของโปรแกรม ❷ แบบฝึกหัดแสดงขั้นตอนการสร้างพาราเมตริกโซลิด ขั้นตอนการสร้างแบบแปลนแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วนและอื่นๆ เป็นต้น จึงเหมาะสำหรับงานเขียนแบบ 2 มิติและ 3 มิติแบบครบวงจร

**ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์** อดีตข้าราชการระดับ 6 กองตรวจเรือ กรมเจ้าท่า ปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมเครื่องกลจาก Southwestern University (ฟิลลิปปินส์) ปริญญาตรีสาขาการสอนภาษาอังกฤษจากสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จฯ ปริญญาโทสาขาการสอนวิศวกรรมเครื่องกลเรือจาก World Maritime University (สวีเดน) เคยมีผลงานหนังสือคอมพิวเตอร์มาแล้วหลายเล่ม อาทิ เช่น ❶ 3D Studio R2 ❷ 3D Studio R3&4 ❸ AutoCAD R13 for Windows 95 ❹ AutoCAD R14 : 3D Modeling ❺ AutoCAD R14 : 2D Drafting ปัจจุบันเป็นอาจารย์พิเศษสถาบันไทยสารสนเทศเทคโนโลยี (ITIT), CAD Consultant บริษัท Dust Control, Co.,Ltd.

**สำหรับผู้ใช้โปรแกรม AutoCAD R14**

☐ ระดับต้น ☑ ระดับกลาง

☑ ระดับสูง

**ISBN 974-86635-0-7**

**ราคา 495 บาท**

คู่มือการใช้โปรแกรม Autodesk Mechanical Desktop 3

Parametric Solid Modeling & Assembly

Mechanical Desktop 3

คู่มือการใช้โปรแกรม Autodesk

# Mechanical Desktop 3 RELEASE

## Parametric Solid Modeling & Assembly

สร้างวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกบน AutoCAD R14.01

สร้างแบบแปลน 2 มิติ Top, Front, Side, Iso, Section, Auxiliary และ Assembly จากโซลิด 3 มิติโดยอัตโนมัติ

สร้างโซลิด 3 มิติที่มีส่วนโค้งส่วนเว้ารัศมีแปรผัน

แก้ไขโซลิด 3 มิติได้ในทุกขั้นตอน และมีผลการเปลี่ยนแปลงในแบบแปลน 2 มิติโดยอัตโนมัติ

เป็นเครื่องมือในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีความละเอียดและแม่นยำเหมาะสำหรับที่จะนำไปใช้ใน 3D Studio MAX

รวมแผ่น CD-ROM

ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

Mechanical Desktop 3

คู่มือการใช้โปรแกรม **Autodesk**

# Mechanical Desktop 3

Parametric Solid Modeling & Assembly


**ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์**

วศบ. เครื่องกล, คบ. ภาษาอังกฤษ, MSc. MET.(Sweden)


**495.-**

**คู่มือการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 3 :** Parametric Solid Modeling & Assembly
**โดย ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์**
ISBN : 974-86635-0-7

โดยได้รับการอนุญาตจัดพิมพ์จากเจ้าของลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

จัดพิมพ์โดย

**บริษัท สตาร์คอม จำกัด**
**THE STAR COM, CO., LTD.**

3603/207 ถนนประชาสงเคราะห์
กรุงเทพฯ

จัดจำหน่ายโดย

**บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)**
**SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED**

800/43-45 ซอยตระกูลสุข ถนนอโศก-ดินแดง เขตดินแดง
กรุงเทพฯ 10400 โทร. 248-6248 ถึง 9 โทรสาร 642-9865

**ราคา 495 บาท**

# คำนำ

Mechanical Desktop รีลีส 3 เป็นโปรแกรมที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในด้าน 3 มิติและ 2 มิติให้กับ AutoCAD รีลีส 14 โดยนำวิธีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่ง(Parametric Solid Modeling)และแบบเนิ๊รบส์เซอร์เฟสโมเดลลิ่ง(NURBS Surface Modeling)เข้ามาใช้งานใน AutoCAD ซึ่งทำให้การขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีรูปทรงซับซ้อนสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว มีความเที่ยงตรงแม่นยำอย่างสูงและสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงวัตถุ 3 มิติได้ในทุกขั้นตอนที่ต้องการ

ในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่ง(Parametric Solid Modeling)มีข้อได้เปรียบมากกว่าการใช้โซลิดธรรมดาใน AutoCAD R14 นั่นคือเราสามารถที่จะใช้ค่าพารามิเตอร์ควบคุมขนาดและรูปร่างของโซลิด จึงทำให้เราสามารถย้อนกลับไปแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรงของโซลิด ณ จุดใดๆ ของการขึ้นรูปได้ตามต้องการ Mechanical Desktop จะจัดการปรับปรุงรูปทรงของโซลิดโดยใช้ขนาดและรูปทรงใหม่ให้โดยอัตโนมัติโดยที่ไม่จำเป็นต้องลบโซลิดนั้นทิ้งไปแล้วเขียนขึ้นใหม่ จุดเด่นของพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่งนี้คือความสามารถในการสร้างมุมมนรัศมีแปรผัน(Variable Fillet Radius) ซึ่งเราสามารถกำหนดค่ารัศมีที่แตกต่างกันหลายๆ ตำแหน่งบนเส้นขอบ(Edge)เดียวของโซลิดได้ สามารถสร้างโซลิดด้วยวิธีลอฟท์(Loft) สามารถสร้างเกลียว(Helix)ประเภทต่างๆ สามารถใช้ตารางตัวแปรหรือใช้ตารางคำนวณของโปรแกรม Microsoft Excel กำหนดสูตรในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงขนาดของพาราเมตริกโซลิดได้

นอกจากการขึ้นรูปแบบโซลิดโมเดลลิ่งแล้ว Mechanical Desktop ยังได้นำการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบเนิ๊รบส์เซอร์เฟสโมเดลลิ่ง(NURBS Surface Modeling) ซึ่งให้อิสระต่อผู้ใช้โปรแกรมเป็นอย่างมากในการขึ้นรูปพื้นผิววัตถุ 3 มิติที่มีความซับซ้อน ซึ่งง่ายและรวดเร็วกว่าวิธีเซอร์เฟสโมเดลลิ่งแบบธรรมดาใน AutoCAD R14 เป็นอย่างมาก เนิ๊รบส์เซอร์เฟสโมเดลลิ่งมีวิธีการสร้างเซอร์เฟสที่สะดวกและรวดเร็วอยู่หลายวิธีและยังมีวิธี Loft เช่นเดียวกับเนิ๊รบส์เซอร์เฟสใน 3D Studio MAX นอกจากนี้ การแก้ไขเซอร์เฟสค่อนข้างง่าย เพราะเราสามารถตัด(Break) ทริม(Trim) เจาะช่อง(Project Trim)หรือต่อความยาว(Lengthen)เซอร์เฟสได้และยังสามารถที่จะสร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillet)ระหว่างเซอร์เฟสกับเซอร์เฟสหรือผสม(Blend)เซอร์เฟสกับเซอร์เฟสเข้าด้วยกัน จุดเด่นที่สุดของเนิ๊รบส์เซอร์เฟสโมเดลลิ่งก็คือเราสามารถนำเอาเนิ๊รบส์เซอร์เฟสไปตัดเฉือนพาราเมตริกโซลิดให้มีส่วนโค้งเว้าตามพื้นผิวของเนิ๊รบส์เซอร์เฟสได้

ใน Mechanical Desktop รีลีส 3.0 ไม่ว่าจะขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติด้วยวิธีใดก็ตาม วัตถุ 3 มิติที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบแปลนแสดงภาพฉายออร์โธกราฟิกและภาพฉายไอโซเมตริกซึ่งจะได้รับการให้ขนาด(Dimesioning)โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ ยังสามารถนำกลุ่มของวัตถุ 3 มิติไปสร้างแบบแปลนไอโซเมตริกแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วน(Assembly drawing)ได้อย่างรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการเขียนแบบแปลน 2 มิติใน AutoCAD มากนัก ซึ่งถ้าหากมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุ 3 มิติ ค่าต่างๆ ของการ

บอกขนาดในแบบแปลน 2 มิติจะได้รับการปรับปรุงโดยอัตโนมัติ นอกจากที่กล่าวมานี้ ยังมีเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนคำอธิบายแบบแปลน(Annotation) อาทิ เช่น เครื่องมือช่วยเขียนตารางรายการวัสดุ(Bill of Materials) เครื่องมือช่วยเขียนเส้นชี้แสดงหมายเลขชิ้นส่วน(Balloons)และอื่นๆ เป็นต้น

นอกจากการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติใน Mechanical Desktop แล้ว เรายังสามารถสอบถามคุณสมบัติเบื้องต้นของเนิร์บส์เซอร์เฟสและพาราเมตริกโซลิดเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณทางด้านวิศวกรรม อาทิ เช่น มวล (Mass) ปริมาตร(Volume) พื้นที่ผิว(Surface area) จุดเซ็นทรอยด์(Centroid) โมเมนต์แรงเฉื่อย(Moments of Inertia) และอื่นๆ เป็นต้น

ถึงแม้ว่า Mechanical Desktop จะหมายถึงการใช้ในงานเครื่องกล แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเราจะนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในงานประเภทอื่นไม่ได้ Mechanical Desktop รีลีส 3.0 สามารถนำไปใช้ในงานขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีความซับซ้อนและต้องการความละเอียดเที่ยงตรงในงานทุกประเภทและสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติเพื่อป้อนให้แก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติอื่นๆ อาทิ เช่น 3D Studio Max เป็นต้น

หนังสือคู่มือ Mechanical Desktop รีลีส 3.0 เล่มนี้มีเนื้อหาและรายละเอียดครอบคลุมความสามารถของ Mechanical Desktop ที่ได้กล่าวมาในตอนต้นเฉพาะในส่วนของพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่งและแอสเซมบลี (Parametric Solid Modeling & Assembly) ผู้เขียนมีจุดประสงค์ที่จะให้ผู้อ่านเข้าใจหลักการใช้โปรแกรมและรู้จักวิธีการใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม เพื่อที่จะสามารถใช้โปรแกรม Mechanical Desktop ในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีความซับซ้อนได้ในเวลาอันสั้นและสามารถสร้างแบบแปลน 2 มิติจากวัตถุ 3 มิติได้ด้วยตนเอง

หากคู่มือเล่มนี้มีข้อบกพร่องหรือผู้อ่านมีข้อสงสัยประการใด ผู้เขียนยินดีรับคำติชมหรือให้คำปรึกษาปัญหาเกี่ยวกับการใช้หนังสือคู่มือเล่มนี้ได้ที่ **parnu@asianet.co.th** หรือโทร. **01-6191316**

**ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์**

# สารบัญ

## ตอนที่ 1 หลักและวิธีการใช้คำสั่ง


**บทที่ 1 เบื้องต้นของการใช้โปรแกรม 1**

- ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ 2
- การติดตั้งโปรแกรม 2
- ความสัมพันธ์ระหว่าง Mechanical Desktop และ AutoCAD R14.01 3
- จอภาพของ Mechanical Desktop 5
- หลักการใช้โปรแกรม 11

**บทที่ 2 พาราเมตริกสเกทช์(Parametric Sketches) 17**

- โปรไฟล์สเกทช์(Profile Sketches) 18
- การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints) 24
- การแก้ไขเพิ่มเติมโหมดการบังคับรูปทรง(Editing & Adding Constraints) 26
- การบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension Constraints) 32
- การแก้ไขเพิ่มเติมโปรไฟล์สเกทช์(Editing & Adding Profile Sketches) 39
- การใช้เส้นร่างช่วยในการสร้างสเกทช์(Using Construction Lines) 43
- พาธสเกทช์ 2 มิติ(2D Path Sketches) 46
- พาธสเกทช์ 3 มิติแบบเกลียว(3D Path (Helix) Sketches) 51
- เส้นแบ่งสปลิทไลน์สเกทช์(Split Lline Sketches) 54
- สเกทช์แนวตัด(Cut Line Sketches) 55

**บทที่ 3 พาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่ง(Parametric Solid Modeling) 59**

- หลักการขึ้นรูปแบบพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่ง 59
- การสร้างโซลิดโดยการเพิ่มความหนาด้วยคำสั่ง AMEXTRUDE 63
- การสร้างโซลิดโดยเชื่อมต่อหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ด้วยคำสั่ง AMLOFT 67

- การสร้างโซลิดโดยการหมุนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ด้วยคำสั่ง AMREVOLVE 72
- การแบ่งผิวหน้า(Faces)ออกเป็น 2 ส่วนด้วยคำสั่ง AMFACESPLIT 75
- การสร้างโซลิดโดยการกวาดหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ด้วยคำสั่ง AMSWEEP 76
- การสร้างระนาบทำงาน(Work Plane)ด้วยคำสั่ง AMWORKPLN 79
- การสร้างแกนทำงาน(Work Axis)ด้วยคำสั่ง AMWORKAXIS 84
- การสร้างจุดทำงาน(Work Point)ด้วยคำสั่ง AMWORKPT 85
- การเจาะรูบนชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMHOLE 85
- การสร้างส่วนโค้งมุมมนบนขอบของชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMFILLET 91
- การสร้างมุมตัดบนขอบของชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMCHAMFER 95
- การสร้างมุมถอดแบบ(Draft Angle)ด้วยคำสั่ง AMFACEDRAFT 96
- การสร้างเปลือกนอก(Shell)ด้วยคำสั่ง AMSHELL 98
- การใช้เซอร์เฟสตัดเฉือนโซลิดด้วยคำสั่ง AMSURFCUT 101
- การคัดลอกฟีเจอร์แบบอะเรย์ด้วยคำสั่ง AMARRAY 104
- การคัดลอกฟีเจอร์ด้วยคำสั่ง AMCOPYFEAT 107
- การรวมชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าเป็นชิ้นส่วนเดียวกันด้วยคำสั่ง AMCOMBINE 114
- การแบ่งชิ้นส่วนโซลิดออกเป็น 2 ชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMPARTSPLIT 115
- การแก้ไขฟีเจอร์ต่างๆ บนชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMEDITFEAT 116
- การจัดลำดับฟีเจอร์บนเดสท็อปบราวเซอร์ด้วย AMREORDFEAT 118
- การระงับ(Suppress)ฟีเจอร์ด้วยคำสั่ง AMSUPPRESSFEAT 119
- การลบฟีเจอร์ด้วยคำสั่ง AMDELFEAT 123
- การแก้ไขโหมดการบังคับรูปทรงด้วยขนาดด้วยคำสั่ง AMMODDIM 124
- การสร้างตารางตัวแปรควบคุมขนาดด้วยคำสั่ง AMVARS 124

**บทที่ 4 การจัดการชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด 135**

- การสร้างชิ้นส่วนโซลิดใหม่ด้วยคำสั่ง MNU_NEW_PART 135
- การแปลงโซลิดธรรมดาให้เป็นพาราเมตริกด้วยคำสั่ง MNU_CONVERT_SOLID 136
- การกำหนดชิ้นส่วนโซลิดใช้งานด้วยคำสั่ง AMACTIVATE 136
- การรายงานชิ้นส่วนโซลิดใช้งานด้วยคำสั่ง AMSHOWACT 137
- การรายงานรายละเอียดของชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMLISTPART 138
- การคัดลอกชิ้นส่วนโซลิดแบบอินสแตนซ์ด้วยคำสั่ง MNU_NEW_INSTANCE 138
- การเปลี่ยนชื่อชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง MNU_RENAME_PART 140

- การคัดลอกแบบปราศจากการเชื่อมโยงด้วยคำสั่ง MNU_COPY_DEFINITION 141
- การคัดลอกชิ้นส่วนโซลิดแบบพลิกกลับทางด้วยคำสั่ง AMMIRROR 142
- การเปลี่ยนสเกลให้กับชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง SCALE 143
- การสร้างแอตทริบิวต์ด้วยคำสั่ง AMASSIGN 143
- การสอดแทรกพาร์ทไฟล์หรือแอสเซมบลีไฟล์ด้วยคำสั่ง AMPARTIN 145
- การบันทึกพาร์ทไฟล์หรือแอสเซมบลีไฟล์ด้วยคำสั่ง AMPARTOUT 145
- การแสดงขั้นตอนในการสร้างชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMREPLAY 145
- การแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นทางวิศวกรรมของโซลิดด้วยคำสั่ง AMPARTPROP 146
- การแปลงชิ้นส่วนโซลิดให้เป็นเบสฟีเจอร์ด้วยคำสั่ง AMMAKEBASE 147

**บทที่ 5 การสร้างแบบแปลน 2 มิติ(Creating 2D Drawings) 149**

- การสร้างภาพฉายออร์โธกราฟิก ภายฉายไอโซเมตริก ภาพตัด ภาพช่วย ด้วยคำสั่ง AMDWGVIEW 149
- การแก้ไขปรับแต่งภาพฉายด้วยคำสั่ง AMEDITVIEW 163
- การลบภาพฉายออกจากแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMDELVIEW 164
- การเคลื่อนย้ายตำแหน่งของภาพฉายด้วยคำสั่ง AMMOVEVIEW 164
- การปรับปรุง(Update)ภาพฉายด้วยคำสั่ง AMUPDATEDWGVIEW 165
- การเขียนเส้นบอกขนาดแบบอ้างอิงด้วยคำสั่ง AMREFDIM 165
- การแก้ไขรูปแบบของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง AMDIMFORMAT 166
- การจัดแนวของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง AMDIMALIGN 169
- การรวมเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง AMDIMJOIN 169
- การแบ่งเส้นบอกขนาดออกเป็นหลายๆ ส่วนด้วยคำสั่ง AMDIMINSERT 170
- การตัดเส้นต่อ(Extension Lines)ของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง AMDIMBREAK 170
- การเคลื่อนย้ายตำแหน่งของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง AMMOVEDIM 171
- การกำหนดมาตรฐานของแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMSYMSTD 172
- การแก้ไขสัญญลักษณ์ต่างๆ ด้วยคำสั่ง AMEDIT 178
- การเทมเพล็ทสำหรับรูเจาะด้วยคำสั่ง AMTEMPLATE 178
- การให้ขนาดรูเจาะด้วยคำสั่ง AMHOLENOTE 180
- การเขียนเส้นเซ็นเตอร์ไลน์(Center Lines)ด้วยคำสั่ง AMCENLINE 182
- การเขียนสัญญลักษณ์แนวเชื่อมด้วยคำสั่ง AMWELDSYM 183
- การเขียนสัญญลักษณ์แสดงความละเอียดพื้นผิวด้วยคำสั่ง AMSURFSYM 184

- การเขียนกรอบควบคุมฟีเจอร์ด้วยคำสั่ง AMFCFRAME 184
- การเขียนสัญญลักษณ์จุดอ้างอิงข้อมูลด้วยคำสั่ง AMDATUMTGT 185
- การเขียนสัญญลักษณ์ดาตัมด้วยคำสั่ง AMDATUMID 186
- การเขียนฟีเจอร์พิกัดความเผื่อด้วยคำสั่ง AMFEATID 186
- การยึดสัญญลักษณ์เข้ากับภาพฉายด้วยคำสั่ง MNU_CREATE_ANNOTATION 187
- การย้ายสัญญลักษณ์ที่ยึดติดกับภาพฉายด้วยคำสั่ง MNU_MOVE_ANNOTATION 187
- การลบการยึดติดสัญญลักษณ์ในภาพฉายด้วยคำสั่ง MNU_DELETE_ANNOTATION 187
- การกำหนดรูปแบบของตัวอักษรด้วยคำสั่ง STYLE 188
- การกำหนดรูปแบบของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่ง DDIM 188
- การนำเข้ารูปแบบของเส้นบอกขนาดจากไฟล์อื่นๆ ด้วยคำสั่ง AMSTYLEI 188
- การสร้างฐานข้อมูลรายการวัสดุด้วยคำสั่ง AMBOM 188
- การกำหนดจุดอ้างอิงชิ้นส่วนโซลิดในแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMPARTREF 190
- การเขียนบอลลูน(Balloons)ในแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMBALLOON 192
- การสร้างตารางรายการชิ้นส่วน(Parts List)ด้วยคำสั่ง AMPARTLIST 193
- การแก้ไขแอตทริบิวต์กำกับจุดอ้างอิงชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMPARTREFEDIT 193
- การแก้ไขแอตทริบิวต์ของชิ้นส่วนในรายการวัสดุด้วยคำสั่ง AMEDIT 194
- การแสดงรายละเอียดของแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMLISTDWG 194
- การนำแบบแปลน 2 มิติออกไปใช้ในงาน AutoCAD ด้วยคำสั่ง AMDWGOUT 195
- การปรับปรุง(Update)ชิ้นส่วนโซลิดในแบบแปลนด้วยคำสั่ง AMUPDATE 195
- การปรับปรุง(Update)แบบแปลน 2 มิติด้วยคำสั่ง AMUPDATEDWGVIEW 195
- การแสดงเส้นบอกขนาดแบบพาราเมตริกด้วยคำสั่ง Parametric Dim Display 196
- การกำหนดค่าเริ่มต้นของแบบแปลนด้วยคำสั่ง MNU_DRAWING_PREFS 196

**บทที่ 6 การสร้างแบบแปลนการประกอบแยกชิ้นส่วน(Assembly) 199**

- หลักการสร้างภาพประกอบแยกชิ้นส่วน 199
- ขั้นตอนทั่วไปในการสร้างแบบแปลนภาพประกอบแยกชิ้นส่วน 202
- การสอดแทรกชิ้นส่วนโซลิดจากไฟล์อื่นๆ ด้วยคำสั่ง AMCATALOG 203
- การบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าด้วยกันด้วยคำสั่ง AMMATE 206
- การบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าด้วยกันด้วยคำสั่ง AMFLUSH 207
- การบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าด้วยกันด้วยคำสั่ง AMANGLE 208
- การบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าด้วยกันด้วยคำสั่ง AMINSERT 209

- การบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นเข้าด้วยกันด้วยคำสั่ง AMCONSTRAIN 210
- การแก้ไขโหมดการบังคับชิ้นส่วนโซลิด 2 ชิ้นด้วยคำสั่ง AMEDITCONST 210
- การแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นทางวิศวกรรมของโซลิดด้วยคำสั่ง AMASSMPROP 211
- การตรวจสอบการทับกันเกยกันระหว่างชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AMINTERFERE 212
- การวัดระยะห่างต่ำสุดระหว่างกลุ่มของชิ้นส่วน 2 กลุ่มด้วยคำสั่ง AMDIST 213
- การปรับปรุง(Update)การประกอบกันของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMASSEMBLE 213
- การกำหนดค่าเริ่มต้นใน Assembly ด้วยคำสั่ง MNU_ASSM_PREFS 214
- การสร้างฉาก(Scene)ของการประกอบแยกส่วนด้วยคำสั่ง MNU_NEW_SCENE 214
- การคัดลอกฉาก(Scene)ด้วยคำสั่ง AMCOPYSCENE 215
- การเปลี่ยนชื่อฉาก(Scene)ด้วยคำสั่ง MNU_RENAME_SCENE 215
- การกำหนดฉาก(Scene)ใช้งานด้วยคำสั่ง AMACTIVATE 215
- การระงับการเขียนเส้นลายตัดบนชิ้นส่วนที่ต้องการด้วยคำสั่ง AMSUPPRESS 216
- การกำหนดแฟคเตอร์รวมของการแยกชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง MNU_EXPLODE_FACTOR 217
- การกำหนดแฟคเตอร์เฉพาะการแยกชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง MNU_EXPLODE_FACTORP 217
- การปรับตำแหน่งหรือหมุนชิ้นส่วนหรือแอสเซมบลีย่อยด้วยคำสั่ง AMTWEAK 218
- การลบระยะ Tweak ด้วยคำสั่ง AMDELTWEAKS 219
- การสร้างเส้นแสดงการประกอบของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMTRAIL 220
- การแก้ไขเส้นแสดงการประกอบของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMEDITTRAIL 221
- การลบเส้นแสดงการประกอบของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AMDELTRAIL 221
- การปรับปรุง(Update)ฉากด้วยคำสั่ง AMUPDATESCENE 221
- การกำหนดค่าเริ่มต้นใน Scene ด้วยคำสั่ง MNU_SCENE_PREFS 221

**บทที่ 7 คำสั่งควบคุมการแสดงผล(Display Controls) 223**

- การหมุนมุมมองแบบไดนามิคด้วยคำสั่ง AVROTATE 223
- การหมุนมุมมองแบบไดนามิค โดยกำหนดจุดหมุนด้วยคำสั่ง AVROTATEPT 224
- การหมุนมุมมองแบบไดนามิค DVIEW ด้วยคำสั่ง TB_DVIEW_ROTATE 224
- การหมุนมุมมองโดยกำหนดค่ามุมของการหมุนด้วยคำสั่ง AMVIEW 225
- การแรเงาชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง TB_TOGGLE_SHADWIREF 225
- การแรเงาชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง AVRENDER 225
- การแรเงาชิ้นส่วนด้วยคำสั่งด้วยคำสั่ง AVEDGES 226
- การแสดงชิ้นส่วนในโหมดโครงลวดด้วยคำสั่ง TB_DISPLAY_WIREFRAME 226

- การซ่อนเส้นที่ถูกบังบนชิ้นส่วนโซลิดด้วยคำสั่ง AVHIDE 226
- การกำหนดชิ้นส่วนที่จะถูกแรเงาด้วยคำสั่ง AVSELECT 226
- การกำหนดคุณสมบัติของการแรเงาด้วยคำสั่ง AVMAT 227
- การกำหนดคุณสมบัติเพิ่มเติมของการแรเงาด้วยคำสั่ง AV3DVARS 227
- การเลื่อนพื้นที่วาดภาพไปในทิศทางที่ต้องการด้วยคำสั่ง AVPAN 228
- การเปลี่ยนมุมมองให้แสดงระนาบด้านบนด้วยคำสั่ง AMVIEW S 228
- การเรียกคืนมุมมองที่ถูกบันทึกด้วยคำสั่ง VIEW R 228
- การบันทึกมุมมองที่ปรากฏบนวิวพอร์ทใช้งานด้วยคำสั่ง VIEW S 229
- การเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็นวิวพอร์ทเดียวด้วยคำสั่ง MCAD1 229
- การเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 2 วิวพอร์ทด้วยคำสั่ง MCAD2 229
- การเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 3 วิวพอร์ทด้วยคำสั่ง MCAD3 229
- การเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทด้วยคำสั่ง MCAD4 230

**ตอนที่ 2 แบบฝึกหัดการใช้โปรแกรม**

**บทที่ 8** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด I 231

**บทที่ 9** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด II 251

**บทที่ 10** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด III 271

**บทที่ 11** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด IV 291

**บทที่ 12** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด V 311

**บทที่ 13** แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด VI 335

**บทที่ 14** แบบฝึกหัดการควบคุมขนาดด้วยตารางตัวแปร 359

**บทที่ 15** แบบฝึกหัดการสร้างภาพประกอบแยกชิ้นส่วน 377

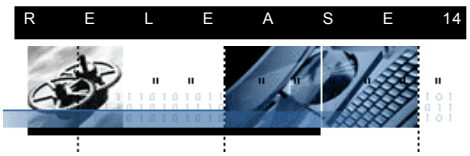
| | | |
|---|---|---|
| **ภาคผนวก ก.** | **ดัชนีคำสั่ง(Command Index)** | **405** |
| **ภาคผนวก ข.** | **บรรณานุกรม(Bibliography)** | **409** |

# Institute of Thai Information Technology
# AutoDesk Training Center (ATC)

Autodesk. Training Center

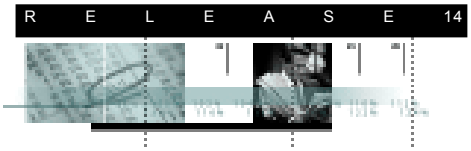
*สถาบันไทยสารสนเทศเทคโนโลยี (ITIT) เป็นสถาบันที่ได้รับการแต่งตั้งจาก Autodesk ให้เป็นศูนย์อบรม AutoCAD แห่งแรกในประเทศไทย เน้นการเรียนเพื่อนำไปปฏิบัติได้จริง พร้อมด้วยอุปกรณ์การเรียนการสอนที่ทันสมัย (1 คน / 1 เครื่อง) และหลังการอบรมในแต่ละหลักสูตร ผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับประกาศนียบัตร รับรอง จาก Autodesk ประเทศสหรัฐอมริกา*

1. Upgrading to AutoCAD : 2D Drafting & 3D Modeling — 3,500 บาท



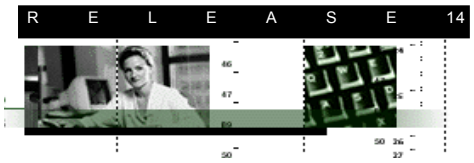

*18 Hours*

2. AutoCAD : 2D Drafting — 5,500 บาท




*30 Hours*

3. AutoCAD : 3D Modeling — 5,500 บาท




*30 Hours*

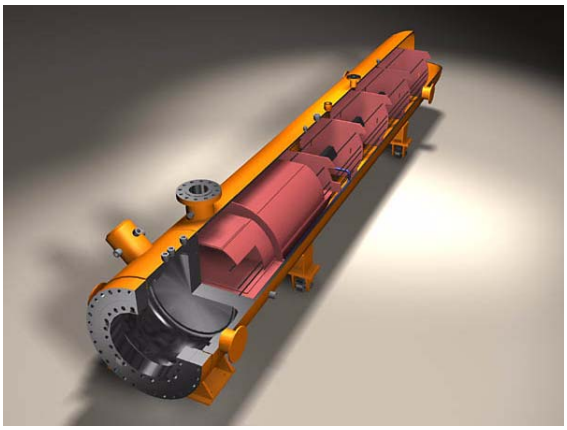
4. 3D Studio MAX — 7,500 บาท

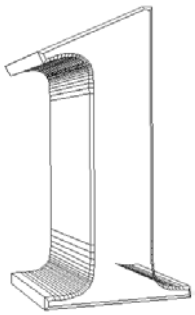
*30 Hours*

สนใจติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้ที่คุณราตรี, คุณระวีณา

ITIT **Institute of Thai Information Technology (Headquarters)**

**900/9 SVOA Tower 5th Fl., Rama III Rd., Yannawa Bagkok 10120 Tel. 682-6111, 6222 Ext.6000-7, 682-7248-54 Fax. 682-7247**





# บทที่ 1 เบื้องต้นของการใช้โปรแกรม

Mechanical Desktop 3 เป็นซอฟท์แวร์ทำงานบน AutoCAD Release 14 ได้รับการพัฒนาจากบริษัท Autodesk, Inc. (ผู้พัฒนา AutoCAD) โดยที่ Autodesk ได้นำโปรแกรม AutoCAD Designer และ โปรแกรม AutoSurf เข้ามาผนวกไว้ด้วยกัน จึงทำให้ Mecahnical Desktop ได้รับความสามารถในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบ Paramatric Solid จากโปรแกรม AutoCAD Designer และความสามารถในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบ NURBS Surface จากโปรแกรม AutoSurf มาไว้ทั้งหมด เมื่อนำ Mechanical Desktop มารันบน AutoCAD ข้อจำกัดต่างๆ ในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่ซับซ้อนใน AutoCAD จึงถูกขจัดให้หมดไปอย่างสิ้นเชิง

จุดเด่นของ Mechanical Desktop คือสามารถใช้ในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติโซลิด(Solid)โดยควบคุมรูปร่างและขนาดของวัตถุโซลิดด้วยตัวแปรพารามิเตอร์ซึ่งเรียกว่า Parametric Solid Modeling ในการควบคุมรูปร่างและขนาดของวัตถุโซลิดด้วยวิธีดังกล่าวนี้ จึงทำให้เราสามารถที่จะย้อนกลับไป ณ จุดใดๆ เพื่อแก้ไขขนาดของส่วนประกอบของโซลิดที่เกิดการผิดพลาด ได้โดยที่ไม่ต้องลบโซลิดแล้วเขียนขึ้นใหม่เหมือนกับโซลิดธรรมดาใน AutoCAD นอกจากจะมีผลการเปลี่ยนรูปร่างและขนาดของวัตถุ 3 มิติแล้ว การแก้ไขดังกล่าวยังมีผลทำให้แบบแปลนแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วน(Assembly) 2 มิติที่จะส่งไปยังเครื่องพิมพ์มีการปรับปรุง(Update)ข้อมูลโดยอัตโนมัติอาทิ เช่น รูปร่างของวัตถุ 3 มิติที่เปลี่ยนใหม่ ตัวเลขบอกขนาดใหม่ ข้อมูลในตารางรายการวัสดุ(Bill of Materials) ใหม่และอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับการแก้ไข เป็นต้น

ความสามารถที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนซึ่งเป็นที่ต้องการสำหรับนักเขียนวัตถุ 3 มิติก็คือความสามารถในการสร้างมุมมนที่ขอบของโซลิดด้วยรัศมีแปรผัน(Variable fillet radius) ซึ่งหมายถึงเราสามารถกำหนดค่ารัศมีของมุมมน(Fillet)ตามจุดต่างๆ บนเส้นขอบ(Edge)ของโซลิดเส้นเดียวด้วยรัศมีที่แตกต่างกันได้ สามารถสร้างพาราเมตริกลอฟท์(Parametric Loft) นอกจากนี้เรายังสามารถสร้างตารางตัวแปรหลายๆ ชุด เพื่อควบคุมรูปร่างและ

 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ขนาดของวัตถุโซลิดได้ โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel นอกจากจะควบคุมรูปร่างและขนาดของโซลิดด้วยตัวแปรแล้ว เรายังสามารถเขียนสูตรขึ้นมาควบคุมรูปร่างและขนาดของวัตถุได้อีกด้วย หากมีการแก้ไขค่าตัวแปรซึ่งควบคุมรูปร่างและขนาดของส่วนประกอบโซลิดส่วนใดส่วนหนึ่ง ค่าของตัวแปรซึ่งควบคุมรูปร่างและขนาดของส่วนอื่นๆ ก็จะเปลี่ยนไปตามที่กำหนดไว้ในสูตรด้วย ซึ่งจะมีผลให้โซลิดเปลี่ยนรูปร่างและขนาดไปตามที่กำหนดไว้ในสูตรด้วย จุดเด่นอีกประการหนึ่งก็คือการใช้พื้นผิวเซอร์เฟส(Surface)ที่มีส่วนโค้งส่วนเว้าตัดเฉือนโซลิด(Solid) ซึ่งทำให้เราสามารถสร้างโซลิดที่มีส่วนโค้งส่วนเว้าตามเซอร์เฟสนั้นได้โดยง่าย

นอกจากความสามารถทางด้านพาราเมตริกโซลิดแล้ว ทางด้านเซอร์เฟสของ Mechanical Desktop ก็มีความสามารถสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งเราสามารถที่จะขึ้นรูปพื้นผิววัตถุ 3 มิติที่ต้องการส่วนเว้าส่วนโค้งด้วย NURBS Surface โดยวิธี Loft, Extrude, Sweep, Tabular สามารถตัดเฉือนเซอร์เฟสด้วย Intersect Trim หรือ Project Trim สามารถที่จะสร้างมุมมน(Fillet)ระหว่างเซอร์เฟสด้วย Corner Fillet หรือ Fillet ได้ สามารถออฟเซทเซอร์เฟส สามารถเชื่อมต่อเซอร์เฟสด้วย Blend หรือ Join เป็นต้น เนื่องจากเนื้อหาของ NURBS Surface มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ไม่สามารถรวบรวมไว้ได้หมดในหนังสือเล่มนี้ จะมีเพียงคำสั่งที่จำเป็นในการสร้างเซอร์เฟสเพื่อนำไปตัดเฉือนโซลิดเท่านั้น ดังนั้นเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้จึงเกี่ยวข้องกับ Parametric Solid เท่านั้น

## ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์

1) โปรเซสเซอร์ Pentium 90, RAM 64 เมกกะไบท์เป็นขั้นต่ำสุด, Pentium 200 หรือสูงกว่า RAM 96 เมกกะไบท์เหมาะสำหรับงานสร้างชิ้นส่วนและภาพประกอบแยกชิ้นจำนวนไม่มากนัก Pentium 200 หรือสูงกว่า RAM 128 เมกกะไบท์เหมาะสำหรับงานสร้างชิ้นส่วนและภาพประกอบแยกชิ้นในขนวบการผลิต อย่างไรก็ตามควรใช้โปรเซสเซอร์ที่เร็วที่สุดเท่าที่งบประมาณจะสนับสนุนได้
2) ใช้การ์ดแสดงผลที่ต่อผ่านระบบปฏิบัติการวินโดว์ได้ทุกชนิด ควรใช้โหมดแสดงผล 1024x768
3) ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการวินโดว์ 95 วินโดว์ 98 และวินโดว์ NT เวอร์ชั่น 4.0
4) พื้นที่ว่าง(Free space)ที่เหลืออยู่บนฮาร์ดดิสค์ไม่ควรต่ำกว่า 100 เมกกะไบท์

## การติดตั้งโปรแกรม

การติดตั้งโปรแกรม Mechanical Desktop 3 เหมือนกับการติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ใส่แผ่น CD-ROM บรรจุโปรแกรม Mechanical Desktop เข้าไปในเครื่องอ่านแผ่น CD-ROM
2) ใช้โปรแกรม Windows Explorer ค้นหาไฟล์ setup หรือ setup.exe ในแผ่น CD-ROM เมื่อพบแล้ว ให้ดับเบิ้ลคลิกบนไฟล์ดังกล่าว

3) เมื่อปรากฏไดอะล็อค Software License Agreement ให้คลิกปุ่ม Accept เพื่อยอมรับเงื่อนไขข้อตกลงในการใช้โปรแกรม

4) เมื่อปรากฏไดอะล็อค Serial Number ให้พิมพ์หมายเลขลำดับ Serial number และรหัส CD key ที่แนบมากับแผ่น CD-ROM

5) เมื่อปรากฏไดอะล็อค Personal Information ให้พิมพ์ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้โปรแกรม

6) เมื่อปรากฏไดอะล็อค Destination Location ให้เลือกไดรฟ์และไดเร็คตอรี่ที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม ในกรณีที่มีฮาร์ดดิสค์มากกว่า 1 ตัว เราสามารถเลือกไดรฟ์อื่นได้ แต่ควรจะใช้ชื่อไดเร็คตอรี่ที่โปรแกรมกำหนดมาให้

7) เมื่อปรากฏไดอะล็อค Setup Type ให้เลือกรูปแบบการติดตั้ง Typical, Full, Compact หรือ Custom ได้ตามต้องการ โดยทั่วไปแล้วควรเลือกแบบ Full เพื่อติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมด

**Note** แบบทั่วไป(Typical)ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งประมาณ 198 เมกกะไบท์ แบบทั้งหมด(Full)ประมาณ 229 เมกกะไบท์ แบบกะทัดรัด(Compact)ประมาณ 160 เมกกะไบท์และแบบเลือกส่วนประกอบได้(Custom)จำนวนพื้นที่ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของโปรแกรมที่ถูกเลือก

8) คลิกบนปุ่ม Next ของไดอะล็อคที่จะปรากฏต่อไปทั้งหมด Mechanical Desktop และ AutoCAD R14.01 จะถูกติดตั้งลงสู่ฮาร์ดดิสค์

**Note** หลังที่ติดตั้ง Mechanical Desktop 3 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ในฮาร์ดดิสค์ของเราจะมีโปรแกรมเพิ่มขึ้นมาใหม่ 3 โปรแกรมคือ AutoCAD Release 14.01, AutoCAD Mechanical 14.5, และ Mechanical Desktop 3 ดังนั้น เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองเนื้อที่บนฮาร์ดไปโดยเปล่าประโยชน์ เราควรลบ AutoCAD R14 เดิมทิ้งไป แต่ถ้าหากมีพื้นที่เหลือในฮาร์ดดิสค์มากเพียงพอ เราจะเก็บ AutoCAD R14 เดิมไว้ก็ได้

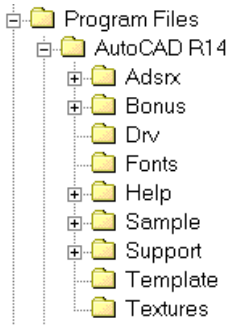
## ความสัมพันธ์ระหว่าง Mechanical Desktop และ AutoCAD R14.01

เมื่อติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏไอคอน (AutoCAD R14.01) ไอคอน (AutoCAD Mechanical 14.5) และไอคอน (Mechanical Desktop 3) บนพื้นที่ Desktop ของระบบปฏิบัติการวินโดว์ หากเราเรียกโปรแกรมผ่านไอคอนของ AutoCAD จะปรากฏจอภาพของ AutoCAD ซึ่งเราสามารถที่จะใช้คำสั่งต่างๆ ของ AutoCAD ได้โดยปกติ หากเราเรียกโปรแกรมผ่านไอคอน Mechanical Desktop เราสามารถใช้คำสั่งต่างๆ ของทั้งโปรแกรม AutoCAD และ Mechanical Desktop ได้พร้อมๆ กัน

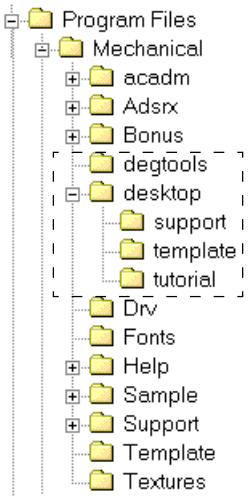
โครงสร้างไดเร็คตอรี่ของ Mechanical Desktop 3 เป็นไดเร็คตอรี่ที่ดัดแปลงมาจาก AutoCAD R14 เดิม เพียงแต่เปลี่ยนชื่อไดเร็คตอรี่ AutoCAD R14 มาเป็น Mechanical ส่วนไดเร็คตอรี่ย่อยภายใต้ Mechanical Desktop

สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

รูปที่ 1.1




**โครงสร้างไดเร็คตอรี่เดิมของ AutoCAD R14**




**โครงสร้างไดเร็คตอรี่ใหม่ของ AutoCAD R14.01, AutoCAD Mechanical 14.5 และ Mechanical Desktop 3**

ก็คงสภาพเดิมของ AutoCAD R14 ไว้ทั้งหมด เพียงแต่เพิ่มไดเร็คตอรี่ย่อย \Desktools, \Desktop, \Support, \Template, \Tutorials ของโปรแกรม Mechanical Desktop และไดเร็คตอรี่ย่อย \Acadm ของโปรแกรม AutoCAD Mechanical ส่วนโครงสร้างที่เหลือเป็นของ AutoCAD R14.01 ทั้งหมดดังรูปที่ 1.1

สังเกตุว่าไดเร็คตอรี่ที่อยู่ภายในกรอบเส้นประเป็นไดเร็คตอรี่ย่อยของ Mechanical Desktop นอกนั้นเป็นไดเร็คตอรี่ย่อยของ AutoCAD R14.01 และ AutoCAD Mechanical 14.5 ภายในไดเร็คตอรี่ของ Mechanical Desktop ประกอบด้วย

**degtools** เป็นไดเร็คตอรี่ที่เก็บไฟล์ยูทิลิตี้สำหรับแปลงไฟล์ของ Mechanical Desktop ให้เป็นไฟล์ IGES สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลกับโปรแกรม CAD/CAM อาทิ เช่น Catia เป็นต้น

**desktop** ไดเร็คตอรี่นี้เป็นที่จัดเก็บโปรแกรมไฟล์ของ Mecahnical Desktop

**desktop\support** เป็นไดเร็คตอรี่ที่จัดเก็บไฟล์เมนู .mn? ไฟล์ไดอะล็อค .dcl ไฟล์คำสั่งย่อ .pgp เฉพาะของ Mechanical Desktop ไฟล์แอนนิเมทเคอร์เซอร์ .ani เป็นต้น

**desktop\template** เป็นไดเร็คตอรี่สำหรับจัดเก็บเทมเพล็ทไฟล์ซึ่งบรรจุตารางรายการแบบ(Title block) สำหรับใช้ใน Mechanical Desktop

**desktop\tutorial** เป็นไดเร็คตอรี่ที่บรรจุไฟล์พาราเมตริกโซลิดและไฟล์ NURBS เซอร์เฟส ซึ่งทั้งสองใช้ฟอร์แมต .dwg เดียวกันกับไฟล์แบบแปลน .dwg ของ AutoCAD

ใน Mechnical Desktop 3 เรายังคงสามารถใช้คำสั่งต่างๆ ของ AutoCAD ช่วยในการเขียนขึ้นรูปวัตถุต่างๆ อาทิ

เช่น LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, MOVE, COPY, FILLET, CHAMFER และอื่นๆ เป็นต้น

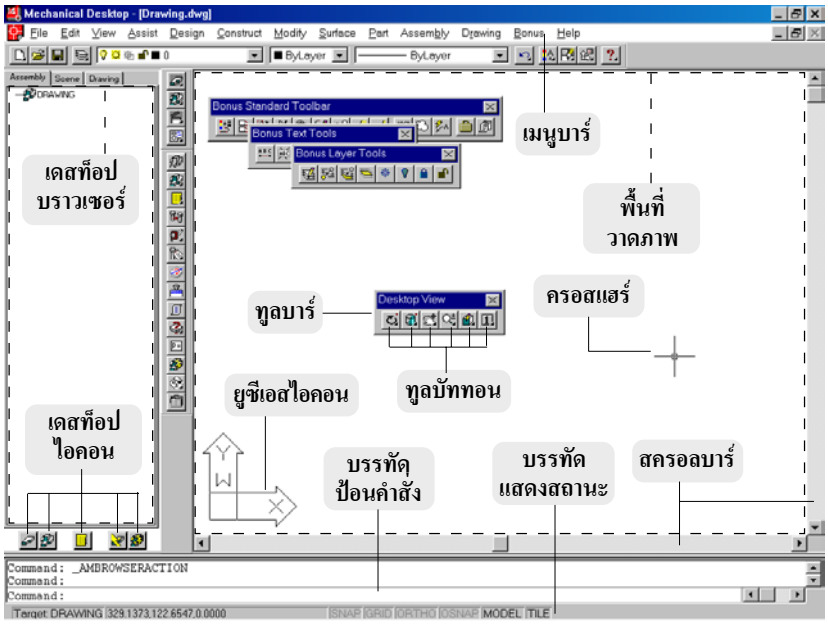
ปุ่มฟังชั่นคีย์ทุกปุ่มใน Mechanical Desktop ทำงานเช่นเดียวกันกับปุ่มฟังชั่นคีย์ใน AutoCAD อาทิ เช่น F1 ขอความช่วยเหลือ(Help), F2 เรียกหน้าต่างแสดงข้อความ(AutoCAD Text Window), F3 เปิด/ปิดโหมดออฟเจกท์สแน๊ป(OSnap), F4 เปิด/ปิดโหมดแท็ปเบล็ด(Tablet), F5 เปลี่ยนระนาบไอโซเมตริก, F6 เปิด/ปิดคอร์ออร์ดิเนท, F7 เปิด/ปิดจุดกริด(Grid), F8 เปิด/ปิดโหมดออร์โธ(Ortho), F9 เปิด/ปิดโหมดสแน๊ป(Snap)

**Note**

เนื่องจาก Mechanical Desktop 3 ทำงานบน AutoCAD R14 ดังนั้น ผู้ใช้โปรแกรมจึงควรรู้จักพื้นฐานของการใช้โปรแกรมและการปรับสภาพแวดล้อมของ AutoCAD ให้เหมาะสมกับการทำงานได้บ้างพอสมควร และเนื่องจากพื้นที่ในหนังสือเล่มนี้มีจำกัด ผู้เขียนจึงไม่สามารถที่จะอธิบายรายละเอียดการใช้คำสั่งพื้นฐานของ AutoCAD ในที่นี้ได้ ผู้ใช้โปรแกรม Mechanical Desktop สามารถศึกษาและค้นหาได้จากหนังสือคู่มือการใช้โปรแกรม AutoCAD R14 : 2D Drafting, ISBN : 974-86465-5-6

เมื่ออยู่ใน Mechanical Desktop หากมีความจำเป็นที่จะต้องใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ของ AutoCAD เราสามารถใช้คำสั่ง Assist ▸ Preferences ▸ Profiles ▸ <<Unnamed Profile>> ▸ Set Current จากเมนูบาร์ของ Mechanical Desktop จะปรากฏเมนูบาร์ของ AutoCAD R14 หากต้องการเปลี่ยนกลับไปใช้เมนูบาร์ของ Mechanical Desktopให้ใช้คำสั่ง Tools ▸ Preferences ▸ Profiles ▸ <<DESKTOP>> ▸ Set Current จากเมนูบาร์ของ AutoCAD จะปรากฏเมนูบาร์ของ Mechanical Desktop 3

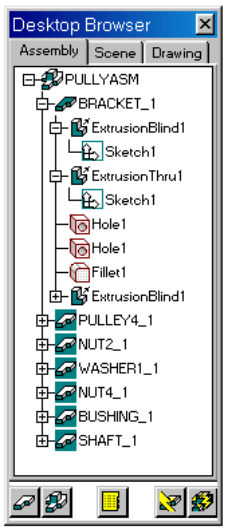
## จอภาพของ Mechanical Desktop




รูปที่ 1.2

 สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

เมื่อคลิกบนปุ่มไอคอน (Mechanical Desktop 3) จะปรากฏไดอะล็อค Start Up เหมือนกับ AutoCAD R14 และจะปรากฏจอภาพของ Mechanical Desktop ดังรูปที่ 1.2

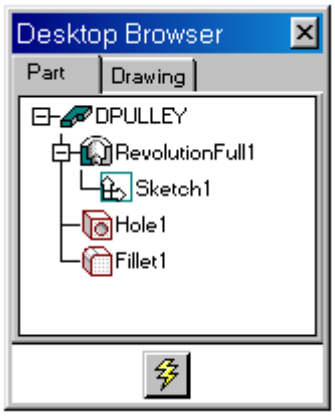



รูปที่ 1.3

**เดสท็อปบราวเซอร์(Desktop Browser)** เป็นสิ่งใหม่ที่เพิ่มขึ้นจาก AutoCAD R14 ซึ่งใช้สำหรับแสดง ควบคุม ติดตามและแก้ไขปรับปรุงโครงสร้างส่วนประกอบของวัตถุ 3 มิติ การจัดแบบแปลนภาพประกอบแยกชิ้น(Assembly) การจัดแบบแปลน 2 มิติ การให้ขนาด การให้รายละเอียดแบบแปลนและอื่นๆ เป็นต้น เมื่อเราสร้างวัตถุพาราเมตริกใดๆ ใน Mechanical Desktop โครงสร้างระดับชั้น(Hierarchy)แสดงรายละเอียดของวัตถุนั้นจะถูกสร้างและบันทึกไว้บนเดสท็อปบราวเซอร์โดยอัตโนมัติดังรูปที่ 1.3

โดยปกติเดสท็อปบราวเซอร์ จะยึดติดกับขอบของจอภาพด้านซ้าย เราสามารถที่จะเคลื่อนย้ายเดสท็อปบราวเซอร์ ออกมาลอยบนพื้นที่วาดภาพได้ โดยเลื่อนเคอร์เซอร์ ไปบนขอบด้านขวาของเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วคลิกและลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อเดสท็อปบราวเซอร์ลอยอยู่บนพื้นที่วาดภาพ เราสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ขอบ แล้วคลิกและลาก เพื่อปรับขนาดและรูปร่างของเดสท็อปบราวเซอร์ได้ตามต้องการ

**Note** เมื่อใดก็ตามที่เดสท็อปบราวเซอร์หายไปจากจอภาพโดยไม่ทราบสาเหตุ เราสามารถที่จะเรียกกลับมาปรากฏบนจอภาพได้ โดยใช้คำสั่ง View ▸ Desktop Browser คำสั่งนี้มีการใช้งานในลักษณะเปิด/ปิด (Toggle)เดสท็อปบราวเซอร์




รูปที่ 1.4

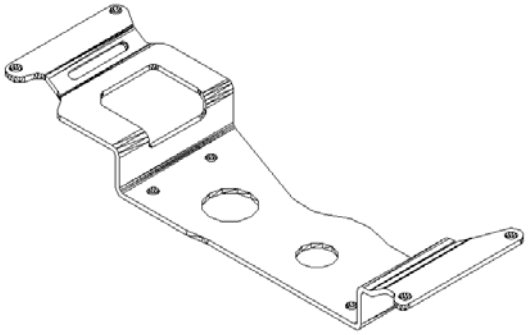
หากใช้คำสั่ง File ▸ New... หรือเมื่อเข้าสู่โปรแกรมใหม่ บนเดสท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ 3 แถบคำสั่งคือ Assembly, Scene และ Drawing ดังรูปที่ 1.3 หากใช้คำสั่ง File ▸ New Part File บนเดสท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ 2 แถบคำสั่งคือ Part และ Drawing ดังรูปที่ 1.4 (แถบคำสั่ง Assembly และเมนูคอลัมน์ Assembly จะหายไป)

โดยปกติ หากเราต้องการสร้างไฟล์ที่มีชิ้นส่วน 3 มิติที่เป็นวัตถุเพียงชิ้นเดียว ไม่มีส่วนประกอบที่แยกอิสระต่อกัน เราจะเข้าโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง File ▸ New Part File หากเราต้องการสร้างไฟล์ที่มีชิ้นส่วน 3 มิติหลายๆ ชิ้นอยู่ในไฟล์เดียวกันในลักษณะของภาพประกอบแยกชิ้น เราควรจะเข้าโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง File ▸ New ธรรมดา

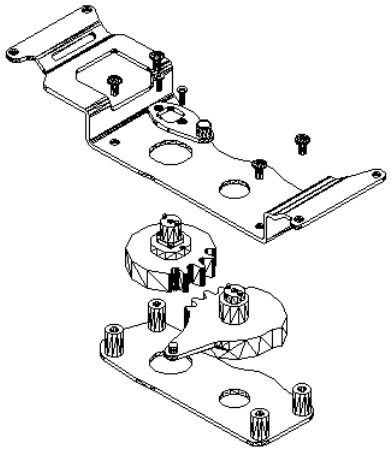
**Note**

ภายใน Part File สามารถมีวัตถุ 3 มิติได้เพียงชิ้นเดียวเท่านั้น เราสามารถนำวัตถุ 3 มิติใน Part File ไปสอดแทรกเข้าใน Asssembly File เพื่อสร้างแบบแปลนภาพประกอบแยกชิ้นส่วนได้ ส่วนภายใน Assembly File สามารถสร้างวัตถุ 3 มิติชิ้นเดียวหรือหลายๆ ชิ้น และสามารถแสดงภาพการประกอบแยกชิ้นของวัตถุ 3 มิติหลายๆ ชิ้นได้ แต่เราไม่สามารถนำวัตถุ 3 มิติ ถึงแม้ว่าจะมีเพียงชิ้นเดียวใน Assembly File เข้าไปสอดแทรก ใน Part File ได้ Part File และ Assembly File มีความแตกต่างกันดังรูปที่ 1.5

รูปที่ 1.5



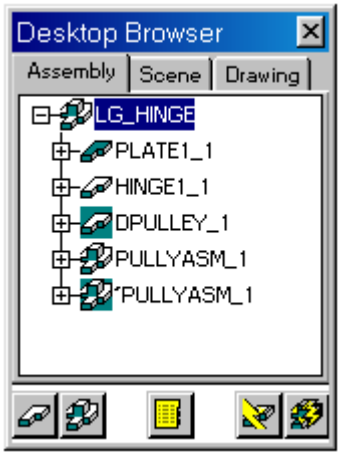
ไฟล์ชิ้นส่วน(Part File)



ไฟล์แอสเซมบลี(Assembly File)

**Note**

ใน Mechanical Desktop เรานิยมเรียกวัตถุพาราเมตริกโซลิดว่า “พาร์ท” (Part)หรืออาจเรียกว่า “ชิ้นส่วน” ได้เช่นกันและนิยมเรียกชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้นซึ่งประกอบกันอยู่ว่า “แอสเซมบลี” (Assembly)




รูปที่ 1.6

ในช่องหน้าต่างของ Part และ Assembly บนเดสท็อปบราวเซอร์ หลังจากที่มีการสร้างชิ้นส่วนแล้ว จะปรากฏระดับชั้น(Hierarchy) แสดงรายละเอียดของการสร้างชิ้นส่วน โดยเราสามารถคลิกบนเครื่องหมาย + (บวก) เพื่อแสดงระดับของส่วนประกอบที่ถูกซ่อนอยู่หรือคลิกบนเครื่องหมาย - (ลบ) เพื่อซ่อนระดับของส่วนประกอบที่ไม่ต้องการให้ปรากฏบนเดสท็อปบราวเซอร์

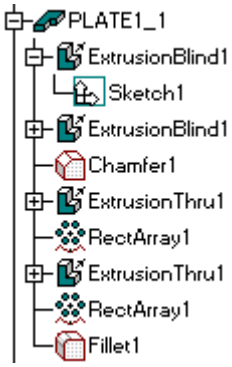
เมื่อเราเริ่มสร้างสเกทช์(Sketch)ซึ่งเป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติ ชื่อของชิ้นส่วนและหมายเลขลำดับชิ้นส่วน ไอคอนต่างๆ จะ ปรากฏบนเดสท็อปบราวเซอร์โดยอัตโนมัติ

จากรูปที่ 1.6 แสดงให้เห็นว่าในแอสเซมบลีชื่อ LG_HINGE มีชิ้นส่วน(Part) 3 ชิ้นและแอสเซมบลีย่อย 2 ชุดประกอบกันเป็นส่วน

สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ประกอบย่อยอยู่ ภายใน Assembly นี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนใช้งาน(Active Part)ชื่อ PLATE1_1, ชิ้นส่วนชื่อ HINGE1_1, ชิ้นส่วนซึ่งสอดแทรกมาจาก Part File ชื่อ DPULLEY_1, แอสเซมบลีย่อย(Subassembly) ชื่อ PULLYASM_1 และแอสเซมบลีย่อย(Subassembly)ซึ่งสอดแทรกเข้ามาจาก Assembly File ชื่อ 'PULLYASM_1

สังเกตุว่าชิ้นส่วน PLATE1_1, HINGE1_1 และ DPULLEY_1 ทั้งหมดเป็นส่วนประกอบของ Assembly ชื่อ LG_HINGE ส่วนแอสเซมบลีย่อย PULLYASM_1 และ 'PULLYASM_1 ก็เป็นส่วนประกอบของ Assembly ชื่อ LG_HINGE เช่นเดียวกัน ถ้าหากคลิกบนเครื่องหมาย + ของชิ้นส่วนใดๆ จะปรากฏส่วนประกอบย่อยซึ่งแสดงคำสั่งที่ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนนั้นดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7

ถ้าหากคลิกบนเครื่องหมาย + ของแอสเซมบลีย่อยใดๆ จะปรากฏชื่อชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบขึ้นเป็นแอสเซมบลีย่อยนั้น หากคลิกบนเครื่องหมาย + ของชิ้นส่วนใดๆ ของแอสเซมบลีย่อยใดๆ จะปรากฏส่วนประกอบย่อยซึ่งแสดงคำสั่งที่ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนนั้นดังรูปที่ 1.7 เช่นเดียวกัน

จากรูปที่ 1.6 สังเกตุว่าไอคอนของชิ้นส่วนคือ ส่วนไอคอนแอสเซมบลีคือ แต่ไอคอนทั้งสองยังมีข้อแตกต่างย่อยลงไปอีกซึ่งบอกสถานะใช้งานของชิ้นส่วนและแอสเซมบลีนั้นให้เราทราบข้อมูลดังนี้

- หมายถึงชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติใช้งาน(Active Part)ซึ่งถูกสร้างขึ้นหรือถูกสอดแทรกอย่างถาวรในไฟล์แอสเซมบลีใช้งาน การแก้ไขปรับแต่งหรือสร้างส่วนประกอบเพิ่มเติม จะมีผลเฉพาะกับชิ้นส่วนใช้งานนี้เท่านั้น

- หมายถึงชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติซึ่งถูกสร้างขึ้นหรือถูกสอดแทรกอย่างถาวรในไฟล์แอสเซมบลีใช้งาน แต่ไม่ได้เป็นชิ้นส่วนใช้งาน การแก้ไขปรับแต่งหรือสร้างส่วนประกอบเพิ่มเติมจะไม่มีผลกับชิ้นส่วนที่มีรูปไอคอนนี้

- หมายถึงชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติซึ่งถูกสอดแทรกเข้ามาจาก Part File ภายนอกในฟอร์แมต .DWG และไม่สามารถกำหนดเป็นชิ้นส่วนใช้งาน เนื่องจากชิ้นส่วนนี้ถูกอ้างอิงเข้ามาเท่านั้น หากต้องการแก้ไขปรับแต่งหรือสร้างส่วนประกอบเพิ่มเติม จะต้องเปิด Part File นั้นออกมาจึงจะสามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้

- ไอคอนนี้ใช้แทนแอสเซมบลีหรือแอสเซมบลีย่อย ซึ่งบอกให้เราทราบว่าภายในแอสเซมบลีนี้มีชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติประกอบอยู่ ซึ่งเราสามารถทำให้ชิ้นส่วนใดๆ ของแอสเซมบลีนี้เป็นชิ้นส่วนใช้งาน เพื่อแก้ไขปรับแต่งหรือสร้างส่วนประกอบเพิ่มเติมได้

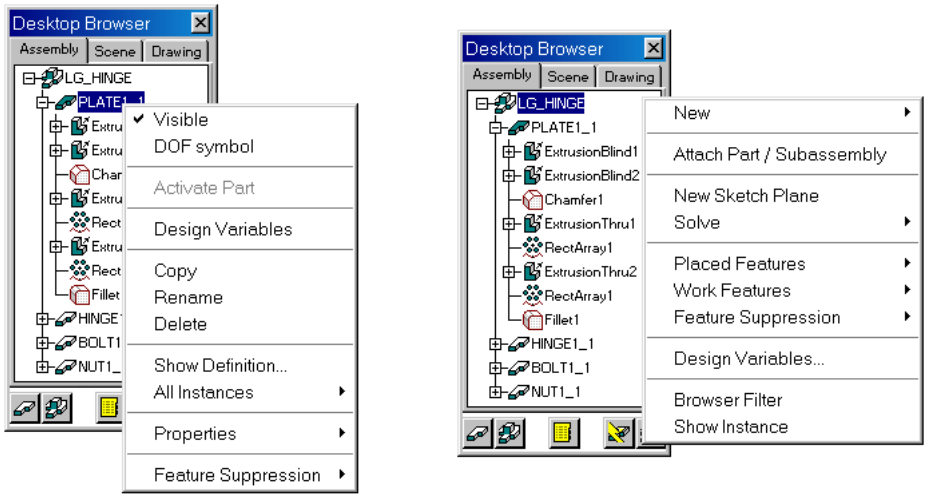
ไอคอนนี้ใช้แทนแอสเซมบลีหรือแอสเซมบลีย่อย ซึ่งถูกสอดแทรกมาจาก Assembly File ภายนอกในฟอร์แมต .dwg หากต้องการแก้ไขปรับแต่งหรือสร้างส่วนประกอบเพิ่มเติมให้กับชิ้นส่วนในแอสเซมบลีนี้ จะต้องเปิด Assembly File นั้นออกมา จึงจะสามารถแก้ไขเพิ่มเติมชิ้นส่วนที่ต้องการได้

**Note** หากรูปไอคอนของชิ้นส่วนหรือแอสเซมบลีใดๆ ข้างบนนี้กลายเป็นสีเทาอ่อน แสดงว่าชิ้นส่วนหรือแอสเซมบลีนั้นถูกซ่อนไม่ให้ปรากฏบนจอภาพ

**Note** ไม่ว่าเราจะใช้คำสั่ง File ▸ New... เพื่อสร้างไฟล์แอสเซมบลีซึ่งสามารถสร้างชิ้นส่วนพาราเตริกโซลิดได้หลายๆ ชิ้นหรือใช้คำสั่ง File ▸ New Part File เพื่อสร้างไฟล์ชิ้นส่วนพาราเมตริก 3 มิติเพียงชิ้นเดียว เมื่อทำการบันทึกไฟล์ทั้งสองลงดิสค์ไฟล์ทั้งสองจะถูกบันทึกในฟอร์แมตเดียวกันกับไฟล์ของ AutoCAD นั่นคือ .dwg

หลายคำสั่งใน Mechanical Desktop สามารถเรียกใช้งานผ่านเมนูบนเดสท็อปบราวเซอร์ โดยมีการแบ่งเมนูบนเดสท็อปบราวเซอร์ออกเป็น 2 แบบคือแบบที่เรียกใช้เมนูโดยวิธีคลิกขวาบนวัตถุที่อยู่ในระดับชั้นใดๆ บนช่องหน้าต่างของเดสท็อปบราวเซอร์ดังรูปที่ 1.8 (ซ้าย) เราเรียกส่วนประกอบในแต่ระดับชั้นบนเดสท็อปบราวเซอร์ว่า “ฟีเจอร์” (Feature) แบบของเมนูที่จะปรากฏขึ้นอยู่กับประเภทของวัตถุที่ถูกเลือก คำสั่งที่ไม่สามารถใช้งานได้ในขณะนั้นจะมีสีเทา อีกวิธีหนึ่งเราสามารถเรียกเมนูโดยคลิกขวาบนพื้นที่ว่างของเดสท็อปบราวเซอร์ดังรูปที่ 1.8 (ขวา) แบบของเมนูที่เรียกใช้ด้วยวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับว่าเราอยู่ในโหมด Part, Assembly, Scene หรือโหมด Drawing

รูปที่ 1.8

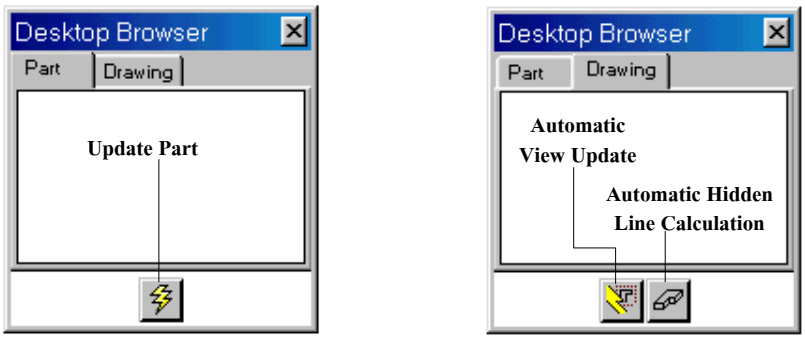



ด้านล่างของเดสท็อปบราวเซอร์จะมีปุ่มไอคอน ซึ่งจะปรากฏปุ่มไอคอนใดๆ นั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในโหมดของเดสท็อปบราวเซอร์ที่เราเลือกใช้ ในสภาพแวดล้อมของ Part และในสภาพแวดล้อมของ Assembly จะมีเดสท็อปไอคอนที่แตกต่างกัน

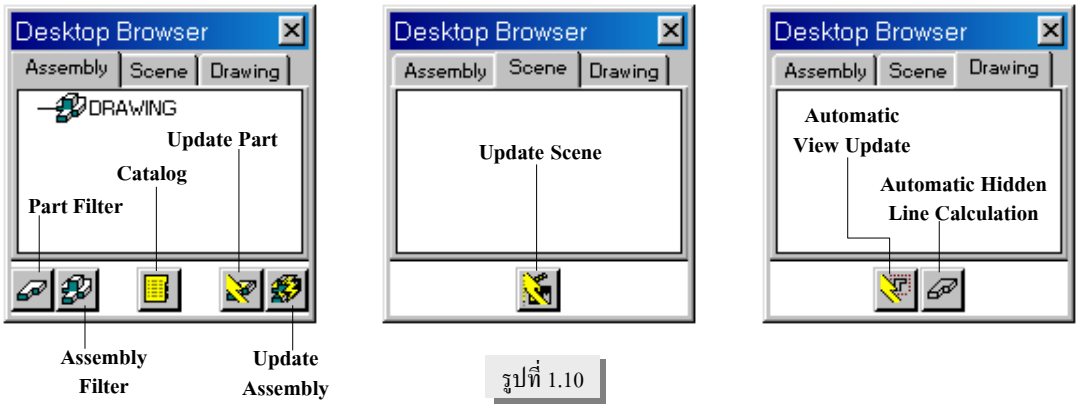
 สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ในสภาพแวดล้อมของ Part ในโหมด Part มีปุ่มไอคอนเพียงปุ่มเดียวคือปุ่มไอคอน (Update Part) ซึ่งใช้สำหรับปรับปรุงสิ่งที่เราได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมให้มีผลปรากฏบนชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด 3 มิติดังรูปที่ 1.9 (ซ้าย) ส่วนในโหมด Drawing มีปุ่มไอคอน 2 ปุ่มคือปุ่มไอคอน (Automatic View Update) ซึ่งใช้สำหรับปิด/เปิดโหมดปรับปรุงแบบแปลนและชิ้นส่วนในแบบแปลนโดยอัตโนมัติและปุ่มไอคอน (Automatic Hidden Line Calculation) ซึ่งใช้สำหรับปิด/เปิดโหมดการคำนวณเส้นที่ถูกซ่อนโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 1.9 (ขวา)

รูปที่ 1.9




ในสภาพแวดล้อมของ Assembly ในโหมด Assembly จะมีปุ่มไอคอน 5 ปุ่มคือปุ่มไอคอน (Part Filter) ซึ่งใช้สำหรับแสดงหรือซ่อนชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด 3 มิติไม่ให้ปรากฏบนเดสท็อปบราวเซอร์ ปุ่มไอคอน (Assembly Filter) ซึ่งใช้สำหรับแสดงหรือซ่อนแอสเซมบลีไม่ให้ปรากฏบนเดสท็อปบราวเซอร์ ปุ่มไอคอน (Catalog) ซึ่งใช้สำหรับนำชิ้นส่วนหรือแอสเซมบลีสอดแทรกเข้ามาในไฟล์ใช้งาน ปุ่มไอคอน (Update Part) ซึ่งใช้สำหรับปรับปรุงสิ่งที่เราได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมให้มีผลปรากฏบนชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด 3 มิติ และปุ่มไอคอน (Update Assembly) ซึ่งใช้สำหรับปรับปรุงสิ่งที่เราได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมให้มีผลปรากฏบนแอสเซมบลีทั้งหมดดังรูปที่ 1.10 (ซ้าย) ส่วนในโหมด Scene มีปุ่มไอคอนเพียงปุ่มเดียวคือปุ่มไอคอน (Update Scene) ซึ่งใช้สำหรับปรับปรุงสิ่งที่เราได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมให้กับฉาก(Scene)ดังรูปที่




รูปที่ 1.10

1.10 (กลาง) ส่วนในโหมด Drawing จะมีปุ่มไอคอน 2 ปุ่มคือปุ่มไอคอน (Automatic View Update) ซึ่งใช้สำหรับปิด/เปิดโหมดปรับปรุงแบบแปลนและชิ้นส่วนในแบบแปลนโดยอัตโนมัติและปุ่มไอคอน (Automatic Hidden Line Calculation) ซึ่งใช้สำหรับปิด/เปิดโหมดการคำนวณเส้นที่ถูกซ่อนโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 1.10 (ขวา)

**Note**

โดยปกติ เมื่อเราเลื่อนเคอร์เซอร์ไปวางบนปุ่มไอคอนใดๆ ใน AutoCAD เพียง 2-3 วินาทีก็จะปรากฏ Tool Tip บนปุ่มไอคอนนั้น ซึ่งรายงานให้เราทราบว่าปุ่มไอคอนดังกล่าวนั้นเป็นคำสั่งใดหรือใช้สำหรับทำอะไร บนเดสท็อปบราวเซอร์ก็เช่นเดียวกันมี Tool Tip ซึ่งจะบอกให้เราทราบว่าปุ่มไอคอนดังกล่าวนั้นเป็นคำสั่งใด

## หลักการใช้โปรแกรม

อย่างที่ได้กล่าวมาบ้างแล้วในตอนต้นของบทนี้ว่า Mechanical Desktop นั้นมีความสามารถในตัวโปรแกรมเองหลายอย่างทั้งทางด้านการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติด้วยวิธีพาราเมตริกโซลิด(Parametric Solid Modeling)และด้วยวิธีเนิ้วบซ์เซอร์เฟส(NURBS Surface Modeling) ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นเทคโนโลยีที่เริ่มจะแพร่หลายบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากช่วยให้เราสามารถขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่ซับซ้อนได้ง่ายและรวดเร็ว มีความละเอียดและความแม่นยำสูงมาก นอกจากการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถที่จะสร้างแบบแปลน 2 มิติจากวัตถุหรือชิ้นส่วน 3 มิติแสดงภาพประกอบแยกชิ้นส่วนหรือแบบแปลนแอสเซมบลีได้อีกด้วย

ในการเขียนแบบขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติในเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะใช้โปรแกรม AutoCAD หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปใดๆ เราสามารถแยกวิธีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติออกเป็น 2 วิธีคือ Solid Modeling และ Surface Modeling การขึ้นรูปด้วย Solid Modeling มีข้อได้เปรียบ อาทิ เช่น สามารถขึ้นรูปวัตถุได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถหาปริมาตรและมวลของวัตถุได้ แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถขึ้นรูปวัตถุที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอได้ ส่วนการขึ้นรูปด้วย Surface Modeling มีข้อได้เปรียบคือสามารถขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอได้ แต่ค่อนข้างสิ้นเปลืองเวลาในการขึ้นรูปมากกว่าและไม่สามารถหาปริมาตรของวัตถุได้ ดังนั้น ก่อนที่จะเริ่มสร้างวัตถุ 3 มิติ เราจะต้องพิจารณารูปร่างและพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติที่เราต้องการสร้างอย่างละเอียด แล้วจึงเลือกวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมกับ วัตถุ 3 มิตินั้น

ใน Mechanical Desktop ก็เหมือนกันกับ AutoCAD หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ มีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติอยู่ 2 วิธีคือ Solid Modeling และ Surface Modeling แต่โซลิดและเซอร์เฟสใน Mechanical Desktop จะเหนือกว่าโซลิดและเซอร์เฟสใน AutoCAD อย่างมากคือใช้วิธีขึ้นรูปโซลิดแบบ Parametric Solid Modeling ซึ่งใช้พารามิเตอร์ควบคุมรูปร่างและขนาดของวัตถุ 3 มิติ จึงทำให้เราสามารถย้อนกลับไปยังจุดใดๆ เพื่อแก้ไขวัตถุ 3 มิตินั้นได้ ซึ่งโซลิดธรรมดาของ AutoCAD ไม่สามารถทำได้ และมีวิธีการขึ้นรูปเซอร์เฟสแบบ NURBS Surface Modeling ซึ่งสามารถตัดเฉือน(Trim) สร้างมุมมน (Fillet)ในระดับเซอร์เฟสได้ ทั้งสองวิธีเป็นเทคนิคใหม่ช่วยในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว จึงเริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ก่อนที่เราจะเริ่มสร้างวัตถุ 3 มิติด้วยวิธีพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่ง เราควรที่จะทำความเข้าใจในหลักการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่งเสียก่อน ในการสร้างชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดขั้นตอนทั่วไปดังต่อไปนี้

1. สร้างระนาบสเกทช์(Sketch plane)เพื่อใช้สำหรับเขียนหน้าตัด(Profile) 2 มิติโดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ New Sketch Plane

**Note** เมื่อเริ่มเข้าสู่ Mechanical Desktop โปรแกรมจะสร้างระนาบสเกทช์ใช้งานให้อยู่บนระนาบเดียวกันกับระนาบ XY ของพิกัดคอร์ออร์ดิเนท User Coordinate System ซึ่งเราใช้เขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ชิ้นแรก เพราะฉะนั้น เราสามารถใช้คำสั่ง Assist ▸ UCS... เพื่อกำหนดทิศทางการหันเหของ UCS ไอคอน แล้วเขียนหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์แรกได้ทันที แต่ถ้าหากต้องการเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ต่อไป จะต้องสร้างระนาบสเกทช์ใหม่ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ New Sketch Plane จึงจะสามารถสร้างโปรไฟล์สเกทช์ต่อไปได้

2. ใช้คำสั่ง LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, RECTANG หรือ POLYGON เพื่อเขียนหน้าตัดหรือโปรไฟล์(Profile)ของสเกทช์ (Sketch)
3. แปลงโปรไฟล์ให้เป็นสเกทช์(Sketch) ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile
4. บังคับ(Constrain)สเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints... และบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension
5. แปลงสเกทช์(Sketch)ให้เป็นชิ้นส่วน 3 มิติ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch Feature แล้วเลือก Extrude(กำหนดความหนา), Revolve (หมุน), Sweep (กวาด) หรือลอฟท์(Loft) แล้วแต่กรณี ซึ่งชิ้นส่วน 3 มิติชิ้นแรกจะกลายเป็นเบสฟีเจอร์(Base Feature)

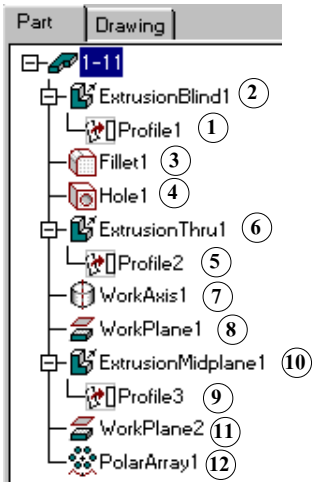
**Note** เบสฟีเจอร์(Base Feature)เป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วน 3 มิติชิ้นแรกที่ถูกสร้างขึ้นใช้เป็นฐานของชิ้นส่วนเพื่อสร้างส่วนประกอบหรือฟีเจอร์อื่นๆ ต่อไป

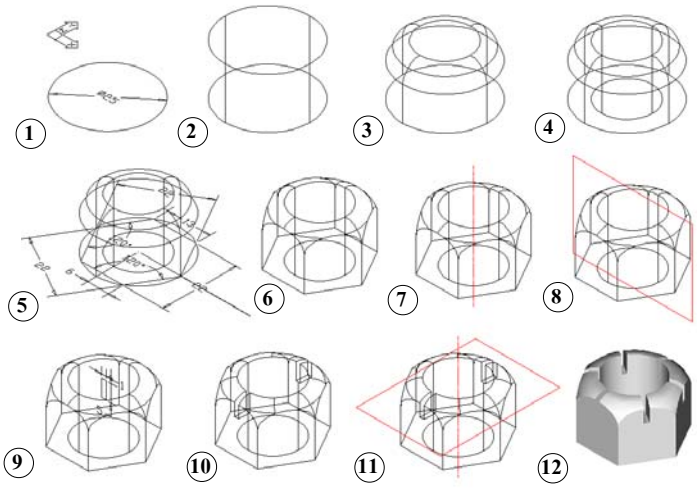
6. เขียนฟีเจอร์เพิ่มเติมให้กับเบสฟีเจอร์(Base Feature) โดยย้อนกลับไปทำในข้อ 1 ถึง 5 จนกว่าจะได้รูปทรงของชิ้นส่วน 3 มิติที่เราต้องการ

เมื่อเราพอที่จะทราบหลักทั่วๆ ไปในการสร้างชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดมาพอสมควรแล้ว ต่อไปเราจะเริ่มศึกษาวิธีการสร้างชิ้นส่วนข้างล่างนี้อย่างละเอียด

จากรูปที่ 1.11 (ซ้าย) เป็นเดสท็อปบราวเซอร์ซึ่งแสดงระดับชั้นหรือฟีเจอร์ต่างๆ ของการสร้างชิ้นส่วน 1-11 ส่วนรูปขวามือแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนเดียวกัน ซึ่งทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 1.11




(1) เขียนวงกลมโดยใช้คำสั่ง CIRCLE บนระนาบสเกทช์ XY แล้วจึงแปลงวงกลมให้เป็นสเกทช์ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile จะปรากฏสเกทช์ฟีเจอร์ Profile1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ (โดยที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ระนาบสเกทช์อยู่บนระนาบ XY ของ UCS ใช้งานแล้ว จึงไม่ต้องสร้างใหม่) จากนั้นบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension

(2) เพิ่มความหนาให้สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketched Feature ▸ Extrude... จะปรากฏฟีเจอร์ ExtrusionBlind1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ ซึ่งเป็นเบสฟีเจอร์(Base Feature)ของชิ้นส่วนนี้

(3) สร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillet) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Fillet... จะปรากฏฟีเจอร์ Fillet1 บนเดสท็อปบราวเซอร์

(4) เจาะรู โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Hole... จะปรากฏฟีเจอร์ Hole1 บนเดสท็อปบราวเซอร์

(5) ใช้คำสั่ง POLYGON เขียนหน้าตัดรูป 6 เหลี่ยมบนระนาบสเกทช์ XY เดิม แล้วจึงแปลงให้เป็นสเกทช์ ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile จะปรากฏสเกทช์ฟีเจอร์ Profile2 บนเดสท็อปบราวเซอร์ จากนั้นบังคับ(Constrain)สเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints... และบังคับสเกทช์ด้วยขนาดคำสั่ง Part ▸ Add Dimension

(6) เพิ่มความหนาให้สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketched Features ▸ Extrude... ⇒ Intersect ⇒ Through จะปรากฏฟีเจอร์ ExtrusionThru1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ สังเกตุว่าการเพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ครั้งนี้ มีการใช้ Intersect ตัดกับเบสฟีเจอร์ไปด้วยในตัว

 สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

⑦ สร้างแกนใช้งาน(Work Axis) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Work Features ▸ Work Axis เพื่อใช้เป็นแกนกลางช่วยในการสร้างระนาบสเกทช์ซึ่งหันเหไปในระนาบ XZ ใหม่

⑧ สร้างระนาบใช้งาน(Work Plane) ให้ขนานกับระนาบ XZ พร้อมกับสร้างระนาบเกทช์ไปด้วย โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Work Features ▸ Work Plane... เพื่อที่จะเขียนหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

⑨ เขียนหน้าตัดรูป 4 เหลี่ยมผืนผ้าบนระนาบสเกทช์ XZ ใหม่ แล้วจึงแปลงให้เป็นสเกทช์ ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile จะปรากฏ Profile3 บนเดสท็อปบราวเซอร์ จากนั้นบังคับ(Constrain)สเกทช์ให้อยู่กึ่งกลางด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints... และให้ขนาดสเกทช์ด้วยคำสั่ง Part ▸ Add Dimension

⑩ เพิ่มความหนาให้สเกทช์ออกจากตรงกลางไปจรดทั้งสองข้างของชิ้นส่วน โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch Features ▸ Extrude... ⇒ Cut ⇒ Mid Plane การเพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ครั้งนี้ก็คล้ายกันกับการเพิ่มความหนาครั้งก่อน คือมีการใช้ Cut เพื่อใช้สเกทช์ตัดเฉือนชิ้นส่วนจากตรงกลางไปยังขอบทั้งสองข้าง ซึ่งจะปรากฏฟีเจอร์ ExtrusionMidplane1 บนเดสท็อปบราวเซอร์

⑪ สร้างระนาบใช้งาน(Work Plane) ให้ขนานกับระนาบ XY โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Work Features ▸ Work Plane... เพื่อกำหนดระนาบสำหรับการสร้าง Array

⑫ คัดส่วนส่วนที่ตัดเฉือนไปแล้วแบบ Array รอบจุดหมุน โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Array... แล้วใช้ Work Axis เป็นแกนในการหมุน จากนั้นแสดงภาพแรเงาของชิ้นส่วน โดยคลิกบนปุ่ม Toggle Shading บนทูลบาร์ Desktop View

**Note** หากต้องการย้อนกลับไปแก้ไขเปลี่ยนแปลง ณ จุดใดๆ ให้คลิกขวาบนฟีเจอร์ในเดสท็อปบราวเซอร์ จะปรากฏเคอร์เซอร์เมนู ให้เลือกคำสั่ง Edit แล้วแก้ไขค่าที่ต้องการ แล้วคลิกบนปุ่ม (Update Part)

**Note** ใน AutoCAD การเขียนวัตถุ 2 หรือ 3 มิติ ให้หันเหไปยังทิศทางที่ต้องการสามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนทิศทางการหันเหของไอคอน UCS แต่ใน Mechanical Desktop เราจะใช้วิธีนี้เพียงอย่างเดียวไม่ได้ เราจะต้องใช้ระนาบสเกทช์(Sketch Plane)ในการควบคุมทิศทางการหันเหของวัตถุที่ต้องการสร้างเท่านั้น เพราะการสร้างระนาบสเกทช์จะเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลแบบพาราเมตริกกับฟีเจอร์ที่เราสร้างมาก่อนกับฟีเจอร์ต่อไปที่กำลังจะสร้างขึ้น

จากรูปที่ 1.11 โปรดสังเกตุว่าการเพิ่มความหนาของสเกทช์ในข้อ 2 คล้ายกับการใช้คำสั่ง EXTRUDE ธรรมดาใน AutoCAD การเพิ่มความหนาให้สเกทช์ในข้อ 6 ก็เช่นเดียวกันคล้ายกับการ EXTRUDE และ INTERSECT ไปด้วยพร้อมๆ กัน และการเพิ่มความหนาให้สเกทช์ในข้อ 10 คล้ายกับการใช้คำสั่ง EXTRUDE และ SUBTRACT เหมือนกัน

ถ้าเรามาลองเปรียบเทียบการขึ้นรูปชิ้นส่วนชิ้นนี้ โดยใช้คำสั่งในการสร้างโซลิดธรรมดาใน AutoCAD ขั้นแรกเราเพียงแต่เลือกระนาบในการเขียนวงกลมซึ่งใช้เป็นหน้าตัด จากนั้นจึงใช้คำสั่ง EXTRUDE เพื่อเพิ่มความหนาให้วงกลม ต่อไปใช้คำสั่ง FILLET เพื่อปาดมุมมนตรงขอบบนของทรงกระบอก จากนั้นเขียนวงกลมเท่าขนาดรูเจาะแล้วใช้คำสั่ง EXTRUDE เพิ่มความหนา ต่อไปนำทรงกระบอกรูปที่สองมาลบออกจากทรงกระบอกรูปแรกด้วยคำสั่ง SUBTRACT จะเหลือทรงกระบอกรูปแรก แต่จะมีรูเจาะตรงกลาง เปลี่ยนระนาบ XY ให้ขนานกับ XZ โดยใช้คำสั่ง UCS แล้วจึงเขียนหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วใช้คำสั่ง EXTRUDE จากนั้นจึงใช้คำสั่ง ARRAY เพื่อคัดลอกแท่งสี่เหลี่ยมแบบรอบจุดหมุน(Polar)เสียก่อน สุดท้ายจึงนำแท่งสี่เหลี่ยมใหม่ทั้งหมดไปหักลบออกจากทรงกระบอกด้วยคำสั่ง SUBTRACT เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนในการขึ้นรูปด้วย AutoCAD ด้วยวิธีดั้งเดิมนี้ หากเราต้องการแก้ไขขนาดของส่วนใดๆ เราสามารถทำได้ แต่ค่อนข้างยากลำบากและเสียเวลาเป็นอย่างมาก

**Note**

ในการใช้ Mechanical Desktop ให้มีประสิทธิภาพ เราควรที่จะมีความเข้าใจหลักและวิธีการขึ้นรูปโซลิด 3 มิติธรรมดาใน AutoCAD Release 14 มาบ้างพอสมควร เนื่องจากเนื้อที่ของหนังสือเล่มนี้มีจำกัด ผู้เขียนจึงไม่สามารถที่จะอธิบายคำศัพท์หรือคำสั่งพื้นฐานทางด้าน 3 มิติต่างๆ ของ AutoCAD อย่างละอียดได้ หากต้องการศึกษาค้นคว้าพื้นฐานทางด้าน 3 มิติของ AutoCAD R14 ค้นหาอ่านได้จากคู่มือการโปรแกรม AutoCAD Release 14 : 3D Modeling, ISBN : 974-604-123-1

คราวนี้ถ้าลองเปรียบเทียบวิธีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบเดิมใน AutoCAD กับวิธีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดโมเดลลิ่งในรูปที่ 1.11 คำสั่งที่ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนเดียวกันนี้ ไม่ได้ใช้คำสั่งโซลิดชุดเดิมของ AutoCAD แม้แต่คำสั่งเดียวเลย การสร้างชิ้นส่วนแบบพาราเมตริกโซลิดจะใช้คำสั่งใหม่ของ Mechanical Desktop ทั้งหมด ยกเว้นคำสั่งพื้นฐานในการเขียนสเกทช์ อาทิ เช่น LINE, PLINE, ARC, CIRCLE และอื่นๆ เป็นต้น ส่วนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนของทั้งสองวิธีมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ในโซลิดธรรมดา ตลอดขั้นตอนในการขึ้นรูปวัตถุชิ้นเดียวกันนี้ โซลิดที่ถูกสร้างขึ้นประกอบจากโซลิดหลายชิ้น แต่สุดท้ายจะถูกหักลบจนเหลือเพียงชิ้นเดียว ส่วนพาราเมตริกโซลิดจะมีเพียงชิ้นส่วนชิ้นเดียวตลอดขบวนการขึ้นรูป สเกทช์และฟีเจอร์ที่สร้างขึ้นใหม่จะเป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วน 1-11 เสมอ เมื่อมีการสร้างสเกทช์หรือสร้างฟีเจอร์ขึ้นมาใหม่ โครงสร้างระดับชั้นบนเดสท็อปบราวเซอร์จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ซึ่งโครงสร้างระดับชั้นนี้จะช่วยให้เราสามารถย้อนกลับไป ณ จุดใดๆ เพื่อแก้ไขปรับปรุงฟีเจอร์ของชิ้นส่วนโซลิดได้ตามต้องการ อาทิ เช่น เราสามารถไปที่ Profile1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ เพื่อแก้ไขขนาดของสเกทช์หรืออาจจะไปที่ Fillet1 เพื่อแก้ไขรัศมีมุมมนหรือไปที่ Hole1 เพื่อไปแก้ไขขนาดของรูเจาะหรืออาจไปที่ ExtrusionBlind1 เพื่อแก้ไขความหนาก็ได้ เป็นต้น

**Note**

เมื่อเราได้ศึกษาหลักการใช้โปรแกรมมาพอสมควรแล้ว ต่อไปทดลองใช้คำสั่ง File ▸ Open... แล้วเปิดไฟล์ 1-11.dwg จากไดเร็คตอรี่ \Exercise บนแผ่น CD-ROM แนบท้ายหนังสือคู่มือฯ ออกมา แล้วใช้คำสั่ง Part ▸ Replay เพื่อแสดงขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน 1-11 เพื่อที่เราจะได้เริ่มศึกษาและวิเคราะห์วิธีการและขั้นตอนการสร้างอย่างละเอียด (ควรขยายโครงสร้างระดับชั้นออกไป โดยคลิกที่เครื่องหมาย + บนชิ้นส่วนหรือแอสเซมบลี)

สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

**Note**

การใช้คำสั่ง Part ▸ Replay ในไฟล์แอสเซมบลีซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้น จะมีผลกับชิ้นส่วนใช้งาน (Active Part)เท่านั้น หากต้องการเปลี่ยนชิ้นส่วนใช้งาน ให้คลิกขวาบนชื่อชิ้นส่วนที่มิได้เป็นชิ้นส่วนใช้งาน บนเดสท็อปบราวเซอร์ จะปรากฏเคอร์เมนู แล้วเลือกคำสั่ง Activate Part จะทำให้ชิ้นส่วนนั้นกลายเป็นชิ้นส่วนใช้งาน ซึ่งจะมีผลกับคำสั่ง Part ▸ Replay ในทันที

เป็นอันว่าในบทนี้เราได้ศึกษาพื้นฐานของโปรแกรม Mechanical Desktop มาพอสมควรแล้ว ในบทต่อไปเราจะเริ่มศึกษาหลักและวิธีการใช้คำสั่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสเกทช์ซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของการสร้างชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด