การเขียนแบบวิศวกรรมด้วย

SolidWorks®

2009

ขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่าง

ทำเรื่องยากให้กลายเป็นเรื่องง่ายด้วย SolidWorks
เรียนรู้ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานที่เริ่มจากศูนย์
จนสามารถเขียนแบบงานได้จริง !
ครอบคลุมตั้งแต่ SolidWorks 2009 ขึ้นไป

SolidWorks

ฟรี!
ไฟล์ตัวอย่างชิ้นงาน
DVD

รศ.ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

การเขียนแบบวิศวกรรมด้วย

SolidWorks® 2009

ขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่าง

โดย

รศ.ศุภชัย ตระกูลหรัพย์หวี

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

350.-

การเขียนแบบวิศวกรรมด้วย SolidWorks 2009 ขั้นพื้นฐาน

โดย... รศ.ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี

ราคา 350 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2552

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี.

การเขียนแบบวิศวกรรมด้วย SolidWorks 2009 ขั้นพื้นฐาน (มี DVD ไฟล์ตัวอย่างชิ้นงานประกอบ). -- กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.

400 หน้า.

1. การเขียนแบบวิศวกรรม -- โปรแกรมคอมพิวเตอร์. 2. โซลิดเวิร์คส์ (โปรแกรมคอมพิวเตอร์) I. ชื่อเรื่อง.

604.2

ISBN 978-974-443-394-7

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพ 10110
โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)
เสนองานเขียน • งานแปลได้ที่ www.tpa.or.th/publisher/new
ติดต่อสั่งซื้อหนังสือได้ที่ www.tpabookcentre.com

จัดจำหน่ายโดย **บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)**
1858/87-90 อาคารเนชั่นทาวเวอร์ ชั้น 19 ถนนบางนา-ตราด
แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260
โทร. 0-2739-8000, 0-2739-8222 โทรสาร 0-2739-8356-9
www.se-ed.com

ส.ส.ท. รักษ์โลก
ร่วมใช้หมึกพิมพ์จากถั่วเหลือง

"ถ้าหนังสือมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ" โทร. 0-2258-0320 ต่อ 1560, 1570

■ **บรรณาธิการที่ปรึกษา** ทิพวรรณ อภิวันท์วรรัตน์ ■ **บรรณาธิการบริหาร** ทวิยา วัณณะวิโรจน์ **หัวหน้ากองบรรณาธิการ** แทนพร เลิศวุฒิภัทร **บรรณาธิการ** แสงเงิน นาคพัฒน์ **ออกแบบปก** ภาณุพันธ์ โนวยุทธ, ธินิดา ทรงดาวเรือง **ออกแบบรูปเล่ม** รัชชนก ศุภศรี **ธุรการสำนักพิมพ์** อังคณา อรรถพงศ์ธร ■ **พิมพ์ที่** : บริษัท พิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด

ตัวอย่าง

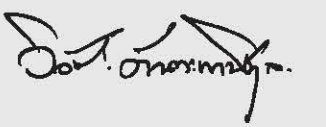
คำนำนายกสมาคม

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 ด้วยความร่วมมือร่วมใจของกลุ่มบุคคลที่ได้ผ่านการศึกษาระดับต่าง ๆ จากประเทศญี่ปุ่น โดยได้รับความร่วมมือทางด้านทุนทรัพย์บางส่วนจาก The Japan-Thailand Economic Cooperation Society (JTECS) เพื่อใช้จ่ายในการดำเนินงานกิจกรรมของสมาคมฯ ซึ่งประกอบด้วย ฝ่ายธุรกิจสิ่งพิมพ์ ส.ส.ท. ฝ่ายโรงเรียนภาษาและวัฒนธรรม ฝ่ายพัฒนาธุรกิจการศึกษาและสิ่งพิมพ์ ฝ่ายการศึกษาและฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรม ฝ่ายพัฒนาและจัดการความรู้ ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ฝ่ายวินิจฉัยและให้คำปรึกษาสถานประกอบการ และฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งแต่ละฝ่ายจัดดำเนินการโดยสมาชิกของสมาคมฯ ทำหน้าที่เป็นคณะที่ปรึกษารับผิดชอบบริหารงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

สำหรับฝ่ายธุรกิจสิ่งพิมพ์ ส.ส.ท. โดยแผนกตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม มีนโยบายพื้นฐานคือ การส่งเสริมและเร่งรัดให้มีการจัดพิมพ์หนังสือตำราทางเทคโนโลยีทุกประเภท รวมถึงหนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ อุตสาหกรรม ทั้งที่เป็นงานแปลโดยตรง งานแปลเรียบเรียง งานถอดความ งานรวบรวม งานแต่ง และงานสำรวจวิจัยทางด้านอุตสาหกรรม โดยที่สมาคมฯ มีความเห็นว่าหนังสือตำราภาษาไทย โดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีอยู่ในปริมาณจำกัด ไม่พอเพียง ถ้าส่งเสริมให้มีหนังสือเช่นนี้เพิ่มขึ้น ย่อมมีส่วนช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาทางเทคโนโลยีให้สูงขึ้นและแพร่หลายขึ้นโดยปริยาย อีกทั้งยังช่วยสร้างสรรค์ปัญญา ความคิดริเริ่ม และความรู้ความเข้าใจอันถูกต้อง ซึ่งจะเป็นการปูรากฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยเป็นประโยชน์แก่สังคมอุตสาหกรรมโดยส่วนรวม

ปัจจุบัน สมาคมฯ ยังคงมีเจตนารมณ์อันแน่วแน่ที่จะขยายงานทุก ๆ ฝ่ายต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าด้วยเจตนาอันบริสุทธิ์ของสมาคมฯ ในการดำเนินกิจการที่มิใช่การแสวงหาผลกำไร หากมุ่งมั่นที่จะให้นักศึกษาและประชาชนได้มีโอกาสซื้อหาหนังสือตำราในราคาย่อมเยาเช่นนี้คงเกิดประโยชน์แก่สังคมส่วนรวมทั้งในทางตรงและทางอ้อม และหากสถาบันการศึกษาใดต้องการใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดเพื่อใช้ประกอบการศึกษา ทางสมาคมฯ ก็มิได้ขัดข้อง แต่ใคร่ขอให้ทำเรื่องขออนุญาตต่อทางสมาคมฯ ก่อน

อนึ่ง สมาคมฯ ใคร่ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียนและคณะผู้จัดทำที่ได้พากเพียรจนทำให้ตำราชุดนี้สำเร็จขึ้นมาได้ไว้ ณ ที่นี้ด้วย



(ศ.กิตติคุณ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)
นายกสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำแถลงของสำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. โดยแผนกตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม วิวัฒนาการมาจากโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อว่า โครงการตำรา ซึ่งจัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 พร้อม ๆ กับการก่อตั้งสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยมุ่งหวังที่จะให้มีตำราทางด้านวิทยาการต่าง ๆ ทั้งในระดับอาชีวศึกษาและประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางด้านช่างที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้

ในระยะแรกนั้น ตำราที่ผลิตโดยโครงการตำรา ส่วนใหญ่จะเป็นหนังสือแปลจากต้นฉบับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาจึงได้ขยายขอบข่ายของการจัดพิมพ์ครอบคลุมไปถึงงานแปลและเรียบเรียงจากต้นฉบับภาษาอื่น งานเรียบเรียง-เขียนตำราจากประสบการณ์ของผู้ชำนาญในแต่ละสาขา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาจารย์จากสถาบันการศึกษา

ต่อมาในระยะ 4-5 ปี หลังจากการก่อตั้งสมาคมฯ โครงการตำราได้วิวัฒนาการ เป็นโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม และเป็นส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2539 พร้อม ๆ กับการขยายขอบข่ายหนังสือที่จัดพิมพ์เพิ่มเติม ได้แก่ หนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ การบริหารจัดการคุณภาพ และอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การดำเนินงาน

โดยที่หนังสือที่จัดพิมพ์โดยสมาคมฯ ได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากนักศึกษาและประชาชนทั่วไป ทางสมาคมฯ จึงใคร่ขอเชิญชวนให้ผู้เชี่ยวชาญในวงการอุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษาได้ช่วยกันเขียน-เรียบเรียงหนังสือทางด้านเทคนิคอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยสมาคมฯ ยินดีให้การสนับสนุนในด้านการจัดพิมพ์

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ขอขอบคุณท่านผู้เขียน-เรียบเรียงและเจ้าหน้าที่ของสมาคมฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้ และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ และหากท่านผู้อ่านมีข้อชี้แนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ทางสำนักพิมพ์ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

▶▶ คำนิยม

อาจารย์ศุภชัย เป็นหนึ่งในผู้ที่อยู่เบื้องหลังหุ่นยนต์กู้ภัยแชมป์โลกหลายสมัยจากพระนครเหนือ ซึ่งหลายคนยังนึกไม่ออกว่าเราไปชนะพวกอเมริกา ญี่ปุ่นได้ยังไง ปีแรกว่า ฟลุค เลยเบิ้ลแชมป์มันเข้าไป ยังนินทากันอยู่ใช่ไหม แชมป์มัน 3-4 ปีไปเลยแล้วกัน

สิ่งหนึ่งที่ผมนับถืออาจารย์คือการทำอะไรต้องทำให้เสร็จ พอมีปัญหาก็แก้ไข ไม่ใช่เอามาบั่นทอนให้ล้มเลิก ลงมือทำมันให้สำเร็จลุล่วง ส่วนจะดีไม่ดีอีกเรื่องหนึ่ง คือถ้าทำไม่เสร็จ ก็ไม่ได้อะไรเป็นชิ้นเป็นอันไม่เกิดการเรียนรู้ จริงหรือเปล่าครับ

การเขียนหนังสือหรือตำราก็เช่นเดียวกัน ผมเห็นอาจารย์หลายท่าน ทำไป 70-80% แล้ว เหลืออีกนิดเดียว กลับไม่ทำให้เสร็จ ใครที่เคยเขียนหนังสืออาจจะพอทราบว่า 80% แรกอยู่ที่เรา อยู่ที่เนื้อหาของเรา ส่วนที่เหลือเป็นเรื่องที่ต้องใช้พลังเพื่อประสานงานและขอความร่วมมือจากหลายคนหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นการนำต้นฉบับไปเสนอให้กับสำนักพิมพ์ต่าง ๆ ตลอดจนการประสานงานกับส่วนพิสูจน์อักษร ส่วนทำ Artwork สิ่งเหล่านี้ต้องใช้ทั้งความพยายามและความอดทนอดกลั้นเป็นอย่างมาก ซึ่งอาจารย์ศุภชัยพิสูจน์แล้วว่าท่านเป็นหนึ่งในพวกที่นิยมความสำเร็จ จึงสามารถคลอดหนังสือเล่มนี้มาได้อีกเล่มหนึ่ง และท่านผู้อ่านที่ซื้อหนังสือเล่มนี้ก็มีแววว่าจะเป็นพวกเดียวกัน คราวนี้จะสามารถใช้งาน SolidWorks ได้ดั่งใจได้สำเร็จหรือเปล่า ก็อยู่ที่ท่านเองแล้วครับ ขอเอาใจช่วยอยู่ห่าง ๆ ครับ

ผมจึงต้องนิยมอาจารย์ท่านอีกครั้ง และหวังว่าท่านจะเขียนหนังสือคู่มือมาให้พวกเราได้ใช้ ได้อ่านอีกเรื่อย ๆ ต่อไป

บุญรักษาครับ อาจารย์
ขอให้สำเร็จนะครับ ท่านผู้อ่าน..

ตัวอย่าง

AppliCAD
DESIGN TECHNOLOGY EXPERT
www.applicadthai.com

ประภาส ตั้งอดุลย์รัตน์
ประธานกรรมการบริหาร
กลุ่มบริษัท แอพพลิแคด

▶▶ คำนิยม

ก่อนที่จะพูดถึงหนังสือเล่มใหม่นี้ผมขอพูดเรื่องที่อยากพูดก่อนครับ คือผมเองได้มีโอกาสรู้จักบรรดาน้อง ๆ แชมป์โลกบางทีมจากการแนะนำของ อาจารย์ศุภชัย ก็เลยอยากแสดงความรู้สึก เพราะปีนี้ประเทศไทยของเราได้แชมป์โลก World Rescues Robot 2009 มาครอบครองอีกแล้วครับ ต้องบอกว่าเป็นการป้องกันแชมป์ได้อย่างงดงามเป็นปีที่ 4 ติดต่อกันของประเทศไทย ซึ่ง "ไม่ธรรมดา" ครับ ผมว่าตอนนี้ทั้งทีมจากญี่ปุ่น เยอรมัน อเมริกา หรือประเทศอื่น ๆ เริ่มจะค้อนเราแล้วว่าจะเอาถ้วยไปทำอะไรนักหนา ใส่กาแฟดื่มก็ไม่ได้ ผมเองเคยได้ยินเรื่องเล่าจากผู้ใกล้ชิดของศาสตราจารย์ด้าน Robotic ที่สหรัฐอเมริกาว่าท่านเองก็ยังชื่นชมผลงานของเด็กไทย แม้กระทั่งเพื่อน ๆ ผมบางท่านที่ไม่ได้ติดตามข่าวสารการแข่งขันก็ยังโทรศัพท์มาถามผมแปลก ๆ เช่น ทำไมเราชนะตลอดเลย! เป็นเพราะอะไรช่วยวิเคราะห์หน่อย หรือที่ได้ยินมาร้ายกว่านั้นก็บอกว่าไอ้แข่งรายการนี้ พวกญี่ปุ่น อเมริกา ไม่ได้มาแข่งด้วย ไทยจึงได้แชมป์ (ว่าไปโน่น) ซึ่งก็ไม่แปลกใจหรอกครับ เพราะว่าแชมป์โลกก็คือแชมป์โลก การได้แชมป์โลก 4 ปีติดต่อกันของประเทศไทยนั้นเป็นเรื่องเหลือเชื่อแต่ไม่ใช่เรื่องบังเอิญอย่างแน่นอน

ผมเองก็คิดว่า นี่คือผลพวงของการออกแบบหุ่นยนต์ที่ดี มีโครงสร้างที่แข็งแรงและมีน้ำหนักกำลังดี รวมถึงความทุ่มเทของน้อง ๆ ที่ช่วยกันทำงานเป็นทีมอย่างสมบูรณ์แบบ (นี่ขนาดว่างบประมาณในการทำหุ่นยนต์นั้นน้อยกว่าประเทศมหาอำนาจอื่น ๆ หลายเท่าตัวนะครับ) รวมไปถึงการให้การสนับสนุนน้อง ๆ นักศึกษาในด้านต่าง ๆ จากหลายท่าน ซึ่งหนึ่งในนั้นก็ยกสปิริตที่ยอดเยี่ยมให้ อาจารย์ศุภชัยด้วยครับ เพราะเป็นผู้หนึ่งที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาในหลาย ๆ เรื่องกับหลาย ๆ ทีมจากประเทศไทยที่เป็นแชมป์โลก ทั้ง ๆ ที่ก็มีงานสอน และยังสละเวลามาเขียนหนังสือให้พวกเราชาว SolidWorks ได้ Update ความรู้ทันกับการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งปัจจุบันก็เป็น Version 2009 แล้ว

ถ้าการได้แชมป์โลก Robot Rescues ครั้งนี้เปรียบเหมือนพระแล้ว ก็คงไม่เกินความจริงเท่าไร ถ้าจะพูดว่าอาจารย์ศุภชัย ก็เป็นหนึ่งในทองแผ่นเล็ก ๆ ที่ปิดอยู่หลังพระองค์นี้

ประกิต เหล่าบุญเจริญ
กรรมการผู้จัดการ บริษัท โซลิด ซิสเต็ม จำกัด
(Managing Director; Solid System Co.,Ltd.)

▸▸ คำนำ

ตำราเล่มนี้เขียนขึ้นจากการนำประสบการณ์ในการสอนมาเรียบเรียงเพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงการใช้งานโปรแกรมให้เร็วที่สุด กลุ่มผู้อ่านที่มีความชื่นชอบการใช้โปรแกรมเขียนแบบโทรศัพท์มาแนะนำวิธีการเล่าเรื่องให้เป็นแบบรวมคำสั่งและแบบคลิก 1,2,3 .....เป็นขั้นตอน ไม่ชอบอ่านเนื้อหา ผมเข้าใจว่าผู้อ่านส่วนหนึ่งจะติดแนวการสอนแบบ AutoCAD คือการนำคำสั่งมารวมกันแล้วสอนไปทีละคำสั่ง ซึ่งต่างกับแนวความคิดของการสอนของ SolidWorks ที่สอนให้คนเขียนชิ้นงานไปพร้อมกับการสอนคำสั่ง ฟันธงว่าวิธีของ SolidWorks จะช่วยให้ผู้อ่านเล่นโปรแกรมเป็นเร็วกว่าครับ เชื่อผมสิเพราะผมสอนมาแล้วทั้งสองระบบ แต่ที่สุดแล้วทุกอย่างก็เป็นไปตามเวลา วันนี้เวลานี้ SolidWorks เป็นโปรแกรมที่ดีพร้อมที่สุด แต่ในอนาคตโปรแกรมที่ดีที่สุดก็อาจจะเป็นโปรแกรมอื่นก็เป็นไปได้ ผมมีความยินดีที่ได้มีโอกาสเขียนหนังสือให้คนอ่าน เพราะหน้าที่ผมคือ**การให้ความรู้ การแสวงหาความรู้เพื่อถ่ายทอด** (คำกล่าวของปราชญ์เดินดินท่านหนึ่ง)

ผมรู้จักกับ SolidWorks ตั้งแต่ Version 98 ก็คบกันมาเกือบ 10 ปี เริ่มคบกันในช่วงแรก ๆ ก็ไม่ไว้ใจกัน แต่ปัจจุบันเจอกันทุกวัน ทำงานร่วมกัน หากเปรียบเทียบแล้วการใช้งานโปรแกรม SolidWorks ก็เหมือนการเล่นกีตาร์ ช่วงแรกต้องเข้าใจหลักการ ต่อมาต้องซ้อม ต้องประยุกต์ใช้งาน แล้วจึงจะชำนาญด้านการเล่นกีตาร์ เพราะถ้าผู้อ่านศึกษา SolidWorks ด้วยตัวเอง ก็อาจจะช้า พัฒนาไม่มีรูปแบบ (เหมือนการเล่นกีตาร์โดยไม่รู้โน้ต พัฒนาได้ยาก ยกเว้นมีพรสวรรค์) แต่ถ้าผู้อ่านได้รับการสอนอย่างเป็นระบบ จะมีหลักการในการพัฒนาฝีมือการใช้ ผู้ใช้โปรแกรมก็จะเก่งได้ถึงขั้นเทพ (เหมือนการเล่นกีตาร์โดยที่เรียนโน้ตและเรียนแนวเพลงจะพัฒนาได้ดีกว่า) แต่ที่สำคัญที่สุด ไม่ว่าการใช้ SolidWorks หรือการเล่นกีตาร์ก็ต้องการการฝึกฝนและการซ้อมอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเล่นเป็นคิดว่ารู้แล้ว แต่ได้มาลองเขียนเครื่องจักรทั้งระบบจริง ๆ จะรู้ว่ามีเทคนิคมีวิธีการแก้ปัญหาอีกมากมาย ทำให้ผู้อ่านได้ติดตาม ได้เรียนรู้จนกลายเป็น **"เซียน SolidWorks"** ตัวจริง

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่เป็นขั้นตอน เหมาะสำหรับมือใหม่หัดเล่น ทั้งหมด 10 บท ใช้กับ SolidWorks 2009 ขึ้นไป ผมมั่นใจว่าคุ้มยิ่งกว่าคุ้มกับขีดความสามารถของโปรแกรมที่จะติดอาวุธให้ท่านผู้อ่าน สามารถสร้างงานแบบแปลน สร้างชิ้นงานตามแนวความคิด สร้างสิ่งประดิษฐ์ สร้างนวัฒกรรม นำพาชีวิตให้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย และพัฒนาอุตสาหกรรมไทยให้เจริญก้าวหน้าสืบต่อไป

ด้วยใจสุจริต ตราบชีวิตจะหาไม่

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี

17 กรกฎาคม 2552

▶▶ กิตติกรรมประกาศ

หนังสือเล่มนี้จะประสบความสำเร็จไม่ได้เลย หากขาดความช่วยเหลือ ความเมตตา ความกรุณา จากกลุ่มคนที่จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้ ถึงแม้ว่าแต่ละคนจะให้ความช่วยเหลือที่แตกต่างกัน แต่เรามีจุดหมายเดียวกัน จึงเกิดผลงานที่น่าภาคภูมิใจสูงสุด

ขอขอบพระคุณพ่อ-แม่ นายพิษณุ และนางอัมพร ตระกูลทรัพย์ทวี ที่ตั้งใจให้ผมเกิด (ถามแล้ว) ให้การศึกษาตามกำลังที่จะทำได้ ตลอดจนคำสอนต่าง ๆ เพียงหวังอยากให้ลูกเป็นคนดี

ขอขอบพระคุณ คุณครู-อาจารย์ ที่สั่งสอนและให้ความรู้ (ทั้งที่ตั้งใจสอนและไม่ตั้งใจสอนทุกท่าน) จนทำให้ผมมีวิชาความรู้ติดตัว ใช้ทำงานหาเลี้ยงชีพตัวเองและเลี้ยงครอบครัวจนถึงปัจจุบัน

ขอขอบคุณ คุณประภาส ตั้งอดุลย์รัตน์ และคุณประกิต เหล่าบุญเจริญ ที่ให้โอกาสที่ดีกับผม ให้ข้อมูลในการจัดทำหนังสือ ช่วยเหลือผมทุกอย่างที่จะทำให้งานหนังสือสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยให้หนังสือเล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ คุณน้อม คนคล่อง, คุณจรัญ แก้วหินลาย และครอบครัวของผม (น้อง OPAL, น้อง OMIE) ที่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการทำงาน

ขอขอบคุณโอกาสที่ดี จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) สำหรับการบริหารจัดพิมพ์ ให้แนวคิดในการจัดทำหนังสือที่มีคุณภาพ ตลอดทีมงานทั้งหมดของสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ขอขอบคุณผู้อ่านทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจกับผลงานเขียนของผม โทรศัพท์มาให้กำลังใจ คำติคำชมจากผู้อ่านทั่วประเทศ ว่าอยากให้ผมปรับปรุง อยากให้เขียนโปรแกรมโน้นนี้บ้าง เป็นต้น ก็ต้องขอขอบคุณทุกท่าน

หากงานเขียนมีความผิดพลาดหรือไม่ถูกใจท่าน ผมขอรับผิดเพียงผู้เดียว และสิ่งใดเป็นความดี ผมขอเปลี่ยนเป็นพรพระพุทธ ตลอดจนสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่พวกเรานับถือ ขอให้หนุนนำให้ท่านผู้อ่านประสบแต่ความสำเร็จ ขอให้มีสุขภาพที่สมบูรณ์ มีความสุขกาย สบายใจ ขอให้เป็นคนคิดดี คิดได้ คิดเป็น เพื่อครอบครัวและบริวารรอบข้าง เพื่อประเทศไทย เพื่อในหลวงของเราคนไทยทุกคน สาธุ

ด้วยใจสุจริต ตราบชีวิตจะหาไม่

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี

25 กรกฎาคม 2552

ตัวอย่าง

▶▶ คำอธิบายการใช้ DVD ประกอบหนังสือ

DVD มีอะไรน่าสนใจ

- ไฟล์ตัวอย่าง
- DVD สอนการใช้คำสั่งสำคัญ Version SW2008
- DVD สอนการใช้คำสั่งสำคัญ Version SW2009

ขั้นตอนการติดตั้ง DVD ประกอบหนังสือ

1) ใส่แผ่น DVD ที่แนบมาท้ายเล่มลงใน DVD Drive

2) กรอบหน้าต่างจะแสดงบนหน้าจอ (เป็นการ RUN อัตโนมัติ)

3) ถ้าต้องการให้ติดตั้งไฟล์ลงในโฟลเดอร์ C:\SolidWorks_Book\SW04_Intro2009 **ให้คลิก** OK

4) หรือหากต้องการเปลี่ยนโฟลเดอร์ ไปจากข้อ 3) ก็ให้คลิก **Browse...** แล้วก็เปลี่ยนโฟลเดอร์ตามที่ต้องการ แล้ว**คลิก** OK

DVD ที่แนบมาในเล่มจะเป็นไฟล์ที่ใช้ประกอบการอ่าน (อ่านไปด้วย ลองทำตามไปด้วย) เพราะเนื้อหาของหนังสือจะมีข้อความให้เปิดไฟล์ แล้วทดลองทำตามขั้นตอนในหนังสือ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้อ่านลดเวลาในการเขียนชิ้นงาน ผู้อ่านอย่าไปเข้าใจว่าเป็น DVD สอนนะครับ (คนเข้าใจผิดกันเยอะครับ)

ไฟล์ในโฟลเดอร์ C:\SolidWorks_Book\SW04_Intro2009 จะแยกเป็นบท ๆ ตั้งแต่บทที่ 1 (Lesson01) ถึงบทที่ 10 (Lesson10) เช่น ต้องการเปิดไฟล์ในบทที่ 4 ก็เปิดโฟลเดอร์ C:\SolidWorks_Book\SW04_Intro2009\Lesson04 ส่วนภาพในโฟลเดอร์ จะมีโฟลเดอร์ย่อยแบ่งเป็น Case Study และ Exercises ซึ่งมีความหมายว่า

โฟลเดอร์ Case Study จะมีไฟล์ที่ใช้ประกอบการอ่าน**เนื้อหา**

โฟลเดอร์ Exercises จะมีไฟล์ที่ใช้ประกอบการทำ**แบบฝึกหัด**

ตัวอย่าง ถ้าต้องการเปิดไฟล์ชิ้นงานชื่อ "Spring Clamp" ซึ่งเป็นเนื้อหาใน**บทที่** 4 ก็ให้ผู้อ่านเปิดไฟล์ชิ้นงานที่โฟลเดอร์ C:\SolidWorks_Book\SW04_Intro2009\Lesson04 แล้วเปิดแฟ้ม Case Study แล้วก็หาไฟล์ชื่อ Spring Clamp ตามที่ต้องการ

ตัวอย่าง

สารบัญ

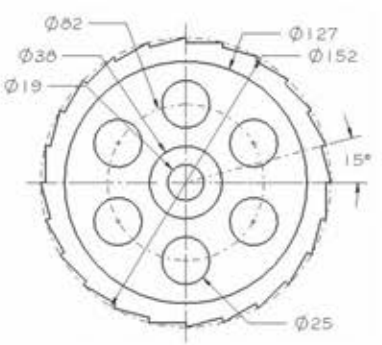
บทที่ 1 แนะนำโปรแกรม SolidWorks 1

1.1 แนะนำโปรแกรม SolidWorks 2

1.2 User Interface Overview 8

1.3 ตัวอย่างการเขียนชิ้นงาน 28

แบบฝึกหัดบทที่ 1 68



บทที่ 2 การเขียนเส้นร่าง (Sketch) 69

2.1 กล่าวนำ 70

2.2 ตัวอย่างการเขียนเส้นร่างและให้ขนาด 84

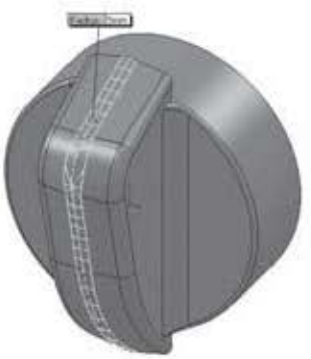
แบบฝึกหัดบทที่ 2 95

บทที่ 3 การเขียนชิ้นงานหมุนกวาดและหน้าตัดกลมกลืน (Sweep and Loft) 101

3.1 การสร้างถ้วยกาแฟ โดยการเชื่อมต่อหน้าตัด (Loft) 102

3.2 การสร้างเหยือกใส่น้ำ 116

แบบฝึกหัดบทที่ 3 129



บทที่ 4 การเขียนสำเนาชุดและการลบมุม (Pattern and Fillets) 131

4.1 การสร้างตัวเรือนไมโครโฟน 132

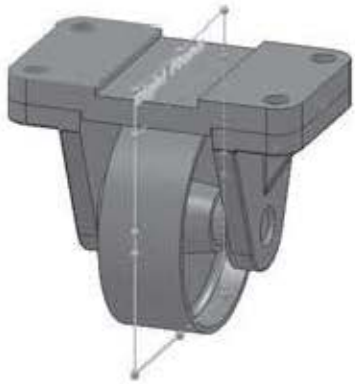
4.2 การสร้างปุ่มปิด 142

4.3 การสร้างแฟนจับยึดแกนล้อ 154

4.4 การเขียนบูชแท่นเครื่อง 162

4.5 ตัวอย่างแนวความคิดในการเขียนชิ้นงาน 165

แบบฝึกหัดบทที่ 4 174



บทที่ 5 การสร้างชิ้นงานแบบสมบูรณ์ 179

5.1 การเขียนชิ้นงาน (Part) 180

5.2 การประกอบชิ้นงาน (Assembly) 189

5.3 การสร้างแบบแปลน (Drawing) 195

5.4 การสร้างภาพแยกชิ้น (Exploded View) 202

5.5 การสร้างใบรายการวัสดุ (Bill of Materials) 205

5.6 การสร้างไฟล์แบบแปลน
อิเล็กทรอนิกส์ (eDrawing) 207

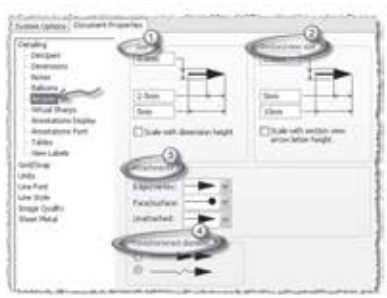
แบบฝึกหัดบทที่ 5 209

บทที่ 6 การเขียนแบบแปลนและมุมมอง 217

6.1 การเขียนแบบแปลน (Drawing) 218

6.2 การทดลองเขียนแบบแปลน 243

แบบฝึกหัดบทที่ 6 249



บทที่ 7 การบอกขนาด (Dimension) 255

7.1 การบอกขนาด (Dimension) 256

7.2 เส้นที่ใช้ในการบอกขนาด 261

7.3 การวางเส้นบอกขนาด 262

7.4 หัวลูกศร 263

7.5 เส้นชี้บอกขนาด 264

7.6 ตัวเลขบอกขนาด 265

7.7 การบอกขนาดเส้นเอียง 267

7.8 การบอกขนาดเส้นโค้ง 268

7.9 การบอกขนาดทรงกระบอก 269

7.10 การกำหนดรายละเอียดบนแบบแปลน 270

7.11 การลบและการจับย้ายตัวเลขบอกขนาด 273

7.12 การบอกขนาดของรูเจาะ 274

ตัวอย่าง

7.13 การควบคุมการบอกขนาด 275
7.14 การจัดแนวตัวเลขบอกขนาด (Aligning Dimensions) 278
7.15 การเขียนภาพแนวตัด (Section View) 283
แบบฝึกหัดบทที่ 7 290

บทที่ 8 การสร้างไฟล์ต้นแบบแบบแปลน (Drawing Templates) 295
8.1 ตัวแปรควบคุมแบบแปลน 296
8.2 การปรับตั้งค่า (Settings) 312
8.3 รูปแบบการแสดง 316
แบบฝึกหัดบทที่ 8 340

Drawing Size: "Physical Paper"	Size in inches: Vertical	Horizontal
A horizontal (landscape)	8.5	11.0
A vertical (portrait)	11.0	8.5
B	11.0	17.0
C	17.0	22.0
D	22.0	34.0
E	34.0	44.0
F	28.0	40.0
G, H, J and K apply to roll sizes, User Defined		

Drawing Size: "Physical Paper" Metric	Size in Millimeters: Vertical	Horizontal
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4 horizontal (landscape)	210	297
A4 vertical (portrait)	297	210

บทที่ 9 ต้นแบบแบบแปลนอ้างอิงมาตรฐาน ASME-1995 345
9.1 ASME Y14.1 การจัดรูปแบบมาตรฐาน 347
แบบฝึกหัดบทที่ 9 362

บทที่ 10 การประยุกต์ใช้งาน 365
10.1 การเขียนงานโลหะแผ่น (Sheet Metal) 366
10.2 การเขียนเส้นร่าง 3 มิติ (3D Sketch) 371
แบบฝึกหัดบทที่ 10 378

ตัวอย่าง

แนะนำโปรแกรม SolidWorks

Lesson 1

ตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้ออกแบบได้เรียนรู้และทำความเข้าใจในบทต่อไป

- แนะนำโปรแกรม SolidWorks
- User Interface Overview (การเรียกใช้คำสั่ง)
- ตัวอย่างการเปิดแฟ้มงาน การบันทึก และการทำแบบฝึกหัด

1.1 แนะนำโปรแกรม SolidWorks

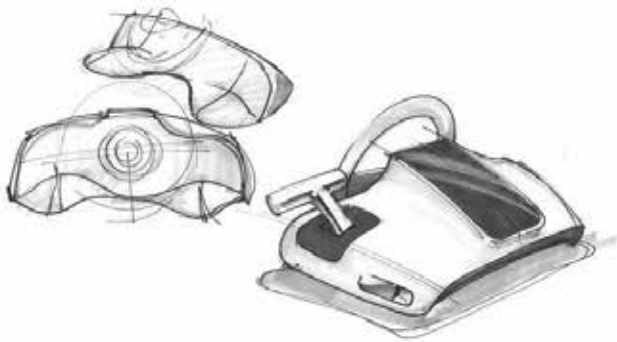
หากแบ่งประเภทของโปรแกรมตามการใช้งาน สามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ CAD, CAM และ CAE โดยโปรแกรมที่ประยุกต์ใช้งานด้านการออกแบบและสร้างต้นแบบ เรียกว่า CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถประยุกต์ในงานต่าง ๆ ได้แก่ งานด้านวิศวกรรม งานด้านสถาปัตยกรรม งานไฟฟ้า งานออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นต้น สมัยก่อนโปรแกรมที่ใช้กันแพร่หลายและได้รับความนิยมมักเป็นระบบ 2 มิติ มีขีดความสามารถช่วยงานเขียนแบบเท่านั้น

การออกแบบชิ้นงานในระบบ 3 มิติ จะต้องใช้โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่องานออกแบบโดยเฉพาะ ซึ่งการเขียนชิ้นงานเป็นระบบ 3 มิติ จะมีเครื่องมือช่วยในการสร้างชิ้นส่วนและสร้างงานประกอบ สามารถจำลองงานประกอบได้เหมือนจริง รวมถึงสามารถสร้างแบบแปลนอัตโนมัติได้

ความแตกต่างระหว่างงานออกแบบและเขียนแบบในระบบ 2 มิติ กับระบบ 3 มิติ คือ ขีดความสามารถในการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำเสนอแนวคิดของรูปทรงและสัดส่วนขนาดให้กระจ่าง รวมถึงขีดความสามารถในการปรับแก้ไขผลิตภัณฑ์ การนำข้อมูลไปใช้กับแผนกอื่น ๆ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสร้างต้นแบบ คุณสมบัติที่โปรแกรม CAD 3D ควรจะต้องมี ได้แก่ สามารถทำงานในระบบ 3 มิติ ต้องสร้างงาน Drawing โดยอัตโนมัติ และแก้ไขได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว

SolidWorks ไม่เพียงแต่ช่วยให้งานเขียนแบบสะดวกรวดเร็วขึ้น แต่ยังช่วยให้งานทั้งระบบเร็วขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นการเพิ่มผลผลิต (Productivity) ของทั้งระบบ ส่วนขั้นตอนพื้นฐานในการออกแบบ (Basic Design Process) มีลำดับดังต่อไปนี้

1. แนวความคิดในการออกแบบระบบ 3 มิติ (Conceptual Design : 3D)
2. การเขียนเส้นร่างระบบ 3 มิติ (Sketching : 3D) ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แนวความคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์

(ที่มา : http://www.product-reviews.net/categon/other-tech-gadget/concept-gadgets)

ของศาสตราจารย์สุกฤช พระอุดมทรัพย์ทวี

3. การเขียนชิ้นงานระบบ 3 มิติ (Part Design : 3D) ดังแสดงในรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 การสร้างชิ้นงานประกอบในระบบ 3 มิติ
(ที่มา : http://www.product-reviews.net/category/other-tech-gadget/concept-gadgets/)

4. การประกอบชิ้นงาน (Assembly Design : 3D)
5. การตรวจสอบค่าทางวิศวกรรม (Engineering Checking (Motion, CG, Mass) : 3D)
6. การสร้างรายละเอียดแบบแปลน (Part Detail Drawing : 2D)
7. การสร้างแบบแปลนงานประกอบ (Assembly Drawing : 2D)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเขียนแบบจะทำให้ช่วงเวลาของการออกแบบผลิตภัณฑ์สั้นลง ผู้ออกแบบสามารถมองเห็นภาพจำลองเป็นแบบ 3 มิติ เสมือนจริง ทำให้สามารถทดสอบการเคลื่อนไหว เห็นภาพประกอบจริงของผลิตภัณฑ์ ส่วนการสร้างรายละเอียดแบบแปลน (Detail Drawing) นั้นเป็นผลพลอยได้ที่ SolidWorks สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ

ผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมช่วยออกแบบในระบบ 3 มิติ

1. ช่วยให้การแสดงแนวความคิดที่ออกแบบไว้เสมือนจริง ทำให้ง่ายในการสื่อสารและอธิบายแนวคิดในการออกแบบ

2. ลดความผิดพลาดในการออกแบบ เพราะสามารถจำลองภาพชิ้นส่วน จำลองการประกอบ จำลองการเคลื่อนไหวเมื่อตรวจสอบการต่อชน และตรวจสอบค่าทางวิศวกรรม ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และผลคำนวณในเชิงวิศวกรรม

3. การทำรายละเอียดแบบแปลน (Detail Drawing) โปรแกรมสามารถสร้างแบบแปลน 2 มิติได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดของคน (Human Error)

4. ความต่อเนื่องในการทำงานเต็มระบบ โดยไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการออกแบบจะนำไปใช้ในงานเฉพาะด้าน เช่น การออกแบบแม่พิมพ์ฉีด (Mold Design) การออกแบบเลือกเครื่องมือในงานผลิต (CAM Design) โดยการสร้างเส้นทางเดินเครื่องมือ (Tool Path) ของเครื่อง CNC เพื่อทำการผลิตชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพ

5. การแก้ไขชิ้นส่วนหรือแก้ไขแนวความคิดในการออกแบบ สามารถแก้ไขได้ทุกขั้นตอน เมื่อทำการเชื่อมโยงข้อมูลของไฟล์งานใดไว้ โปรแกรมก็จะปรับแบบแปลนให้เป็นปัจจุบันโดยอัตโนมัติ

เหตุผลสำคัญของการใช้งานโปรแกรมในระบบ 3 มิติ

1. การตลาด (Marketing)

(1) การนำเสนอที่ดีกว่า (Better Presentation) ในการนำเสนอต่อลูกค้าหรือผู้บริหารที่มีอำนาจตัดสินใจ ซึ่งอาจจะมีเวลาไม่มากนักที่จะลงรายละเอียดหรือดูแบบแปลนบนกระดาษ ดังนั้นการสื่อสารโดยแสดงเป็นภาพ 3 มิติ จะสามารถหมุนชิ้นงานดูได้รอบหรือสามารถมองเห็นการทำงานภายในได้ ทำให้สื่อสารกันได้เข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้ภาพพจน์และความน่าเชื่อถือของบริษัทดีขึ้นและดีกว่าคู่แข่ง

(2) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความใฝ่ฝันหนึ่งของผู้ซื้อคือต้องสามารถมองเห็นภาพผลิตภัณฑ์และสามารถแก้ไขให้ตรงตามความต้องการมากที่สุด ซึ่งโปรแกรม 3 มิตินี้จะทำให้เราสามารถแก้ไขชิ้นงานได้อย่างง่ายดายจนกว่าลูกค้าจะพึงพอใจ

2. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Research & Development)

(1) ความรวดเร็วในการเข้าถึงตลาด (Faster time to market) เมื่องานออกแบบสามารถสร้างได้เร็วขึ้น การแก้ไขทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถสร้างผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ จากที่มงานจำนวนเท่าเดิม รวมทั้งผลิตออกสู่ท้องตลาดได้เร็วกว่าคู่แข่ง ก็เป็นการสร้างความได้เปรียบให้แก่บริษัท

(2) คุณภาพผลิตภัณฑ์ (Quality Product) โปรแกรมจะมีเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้สามารถจำลองการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์เป็น 3 มิติ ทำให้ผู้ออกแบบเห็นงานจริง ๆ และสามารถจำลองการประกอบเพื่อดูว่าเหมาะสมหรือไม่ ติดขัดอย่างไร รวมไปถึงการทดสอบการใช้งาน (Function) การเคลื่อนไหวของกลไกภายใน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและมีต้นทุนที่ต่ำลง โดยเฉพาะการลดต้นทุนในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ เพราะเราสามารถมองเห็นบนจอได้ รวมทั้งสามารถหาค่าคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น น้ำหนัก จุดศูนย์รวมน้ำหนัก (Center of Gravity) พื้นผิว และปริมาตร เป็นต้น

3. **การผลิต** (Production)

(1) การผลิตอัตโนมัติ (Automation) ในกรณีที่บริษัทมี CNC อยู่แล้ว ก็สามารถหาโปรแกรม CAM (Computer Aided Manufacturing) มาใช้เพื่อแปลงไฟล์จากชิ้นงาน 3 มิติ ให้กลายเป็น G-Code เพื่อส่งให้กับเครื่อง CNC ซึ่งแบบเดิมอาจจะต้องทำแบบแปลน แล้วป้อนค่าข้อมูลลงในเครื่อง CNC

(2) การสื่อสารกับผู้รับจ้าง (Communication with Supplier) ในกรณีที่ส่งงานให้บริษัทรับจ้าง (Supplier) เป็นผู้ผลิต ก็สามารถคุยกับผู้รับจ้างเป็นแบบ 3 มิติได้เลย โดยไม่ต้องจำกัดว่าต้องเป็นแบบแปลน 2 มิติ (2D Drawing) เพียงอย่างเดียว โดยสามารถบันทึกไฟล์ในรูปแบบ 3 มิติ ส่งให้กับผู้รับเหมาที่มีระบบ CAD/CAM ใช้งานอยู่แล้ว ซึ่งผู้รับเหมาจะไม่ต้องเสียเวลามาตรวจสอบกันอย่างละเอียด เป็นการลดความผิดพลาดของคนและลดการทำงานซ้ำ (Decrease Human Error & Rework)

เมื่อใช้ระบบคอมพิวเตอร์และระบบอัตโนมัติ (Computerize and Automation) ซึ่งเป็นการนำโปรแกรมเข้ามาทำงานแทนที่คน แน่นอนว่าความผิดพลาดจากคน (Human Error) ต้องลดลง เมื่อออกแบบได้ดีและเป็นอัตโนมัติทั้งหมด จึงลดการทำงานซ้ำ (Engineering Rework) ได้อีกด้วย ส่งผลให้ต้นทุนต่ำลง

ขีดความสามารถของโปรแกรม SolidWorks

1. **การควบคุมคำสั่งเหมือนกับการใช้งาน** Windows

SolidWorks ถูกสร้างขึ้นบน Windows ไม่ใช่โปรแกรมที่ปรับเปลี่ยนคำสั่งมาจาก UNIX หรือ DOS จึงทำให้ SolidWorks ทำงานได้ราบเรียบและฉลาด (Smart & Smooth) มากบน Windows ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มเทคนิค (Technique) การลาก-วาง (Drag & Drop) หรือการใช้ Object หรือ File ร่วมกับซอฟต์แวร์อื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น การทำตารางออกแบบ (Design Table) จากโปรแกรม Excel ที่สามารถทำชิ้นงานมาตรฐาน (Standard Part) หรือชิ้นงานต้นแบบ โดยที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในตาราง Excel ได้โดยไม่จำเป็นต้องสร้างชิ้นงานใหม่ เพราะโปรแกรมจะทำการเปลี่ยนแปลงขนาดและชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามค่าที่เราให้ไว้อย่างอัตโนมัติ หรือกรณีการสร้างใบรายการวัสดุ (BOM) อัตโนมัติ SolidWorks ก็จะถอด BOM ลงในไฟล์รูปแบบ Excel ที่สามารถนำข้อมูลไปคำนวณราคาต้นทุนหรือนำไปเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้

2. **การสร้างชิ้นส่วนแบ่งเป็นระดับ**

SolidWorks เป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้ออกแบบชิ้นงานทำงานได้เหมือนกับการปั้นดินน้ำมันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ออกแบบจะสามารถจับชิ้นงานเหล่านี้มาประกอบเป็นชิ้นงานจริง รับรู้ได้ถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และสุดท้ายจะช่วยสร้างรายละเอียดแบบแปลนโดยอัตโนมัติ ซึ่งงานใน SolidWorks จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ชิ้นส่วน (Part) งานประกอบ (Assembly) และงานแบบแปลน (Drawing)

3. การออกแบบสร้างชิ้นส่วน

SolidWorks เป็นโปรแกรมประเภท SolidBase คือ ขึ้นรูปเป็นก้อนตัน ซึ่ง SolidWorks จะเริ่มโดยการเขียนเส้นร่าง Sketch Profile แล้วกำหนดการยืด (Extrude) ให้มีความหนา Cut คือ การตัดลงไปตามระยะที่กำหนด Sweep คือ การกวาดหรือยืดหน้าตัดไปตามเส้นทางที่กำหนด Revolve คือ การใช้พื้นที่ปิดหรือเส้นร่างปิดกวาดหมุนรอบแกน คำสั่งเหล่านี้เป็นคำสั่งพื้นฐานของการขึ้นรูปชิ้นส่วน นอกจากนี้ SolidWorks ยังมีคำสั่งมากมายที่ใช้ช่วยสร้างชิ้นงานไม่ว่าจะมีความซับซ้อนแค่ไหน ซึ่งจะช่วยให้เราขึ้นรูปได้ง่ายและถูกต้อง และมีขีดความสามารถในการสร้างงานพื้นผิวอิสระ (Freeform) ให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพื้นผิวชิ้นส่วนให้ได้ตามต้องการโดยใช้เมาส์จับยึดที่พื้นผิวชิ้นงานได้เลย และงานโลหะแผ่น (Sheet Metal) หรืองานออกแบบแผ่นคลี่ ผู้ใช้จะสามารถรู้ขนาดและรูปร่างของชิ้นงานที่ต้องถูกตัดก่อนที่จะพับได้ จึงครอบคลุมทุก ๆ งานของการออกแบบเครื่องกล (Mechanical Design) และงานออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design)

4. การออกแบบการประกอบชิ้นงาน

SolidWorks จะสามารถดึงชิ้นงานมาประกอบกันได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ลาก-วาง (Drag & Drop) ชิ้นงานที่สร้างไว้มาวางในสภาวะการประกอบชิ้นงาน

(2) ลดจำนวน ลำดับขั้นดีกรีอิสระ (Degree of Freedom) ของแต่ละชิ้นงานลงโดยให้ความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงาน และสามารถอ้างอิง (Reference) ได้ทุกส่วนของชิ้นงาน ไม่ว่าจะเป็นขอบ พื้นผิว มุม จุดศูนย์กลาง แกนหลัก หรือระนาบของชิ้นงาน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องง่ายมากที่จะนำชิ้นงานแต่ละชิ้นเข้ามาประกอบกัน

(3) สร้างชิ้นงานต่อเชื่อม โดยใช้การเขียนเส้นร่างบนระนาบหรือพื้นผิว หรือใช้ชิ้นงานเป็นฐาน

5. การสร้างแบบแปลน

ถ้าต้องการสร้างรายละเอียดแบบแปลน (Detail Drawing) ก็เป็นเรื่องง่าย ๆ เพียงผู้ใช้เลือกมุมมองมาตรฐาน (ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง) ส่วนการสร้างภาพตัด (Section View) จากชิ้นงานประกอบก็สามารถสร้างในรายการวัสดุ (BOM) การแสดงตัวเลขบอกขนาด (Dimension) และสัญลักษณ์ (Symbol) ทางเครื่องกลโดยอัตโนมัติ

6. การเชื่อมโยงระหว่างสภาวะต่าง ๆ

การทำงานในโหมดต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างชิ้นส่วน (Part) การสร้างงานประกอบ (Assembly) และการสร้างแบบแปลน (Drawing) ทั้ง 3 โหมดจะมีความเชื่อมโยงกัน ถ้าผู้ออกแบบแก้ไขในโหมดใด ก็จะเชื่อมโยงไปยังโหมดหรือไฟล์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น ถ้าแก้ไขแบบแปลนของชิ้นงาน A ก็จะเชื่อมโยงไปแก้ไขชิ้นงาน A ในโหมดของไฟล์ชิ้นงานด้วย และยังเชื่อมโยงการแก้ไขไปยังไฟล์ในโหมดงานประกอบอีกด้วย ถือว่าเป็นการลดข้อผิดพลาดจากการทำงานของคน

7. แก้ไขและเปลี่ยนแปลงได้ทุกขั้นตอน

งานออกแบบต้องอยู่คู่กับการแก้ไขเสมอ SolidWorks มีความสามารถในการแก้ไขแบบเต็ม 100% เพราะไม่ว่าเราจะออกแบบไปถึงขั้นตอนใด 80% หรือ 90% ถ้าชิ้นงานตัวแรกมีความจำเป็นต้องเปลี่ยน ด้วยขีดความสามารถของ SolidWorks งานแก้ไขก็กลายเป็นเรื่องง่าย ๆ ใช้เวลาน้อยและมีความถูกต้องสูง SolidWorks ไม่ได้เพียงแต่แก้ไขขนาด (Dimension) เท่านั้น ในส่วนของรากรายการ (FeatureManager) ที่อยู่ด้านซ้ายจะเป็นส่วนที่เก็บขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ เป็นลำดับ ซึ่งถ้าเราไปดับเบิลคลิก (Double Click) ที่ขั้นตอนใด SolidWorks จะขึ้นกรอบหน้าต่าง (Dialog Box) ให้เราแก้ไข ซึ่งสามารถแก้ไขได้หมด ไม่ว่าจะเป็นขนาดสัดส่วนเส้นร่างหรือการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว และความหนา ซึ่งเป็นความหมายของการแก้ไขได้แบบเต็ม 100% (100% Editable) ของ SolidWorks

8. สแกนในระบบ 3 มิติ

ความสามารถอีกส่วนหนึ่งที่เพิ่มเข้ามาใน SolidWorks ก็คือ การทำงานกับไฟล์ที่ได้มาจากเครื่องสแกนแบบ 3 มิติ ไฟล์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็น Point Cloud ซึ่ง SolidWorks สามารถเปิดไฟล์เหล่านี้ได้โดยตรงและสามารถแปลงเป็นชิ้นงานที่เป็นทรงตัน (Solid) ได้

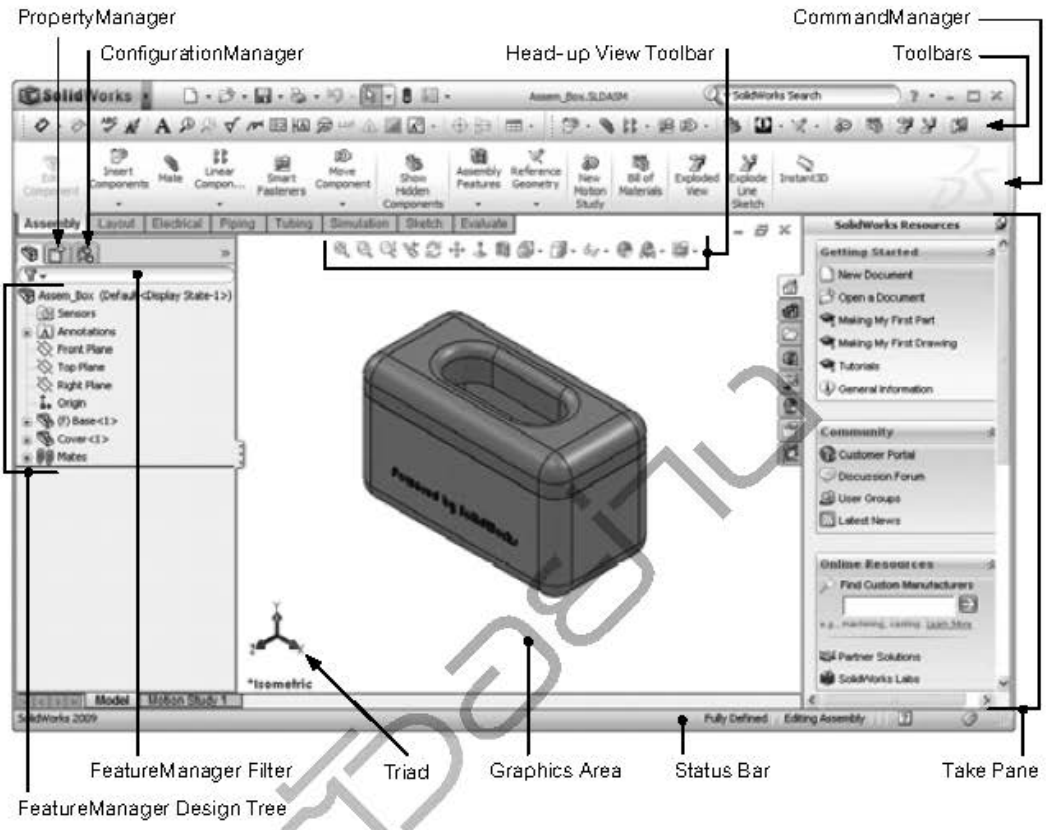
9. การส่งผ่านไฟล์

เมื่อผู้ออกแบบต้องใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ SolidWorks ก็สามารถแปลงไฟล์เป็นมาตรฐานได้ ไม่ว่าจะเป็น IGES, STEP, DXF, DWG, STL, SAT และโดยเฉพาะผู้ที่ใช้ UG อยู่แล้ว SolidWorks ก็สามารถแปลงไฟล์เป็นของ UG ได้โดยตรง

10. การทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น

SolidWorks จะพัฒนาเครื่องมือ CAD เพียงอย่างเดียว คือ Part, Assembly และ Drawing ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนด้านอื่น ๆ เช่น CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE (Computer Aided Engineering) เช่น FEA หรือ Plastic Flow Analysis รวมทั้ง TDM (Technical Data Management) ผู้ใช้สามารถจะเลือกใช้ Software ตัวใดก็ได้ที่เห็นว่าเหมาะสม เช่น จะใช้ CAM ก็สามารถเลือก MasterCAM, SurfCAM หรือ Teksoft ได้ตามที่เห็นว่าเหมาะสม หรือถ้าจะวิเคราะห์ FEA ก็จะสามารถเลือก ANSYS, NASTRAN หรือ COSMOS เพราะโปรแกรมเหล่านี้จะเป็น Software Plug-in อยู่บนสภาพแวดล้อมภายในของ SolidWorks ทำให้ไม่ต้องมีการส่งผ่านไฟล์ จึงสะดวกและลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการนำเข้าไฟล์เหล่านั้น

1.2 User Interface Overview



พื้นที่ออกแบบ (Graphics Area or Graphics Windows)

พื้นที่ออกแบบหรือที่เรียกกันติดปากว่า Graphics Area เป็นกรอบพื้นที่สำหรับสร้างและแสดงแบบจำลองชิ้นงาน ภายในหน้าจอออกแบบจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่จะแสดงให้เห็นเมื่อเริ่มเปิดใช้งานและขณะสร้างแบบจำลองชิ้นงาน ดังนี้

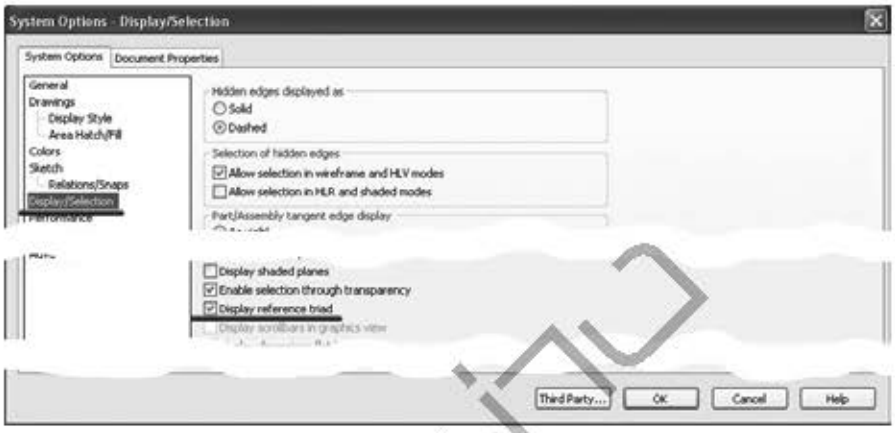
1. แกนอ้างอิงแสดงชิ้นงาน (Reference Triad)

*Trimetric

Triad จะแสดงอยู่ในไฟล์งานของ Part และ Assembly เพื่อใช้อ้างอิงในการแสดงชิ้นงานตามระนาบมาตรฐาน นั่นคือ ระนาบ Front, Top และ Right ซึ่งจะเทียบจาก Triad คือ ระนาบ XY, XZ และ YZ ตามลำดับ โดยที่ Triad สามารถซ่อนไม่ให้แสดงอยู่บนหน้าจอออกแบบได้

การแสดงหรือซ่อน Reference Triad **ทำได้โดย**

- **คลิก** Tools, Options, System Options Tab, Display/Selection
- จากรายการตัวเลือกด้านขวามือ **เลือก** Display reference triad **เพื่อแสดง** Triad บนหน้าจอออกแบบ และไม่เลือกเพื่อไม่ให้แสดงบนหน้าจอออกแบบ



- **คลิก** OK

2. **จุดกำเนิด** (Origin)

จุดกำเนิดของแบบจำลองชิ้นงานจะแสดงเป็นสีน้ำเงิน หมายถึง พิกัด (0, 0, 0) นั่นเอง เมื่อเราเริ่มต้นการเขียนเส้นร่าง (Sketching) จุดกำเนิดจะแสดงเป็นสีแดง ซึ่งจะแสดงถึงพิกัด (0, 0, 0) ของเส้นร่าง ปกติจะนิยมสร้างแบบจำลองชิ้นงาน (Parts) โดยเขียนเส้นร่างเริ่มต้นจากจุดกำเนิด เนื่องจากจะมีผลเมื่อนำชิ้นงาน (Parts) มาประกอบ (Assembly) เข้าด้วยกัน ถ้าหากเราออกแบบสร้างชิ้นงานโดยขาดการวางแผนที่ดี จะส่งผลไปถึงการประกอบและการเขียนแบบแปลน (Drawing) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

Toggle the Origin Display (การแสดงหรือไม่แสดงจุดกำเนิดบนหน้าจอออกแบบ)

- ในกรณีที่ยังไม่แสดงจุดกำเนิดบนหน้าจอออกแบบ **ให้คลิก** View, Origins **เพื่อแสดง**จุดกำเนิดบนหน้าจอออกแบบ **และคลิก** View, Origins **เพื่อยกเลิกการแสดงจุดกำเนิด**
- ในกรณีที่แสดงจุดกำเนิดบนหน้าจอออกแบบแล้ว จาก FeatureManager Design Tree **ให้คลิกไอคอน** Origin แล้วเลือก Hide จาก Context Toolbar ดังแสดงในรูป

3. Head-up View Toolbar

เป็นแถบเครื่องมือที่แสดงแบบโปร่งใส (Transparent) ซึ่งอยู่ด้านบนสุดของหน้าจอออกแบบ (Graphics Window หรือ Graphics Area) ในแต่ละ Viewport ดังรูป

Head-up View Toolbar

เราสามารถปรับแต่งการใช้งานของ **Head-up View** Toolbar เพื่อให้แสดงเครื่องมือที่เราใช้งานบ่อย ๆ หรือไม่แสดงเครื่องมือที่เราไม่ค่อยได้ใช้ได้ตามต้องการ

- **คลิกขวาบน**เครื่องมือใด ๆ ของ **Head-up View** Toolbar
- **คลิกเลือกเครื่องมือ** (Tools) ที่ต้องการให้แสดง (ใส่เครื่องหมายถูก) หรือถ้าไม่ต้องการให้เครื่องมือใดแสดงขึ้นมา ให้คลิกซ้ำอีกครั้ง (เพื่อเอาเครื่องหมายถูกออก)
- **คลิก**ที่ว่างบนหน้าจอออกแบบ (Graphics Area) เครื่องมือใหม่ที่เลือกเอาไว้จะแสดงขึ้นมาบน **Head-up View** Toolbar ดังรูป

4. Accepting Features and Sketches

(1) การตอบรับการสร้าง Features จากเมาส์

มีหลายวิธีในการตอบรับการสร้าง Features เมื่ออยู่ในขั้นตอนของการสร้าง Feature ใด ๆ ขณะที่ชิ้นงานแสดงภาพล่วงหน้า (Preview) เราสามารถ

- **คลิกขวาบน** Graphics Area แล้วเลือก OK หรือ Cancel จากเมนูลัด (Shortcut Menu)
- **คลิกเมาส์ขวา**เมื่อตัวชี้แสดงสัญลักษณ์เป็น เพื่อตอบรับการสร้าง Feature นั้น ๆ

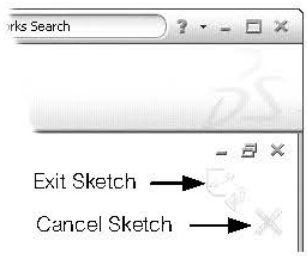
หมายเหตุ : *โดยปกติแล้วขณะที่ตัวชี้แสดงสัญลักษณ์เป็น จะหายไปทันทีเมื่อเราเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งอื่น นั่นหมายความว่าเราจะต้องคลิกเมาส์ขวาทันทีที่ตัวชี้แสดงสัญลักษณ์ดังกล่าว*

*(2) **ตอบรับจาก** Confirmation Corner*

ยังมีวิธีอื่น ๆ ในการตอบรับการสร้าง Features หรือตอบรับการเขียน Sketches โดยการใช้ Confirmation Corner ดังนี้

- **คลิกไอคอน** OK หรือ Cancel ที่แสดงอยู่ตรงมุมบนขวาของหน้าจอออกแบบเพื่อตอบรับหรือยกเลิกการสร้าง Feature ดังแสดงในรูปด้านขวา

- **คลิกไอคอน** Exit Sketch จาก Confirmation Corner ที่แสดงอยู่ตรงมุมบนขวาของหน้าจอออกแบบเพื่อสิ้นสุดการเขียนเส้นร่าง ดังแสดงในรูปด้านขวา

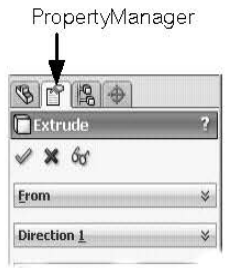


หรือ**คลิกไอคอน** Cancel Sketch เพื่อยกเลิกการเขียนเส้นร่าง ซึ่งจะมีกรอบข้อความให้เรายืนยันการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงเส้นร่าง ให้ตอบตกลงโดย**คลิกปุ่ม** OK

ข้อแนะนำ : *เราสามารถปิดการแสดง Confirmation Corner บน Graphics Area ได้ โดย**คลิก** Tools, Options, System Options, General จากนั้น**ยกเลิกการเลือก** Enable Confirmation Corner แล้ว**คลิกปุ่ม** OK*

(3) ตอบรับการสร้าง Features จาก PropertyManager

ในกรณีของการสร้าง Features จากคำสั่งใด ๆ จะมี PropertyManager ให้เราปรับตั้งค่าต่าง ๆ และตอบรับการสร้าง Features ดังนี้

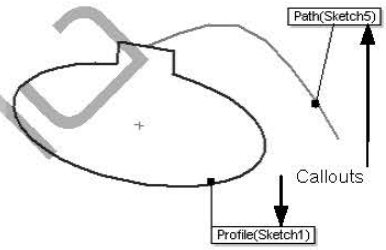


- **คลิก** OK ✔ หรือ**กด Enter** เพื่อตอบรับการสร้าง Feature
- **คลิก Cancel** ✖ หรือ**กด Esc** เพื่อยกเลิกการสร้าง Feature

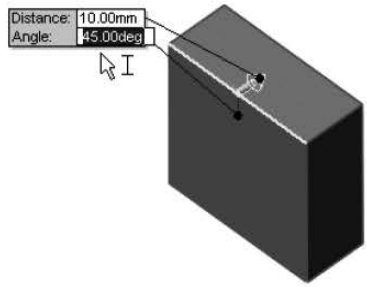
ดังแสดงในรูป เป็นการสร้าง Feature จากการใช้ Extrude

5. Callouts and Handles

(1) Callouts



Callouts หมายถึง ตัวหนังสือที่อยู่ในกล่อง (Boxes) ซึ่งจะแสดงอยู่ในพื้นที่ออกแบบ เมื่อเราใช้คำสั่งบางคำสั่ง เช่น Sweep Loft และ Chamfer เป็นต้น ข้อดีของ Callouts จะช่วยให้ง่ายต่อการแยกระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่เราเลือก จากรูปเป็นการแสดง Callouts ที่แยกระหว่าง Profile และ Path ของการ Sweep โดยตำแหน่งการวาง Callouts สามารถจับลากเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งการวางได้ แต่จะไม่สามารถสับเปลี่ยนระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่เราเลือกไว้แล้ว นั่นหมายความว่า เราจะไม่สามารถสับเปลี่ยนจาก Sweep Profile ให้เป็น Sweep Path ได้โดยผ่านทาง Callouts



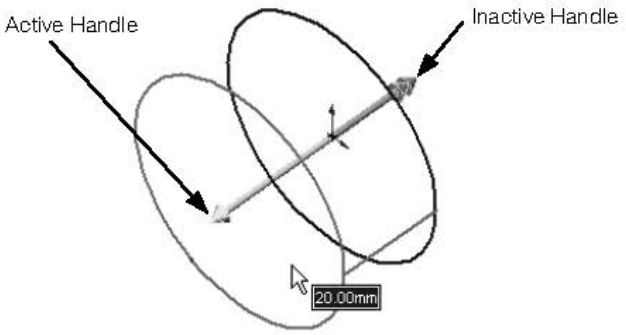
แต่ก็มีบางคำสั่งที่สามารถแก้ไขการปรับตั้งค่าผ่านทาง Callouts ได้ เช่น คำสั่ง **Chamfer** โดยสามารถป้อนค่าที่ Callouts ในพื้นที่ออกแบบได้ทันที ดังแสดงในรูป

(2) Handles

Handles จะสามารถ**คลิก**เพื่อ Active ใช้งาน **จับลาก**เพื่อเพิ่มหรือลดความยาว การใช้งาน Handles สามารถทำได้โดย

- **จับลาก Handle** เพื่อยืดหรือลดความยาวตามต้องการ หรือ
- **คลิก Handle** แล้ว**ลากเมาส์**เพื่อยืดหรือลดความยาวตามต้องการ

ตัวอย่าง



ในกรณีการจับยึด 2 ทิศทาง, Handle ที่แสดงโดยใช้ลูกศรหัวเดียวจะหมายถึง Direction1 และ Handle ที่แสดงลูกศรสองหัวจะหมายถึง Direction2

สำหรับการแสดงสีของ Handles ค่าเริ่มต้นสามารถดูได้จาก **Tools, Options, System Options Tab, Colors** จากนั้นภายใต้กรอบด้านขวาที่ **Color scheme settings**

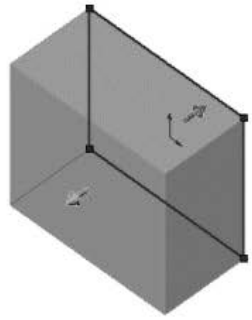
- **Highlight** : จะแสดงสีของ Handles ที่กำลังถูกใช้งาน (Active Handle)
- **Inactive Entities** : จะแสดงสีของ Handles ที่ไม่ใช้งาน (Inactive Handle)

โดยที่สีของ Handles ทั้งคู่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการ

6. Shaded and Dynamic Previews

*(1) **แสดงภาพล่วงหน้าแบบเงาสี** (Shaded Previews)*

Shaded Previews จะช่วยให้เรามองเห็นภาพลักษณะรูปทรงของ Feature ต่าง ๆ ที่กำลังจะสร้าง ดังแสดงในรูป เป็นตัวอย่างของ Feature จากการจับยึดกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งแสดงภาพล่วงหน้าให้เห็นภาพมิติของกล่องสี่เหลี่ยมที่กำลังจะถูกสร้างขึ้น

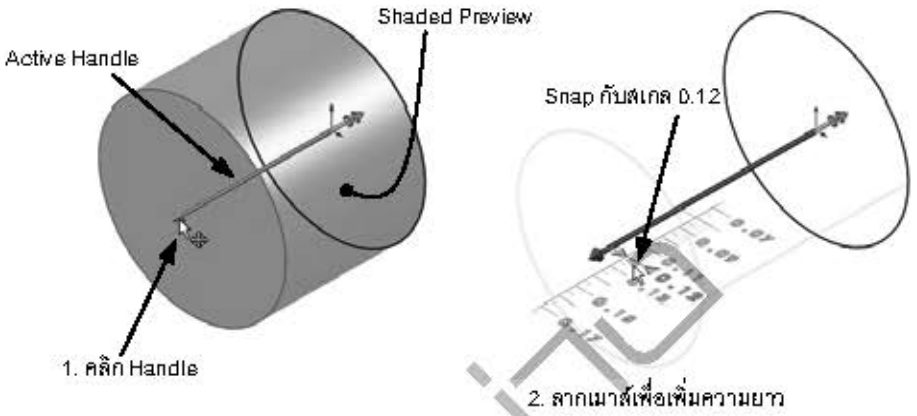


โดยในขณะกำลังแสดงภาพล่วงหน้าเราสามารถหมุน (Rotate) ขยายมุมมอง (Zoom) เลื่อนชิ้นงาน (Pan) หรือกำหนดมุมมองของส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ตามต้องการ

(2) Dynamic Previews

ขณะที่เราสร้างหรือแก้ไข Feature ที่สามารถรองรับ Dynamic Previews ได้ เช่น การจับยึดชิ้นงาน (Extruded) เราจะมองเห็นภาพล่วงหน้าของลักษณะการเปลี่ยนแปลงชิ้นงานแบบเงาสี (Shaded Preview) ดังการใช้งานต่อไปนี้

- **คลิก Active Handle** ที่แสดงภาพล่วงหน้าแบบเงาสี (จะคลิกค้างไว้หรือไม่ก็ได้)
- **ลากเมาส์**เพื่อเพิ่มความยาวของระยะการยืด ซึ่งจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของ Dynamic Preview โดยขณะที่เราลากเมาส์ ระบบจะแสดงสเกลของระยะยืดให้เห็น ดังแสดงในรูป
- **คลิกเมาส์**เมื่อได้ความยาวตามที่ต้องการแล้ว



หมายเหตุ : *ในขณะลากเมาส์ ระบบจะ Snap ระยะยืดเข้ากับสเกล (Scale) ที่แสดงขึ้นมา แต่จะต้องเลื่อนตัวชี้เข้าไปใกล้ ๆ กับเส้นแสดงสเกล*

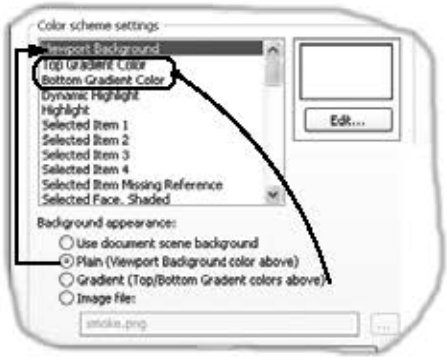
7. System Colors Options

ปรับตั้งสีตามสภาพแวดล้อมการใช้งานของผู้ออกแบบ (User Interface) เช่น พื้นหลังของพื้นที่ออกแบบ (Backgrounds) กระดาษแบบแปลน (Drawing Paper) สถานะของเส้นร่าง (Sketch Status) และสีของชิ้นงาน เป็นต้น

การปรับตั้ง System Colors

- **คลิก Options** จาก Standard Toolbar หรือ**คลิก Tools, Options**
- ที่แท็บ **System Options** ให้**คลิก Colors**
- เลือกปรับตั้งใต้กรอบ **Color scheme settings** เช่น
  - **คลิก Viewport Background**
  - **คลิก Edit**
  - **คลิกเฉือกสี**ให้กับพื้นหลัง
  - **คลิก OK**

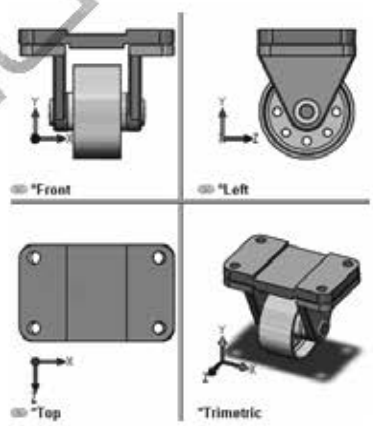
การเลือกแสดงสีของพื้นหลัง ดังนี้



- **Use document scene background** แสดงสีพื้นหลังตาม Scene ของโปรแกรม
- **Plain** ตัวเลือกนี้จะแสดงสีของพื้นหลังตาม **Viewport Background** ที่ปรับตั้ง
- **Gradient** เป็นการกำหนดให้สีพื้นหลังไล่ระดับสีตาม Top และ Bottom Gradient Colors ตามที่เรากำหนดไว้
- **Image file** เราสามารถเลือกไฟล์รูปเพื่อนำมาใช้เป็นพื้นหลังได้ตามต้องการ

8. Viewports

เราสามารถแบ่งมุมมองไฟล์ชิ้นงาน (Part) และไฟล์งานประกอบ (Assembly) ให้แสดงเป็น 1, 2 หรือ 4 ช่องมุมมอง (Viewports) ได้



(1) การแบ่ง Viewports ออกเป็น 4 ช่องมุมมอง

- **คลิก View Orientation** จาก Head-up View Toolbar แล้ว**คลิก Four View** หรือ**คลิก Window, Viewport, Four View**

เราสามารถเลือกให้ระบบแสดงช่องมุมมอง (Viewport) แบบต่าง ๆ ได้จาก Head-up View Toolbar หรือจากเมนู Window โดยความแตกต่างของแต่ละ Viewport มีดังนี้

- **คลิก View Orientation** จาก Head-up View Toolbar หรือ
- **คลิก Window, Viewport** แล้วเลือก Viewports ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- **Single View** แสดงมุมมองชิ้นงานได้ตามต้องการ
- **Two View-Horizontal** แสดงมุมมองด้านหน้าและด้านบนของชิ้นงาน
- **Two View-Vertical** แสดงมุมมองด้านหน้าและด้านขวาของชิ้นงาน
- **Four View** แสดงมุมมองด้านหน้า ด้านขวา ด้านบน และ Trimetric

(ในกรณีเลือกการฉายมุมมองแบบ Third Angle) หรือ
แสดงมุมมองด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านบน และ Trimetric
(ในกรณีเลือกการฉายมุมมองแบบ First Angle)

หมายเหตุ *: เราสามารถกำหนดการฉายมุมมองชิ้นงานในกรณีแสดงแบบ 4 ช่องมุมมอง (Viewports) ได้โดย***คลิก** *Tools, Options, System Options, Display/Selection จากนั้นที่ช่อง Projection type for four viewport ให้เลือก Third Angle หรือ First Angle ตามต้องการ*

(2) Link Orthogonal Views

เป็นการเชื่อมโยงระหว่างมุมมองชิ้นงานของแต่ละ Viewports โดยสามารถใช้งานได้ดังนี้ **คลิก** View Orientation จาก Head-up View Toolbar แล้วเลือก Link Views หรือ**คลิกขวาบน** Viewport แล้วเลือก Link Views จากเมนูลัด

โดยจะมีสัญลักษณ์รูปห่วงโซ่ แสดงอยู่ด้านหน้าชื่อมุมมองของแต่ละช่องมุมมอง เมื่อเกิดการ Linked Views ระหว่าง Viewports จะมีผลดังนี้

- การ Zoom และ Pan ชิ้นงานจะเชื่อมโยงถึงกันระหว่างมุมมองในแต่ละ Viewports
- เมื่อมีการ Rotate ชิ้นงานใน Viewport ใด จะทำให้ Viewport นั้นออกจากการ Linked View
- ในกรณีเลือกให้แสดง Viewports แบบ Four View มุมมองชิ้นงานแบบ Trimetric จะไม่ถูก Link Views กับมุมมองชิ้นงานใน Viewports อื่น ๆ

9. Image Capture

Image Capture เป็นการเก็บภาพของชิ้นงานและพื้นหลังไว้ที่หน่วยความจำข้อมูลชั่วคราวของคอมพิวเตอร์ (Clipboard) โดยการ Capture สามารถใช้กับหน้าต่างใช้งานปกติ (Active Window) และช่องมุมมองชิ้นงาน (Viewports) ได้

การใช้งาน Image Capture

- **คลิก** Image Capture จาก Screen Capture Toolbar หรือ**คลิก** View, Screen Capture, Image Capture ชิ้นงานที่อยู่ในพื้นที่ออกแบบจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- **นำรูปไปวาง** (Paste) ยังโปรแกรมอื่น ๆ เช่น Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Paint และอื่น ๆ ได้ตามต้องการ หรือวางรูปในตัวโปรแกรม SolidWorks เองก็ได้

10. Document Templates (**แม่แบบมาตรฐาน**)

เราสามารถสร้างแม่แบบมาตรฐาน (Templates) ของไฟล์ชิ้นงาน (Part) ไฟล์งานประกอบ (Assembly) และงานแบบแปลน (Drawing) ได้ ในการสร้างแม่แบบมาตรฐาน เราสามารถกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามมาตรฐานของหน่วยงานและตามที่ผู้ออกแบบต้องการ

การสร้างแม่แบบมาตรฐาน (Create a Template)

(1) **คลิก** New จาก Standard Toolbar หรือ**คลิก**File, New

(2) **ดับเบิลคลิก**แม่แบบมาตรฐานไฟล์งาน Part, Assembly และ Drawing ที่เราต้องการสร้างแม่แบบขึ้นใหม่ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นแม่แบบมาตรฐานจากที่โปรแกรมสร้างไว้ให้

(3) **คลิก** Options จาก Standard Toolbar หรือ**คลิก** Tools, Options

(4) **คลิกแท็ป** Document Properties แล้วเลือกปรับตั้งค่าตามต้องการ เช่น หน่วย (Units) ระบบมาตรฐาน (Standard Drafting) ฟอนต์ (Font) และขนาดลูกศร เป็นต้น เมื่อปรับตั้งค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ให้**คลิก** OK

(5) **คลิก** File, Save As เพื่อจัดเก็บแม่แบบมาตรฐานจากการปรับตั้ง

(6) เลือก Save as type ตามชนิดของแม่แบบที่เราเปิดใช้งานตามข้อ (2) ดังนี้

- Part Template (*.prtdot) ในกรณีเปิดไฟล์งาน Part
- Assembly Template (*.asmdot) ในกรณีเปิดไฟล์งาน Assembly
- Drawing Template (*.drwdot) ในกรณีเปิดไฟล์งาน Drawing

(7) กำหนดชื่อที่ File name ให้สอดคล้องกับแต่ละไฟล์งาน

(8) **คลิก** Save

FeatureManager Design Tree

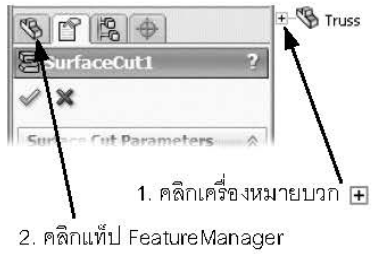
1. Flyout FeatureManager Design Tree

สำหรับ Flyout FeatureManager Design Tree จะช่วยให้เราสามารถมองเห็นและใช้งาน FeatureManager Design Tree และ PropertyManager ในเวลาเดียวกันได้ เพราะบางครั้งการเลือกวัตถุจาก Flyout FeatureManager Design Tree จะสามารถทำได้ง่ายและสะดวกมากกว่าการเลือกวัตถุ (Items) จากชิ้นงานภายในพื้นที่ออกแบบ (Graphic Area)

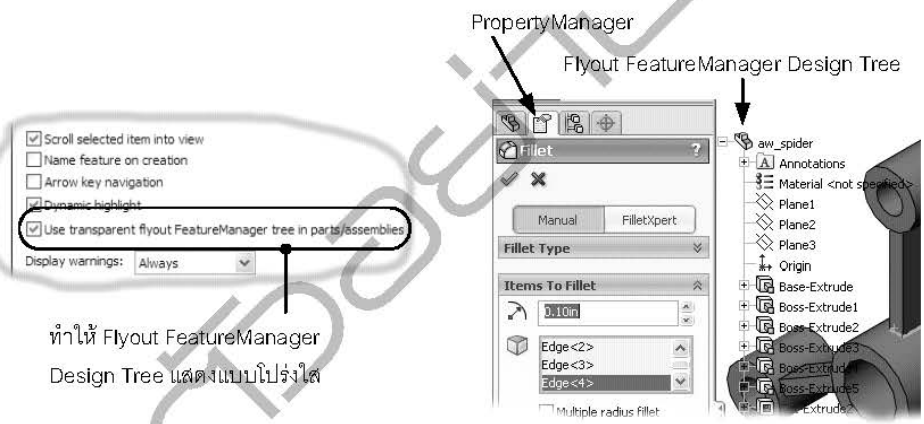
Flyout FeatureManager Design Tree จะแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติเมื่ออยู่ในขั้นตอนของการสร้าง Features โดยเราสามารถขยาย Flyout ได้ 3 วิธี ดังนี้

- **คลิกเครื่องหมายบวก** ⊞ ด้านหน้าชื่อไฟล์งาน จาก Flyout FeatureManager Design Tree
- **คลิกแท็ป** FeatureManager Design Tree
- **กด** C จากคีย์บอร์ด

ดังแสดงในรูปด้านขวา



ถ้าหากตัวเลือก **Use transparent flyout FeatureManager tree in parts/assemblies** ถูกเลือกใช้งาน จะทำให้ Flyout FeatureManager Design Tree แสดงแบบโปร่งใส และสามารถเลือกส่วนของชิ้นงานที่ถูกบังอยู่ด้านล่าง Flyout FeatureManager Design Tree ได้ โดยเราสามารถดูได้ **คลิก** Tools, Options, System Options Tab, **คลิก** FeatureManager

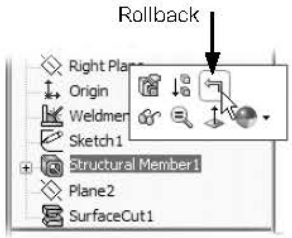


2. Rollback Bar

เราสามารถใช้ Rollback Bar เพื่อย้อนขั้นตอนการสร้าง Features เพื่อระงับสภาวะของการแสดง Features นั้น ๆ ชั่วคราว อาจจะด้วยจุดประสงค์เพื่อต้องการเพิ่มการสร้าง Features ใหม่ ที่อยู่เหนือตำแหน่งที่ Rollback Bar วางอยู่ โดยในระหว่างที่อยู่ในสภาวะการใช้งาน Rollback เราสามารถบันทึกไฟล์งานได้

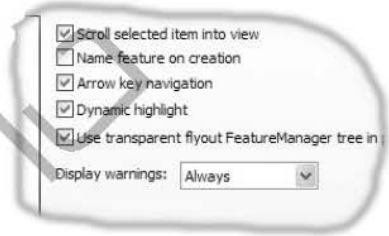
วิธีการ Rollback มีหลายวิธีดังต่อไปนี้

- **จับลาก** Rollback Bar ที่อยู่ด้านล่าง FeatureManager Design Tree ไปวางไว้ยังตำแหน่งด้านบนของ Features ที่ต้องการระงับการแสดง เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ Rollback Bar ตัวชี้จะเปลี่ยนสัญลักษณ์เป็น ดังแสดงในรูป



- **คลิก** Feature แล้ว**คลิก** Rollback จาก Context Toolbar ซึ่งผลที่ได้คือ Rollback Bar จะเลื่อนไปวางด้านบน Feature ที่เราเลือกโดยอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปด้านซ้าย

- **คลิก** Rollback Bar เพื่อให้เกิดการ Active ที่ Rollback Bar ซึ่งจะแสดงสีเข้มขึ้น จากนั้นให้**กดลูกศรขึ้น**หรือ**ลง** เพื่อเลื่อน Rollback Bar ขึ้นและลงตามลำดับ แต่จะต้องเปิดตัวเลือกการใช้ลูกศรให้สามารถใช้งานได้เสียก่อน โดย**คลิก** Tools, Options, System Optons, FeatureManager แล้วให้เปิดการใช้งาน Arrow key navigation option



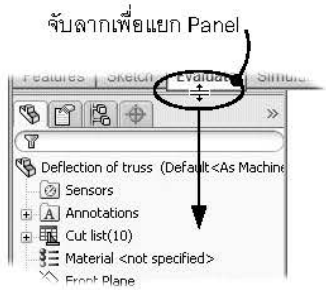
ถ้าหากใช้งาน Rollback เสร็จแล้ว และต้องการให้กลับสู่สภาวะการแสดงชิ้นงานแบบปกติ ให้**จับลาก** Rollback Bar ลงมาไว้ตำแหน่งด้านล่างสุดของ FeatureManager Design Tree หรือ**คลิกขวา** FeatureManager Design Tree เลือก Roll to End จากเมนูลัด

3. Split Panel

การ Split Panel จะเป็นการแยกให้ FeatureManager Design Tree แบ่งรูปแบบการแสดงออกเป็น 2 ส่วน อย่างเช่น ในกรณีต้องการทำงานอยู่ระหว่าง FeatureManager Design Tree กับ ConfigurationManager เป็นต้น

วิธีการทำ Split Panel มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- **เลื่อนเมาส์**ไปยังด้านบนของ FeatureManager Design Tree โดยตัวชี้จะเปลี่ยนเป็น ⇳
- **จับลาก** Panel ลงด้านล่างให้ FeatureManager Design Tree ถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน



วิธีการปิด Split Panel มี 2 วิธีด้วยกัน ดังนี้

วิธีที่ 1

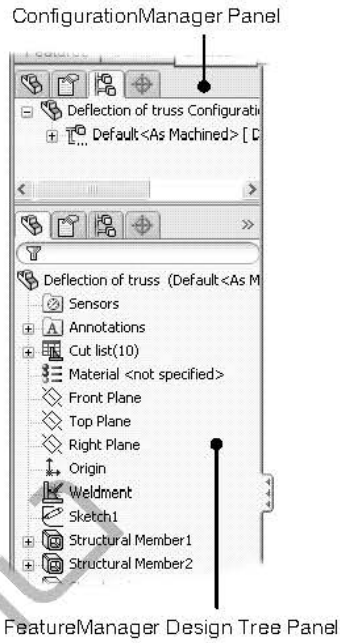
1a. **เลื่อนเมาส์**ไปยังด้านบนของ Panel ให้ตัวชี้แสดงสัญลักษณ์เป็น ⇳

1b. **จับลาก Panel** ไปยังตำแหน่งเดิม

วิธีที่ 2

2a. **เลื่อนเมาส์**ไปยังด้านบนของ Panel ให้ตัวชี้แสดงสัญลักษณ์เป็น ⇳

2b. **ดับเบิลคลิก**ที่ตำแหน่งของตัวชี้ให้แสดงสัญลักษณ์ตามข้อ 2a



4. Filter the FeatureManager Design Tree

ที่ด้านบนของ FeatureManager Design Tree จะมีช่อง Filter สำหรับค้นหาแบบเจาะจงไปยัง Features ของไฟล์ชิ้นงาน (Part) และชิ้นส่วนของไฟล์งานประกอบ (Assembly) โดยเราสามารถพิมพ์ชื่อต่าง ๆ เพื่อค้นหา Sketches, Features, Folders และอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่าง Filters ของไฟล์งาน Part และ Assembly คือ ใน Filter ของไฟล์งานประกอบจะมีตัวเลือกสำหรับค้นหาชิ้นส่วนที่ถูกซ่อนอยู่ (Hidden Component) และชิ้นส่วนที่ถูกงดใช้งาน (Suppressed Component)

5. What is wrong

เมื่อเกิดข้อผิดพลาดกับไฟล์ชิ้นงานและไฟล์งานประกอบจะมีสัญลักษณ์ไอคอนแสดงขึ้นมาภายใน FeatureManager Design Tree ซึ่งสัญลักษณ์ไอคอนแบบต่าง ๆ จะแตกต่างกันดังนี้

หมายถึง เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับไฟล์งาน โดยไอคอนนี้จะแสดงที่ชื่อของไฟล์งานและ Feature ที่เกิดข้อผิดพลาด โดยตัวหนังสือของส่วนที่เกิดข้อผิดพลาดจะเป็น**สีแดง**

หมายถึง เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับ Feature โดยจะแสดงไอคอนนี้ที่ชื่อของ Feature และตัวหนังสือของ Feature จะแสดงเป็น**สีแดง**

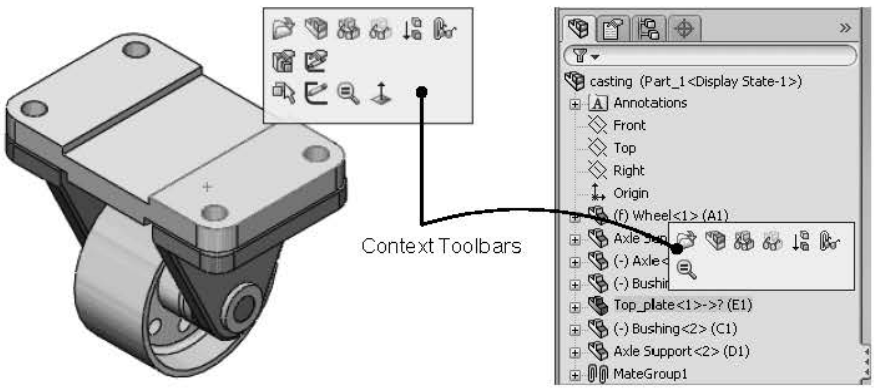
เป็นไอคอนที่แสดงถึงการแจ้งเตือน ซึ่งจะแสดงที่ชื่อของไฟล์งานและ Feature ย่อยต่าง ๆ ทั้งหมดที่อ้างอิงกับ Feature หลักที่เกิดการแจ้งเตือน โดยอาจเกิดจากความไม่สอดคล้องกันของการสร้าง Features นั้น ๆ และตัวหนังสือจะเปลี่ยนเป็น**สีเขียวขี้ม้า**

แจ้งเตือนถึงความไม่สอดคล้องกันของ Feature และ Sketch โดยไอคอนนี้จะแสดงอยู่ที่ชื่อของ Feature และ Sketch และตัวหนังสือจะแสดงเป็น**สีเขียวขี้ม้า**

Commands, Menus and Toolbars

1. Context Toolbars

เมื่อเราคลิกเลือกส่วนใด ๆ ของชิ้นงานในหน้าจอออกแบบ หรือคลิกเลือก Items ใด ๆ ภายใน FeatureManager Design Tree จะมี Context Toolbars แสดงขึ้นมา โดยเครื่องมือ (Tools) และคำสั่ง (Commands) ที่แสดงอยู่ใน Context Toolbars จะเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้แสดงอยู่ในรายการของเมนูลัดและจะต้องสอดคล้องกับวัตถุที่เราเลือกด้วย



ไฟล์ประกอบการศึกษาสามารถใช้งานได้ในระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เท่านั้น
ดาวน์โหลดได้ที่

T0901

ไฟล์ขนาด 1.7 GB.

http://goo.gl/JGSvnL

ตัวอย่าง

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

ติดตามหนังสือออกใหม่ของ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ได้ที่

www.facebook.com/tpabook

www.twitter.com/Tpa_publishing

สอบถามเพิ่มเติม

Book4u@tpa.or.th