

ระบบพารามेटริกฟีทเจอร์เบสเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด สำหรับผลิตภัณฑ์เตียงนอน

A Parametric Feature-based System to Create Conceptual Design for Bed Products

กุศล พิมพันธ์ศรี^{1*} และ สิทธิภัทร์ มังคลสุต²
Kusol Pimapsunri^{1*} and Sittiput Mungkonsun²

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตลอดเวลา ปัจจุบันผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) มาช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดเวลาในการเขียนแบบลง อย่างไรก็ตาม การใช้งานโปรแกรม CAD สำเร็จรูปโดยทั่วไป ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีทักษะและความชำนาญในโปรแกรมนั้นๆ อีกทั้งยังต้องทราบถึงข้อกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ของชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์จึงจะสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วตามที่ต้องการได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาแบบพารามेटริกฟีทเจอร์เบส เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ในขั้นตอนการออกแบบเชิงแนวคิด โดยทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์เตียงนอน งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการการออกแบบเชิงพารามेटริก (Parametric Design) และการออกแบบด้วยฟีทเจอร์แบบคอนสตรัคทีฟ โมเดลลิง (Design by Feature – Constructive Modeling) โดยเริ่มจากการศึกษาโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เพื่อแบ่งหมวดฟีทเจอร์และพัฒนาฟีทเจอร์โดยการสร้างตัวแบบโซลิด (Nominal Solid Model) เพื่อแปลงเป็นเอกสารแมโคร (Macro File)

ด้วยส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) จากนั้นจึงนำมาแก้ไขด้วยการกำหนดรหัส (Coding) ด้วย VBA และนำมาเก็บไว้ในห้องสมุดฟีทเจอร์ (Feature Library) ผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ระบบพารามेटริกฟีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้ใช้งานที่ไม่ชำนาญการใช้งานโปรแกรม CAD สามารถสร้างออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดได้ ซึ่งช่วยลดภาระงานของผู้ออกแบบ และช่วยลดระยะเวลาโดยเฉลี่ยการออกแบบแบบจำลองผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดจาก 1,553 วินาที เหลือเพียง 48 วินาทีต่อ 1 ชุด

คำสำคัญ: การออกแบบเชิงแนวคิด การออกแบบเชิงพารามेटริก พารามेटริก ฟีทเจอร์เบส

Abstract

Furniture is a kind of products whose feature and style need changes all the time. Presently, application of CAD software is made by some furniture designers to lessen the amount of time spent on designing. It is, however, necessary for CAD users to have expertise and skills in application of the software. In addition, they have to know the product and part specification so

¹ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* Corresponding Author, Tel 0-2913-2500 Ext. 8141, E-mail: kusolp@kmutnb.ac.th

that they can rapidly design them. This study, therefore, developed a feature-based system for conceptual design phase as a tool to help designers. Only beds were studied and designed. The principles of parametric design and features-constructive modeling were applied in the study. The structure of the products was examined to classify their features. Then the features were developed by creating a nominal solid model to convert the Macro file into API. The API file would then be encoded with VBA and edited. All features would be kept in the feature library. The result of this study indicated that the developed feature-based system could help the designers who were not skillful in using CAD to do the conceptual design better. It also helped to reduce their design work load and average time consumption from 1,553 to 48 seconds per set.

Keywords: Conceptual Design, Parametric Design, Feature-base

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตลอดเวลา ปัจจุบันผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) มาช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดเวลาในการเขียนแบบลง อย่างไรก็ตาม การใช้งานโปรแกรม CAD สำเร็จรูปโดยทั่วไป ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีทักษะและความชำนาญในโปรแกรมนั้นๆ อีกทั้งยังต้องทราบถึงข้อกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่างของชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ จึงจะสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วตามที่ต้องการได้

โดยทั่วไป การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดอาจใช้เวลา 1-2 วันหรือมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ ความชำนาญการใช้โปรแกรม CAD ทักษะและประสบการณ์ในการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้าง

รูปทรง และรูปร่างพื้นฐานของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วพบว่าหลายชิ้นส่วนมีรูปทรงเชิงเรขาคณิต (Geometric Form) ที่คล้ายคลึงกันและสามารถกำหนดอยู่ในรูปแบบตัวแปร (Parameters) ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาระบบฟีทเจอร์เบสเพื่อช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ในขั้นตอนการออกแบบเชิงแนวคิด โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์เตียงนอนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการออกแบบเชิงแนวคิดของกลุ่มผลิตภัณฑ์เตียงนอน และเพื่อสนับสนุนให้ผู้ใช้งานทั่วไปที่ไม่ชำนาญในการใช้โปรแกรม CAD สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดของผลิตภัณฑ์เตียงนอนได้

2. การทบทวนวรรณกรรม

เทคโนโลยีฟีทเจอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในงานออกแบบเชิงวิศวกรรม ฟีทเจอร์ในที่นี้หมายถึงชุดข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงมุมมองหรือคุณลักษณะต่างๆ ของชิ้นงาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการออกแบบการวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม การวางแผนกระบวนการผลิต การขึ้นรูป และการตรวจสอบได้ [1]

ปัจจุบันเทคโนโลยีฟีทเจอร์ได้ถูกนำมาใช้พัฒนาเป็นเครื่องมือในโปรแกรม CAD เพื่อการบูรณาการออกแบบชิ้นงาน เช่น การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEA) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (CAM) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการวางแผนกระบวนการผลิต (CAPP) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Shahin [2] ได้แบ่งนิยามของฟีทเจอร์ออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ ฟีทเจอร์เพื่อการออกแบบ (Design Features) และฟีทเจอร์เพื่อการผลิต (Manufacturing Features) โดยฟีทเจอร์เพื่อการออกแบบจะแทนชุดข้อมูลเชิงเรขาคณิตของเอนทิตี (Entity) ที่แสดงถึงแบบรูปร่าง (Shape Patterns) และอาจรวมถึงฟังก์ชันหรือข้อมูลที่ฝังอยู่ในเอนทิตีนั้น ส่วนฟีทเจอร์เพื่อการผลิตนั้น โดยทั่วไปหมายถึงส่วนของชิ้นงานที่ถูกสร้างขึ้นด้วยกระบวนการดึงส่วนเนื้อวัสดุของชิ้นงานที่ไม่ต้องการออก (Metal Removal Processes) เพื่อการขึ้นรูปชิ้นงาน

การออกแบบด้วยฟีทเจอร์เบส (Feature-based

Design) แบ่งออกเป็น 2 แนวทางหลักคือ การออกแบบด้วยฟีทเจอร์ (Design by Features) กับฟีทเจอร์รีคognition (Feature Recognition) [2] โดยการออกแบบด้วยฟีทเจอร์เป็นวิธีการใช้ฟีทเจอร์เพื่อการออกแบบในการสร้างตัวแบบชิ้นงาน CAD ส่วนฟีทเจอร์รีคognitionเป็นวิธีการรับรู้ถึงฟีทเจอร์จากตัวแบบชิ้นงานใดๆ ซึ่งทั้ง 2 แนวทางนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการพัฒนาส่วนต่อประสานระหว่าง CAD กับ CAM

การออกแบบด้วยฟีทเจอร์ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างชิ้นงานผ่านโปรแกรม CAD ด้วยฟีทเจอร์ที่ถูกเก็บไว้ในห้องสมุดฟีทเจอร์ (Feature Library) โดยผู้ใช้งานสามารถระบุขนาด มิติ ตำแหน่ง หรือความสัมพันธ์และคุณลักษณะอื่นๆ ของชิ้นงานได้ แนวทางการออกแบบด้วยฟีทเจอร์นี้ช่วยลดระยะเวลาในการออกแบบชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตาม จำนวนฟีทเจอร์ที่ถูกสร้างเก็บไว้ในห้องสมุดควรมีเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน การออกแบบด้วยฟีทเจอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ แบบดิสตริกทีฟ โมเดลลิง (Destructive Modeling) และแบบคอนสตรัคทีฟ โมเดลลิง (Synthesis or Constructive Modeling) (Shah, 1991 อ้างอิงใน Shahin [2])

การออกแบบด้วยฟีทเจอร์แบบดิสตริกทีฟ โมเดลลิงเป็นการใช้ฟีทเจอร์เพื่อลบหรือดึงปริมาตรของชิ้นงานส่วนที่ไม่ต้องการออกจากตัวแบบฐาน (Base Model) เช่น ในงานวิจัยของ Başak และ Gülesin [3] ในขณะที่การออกแบบด้วยฟีทเจอร์แบบคอนสตรัคทีฟ โมเดลลิงอนุญาตให้ผู้ใช้งานเพิ่มหรือลบปริมาตรของชิ้นงานได้โดยไม่ต้องการตัวแบบฐาน เช่น ในงานวิจัยของ Andrews และคณะ [4] และ Myung และ Han [5]

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัย [6] ซึ่งได้พัฒนาระบบฟีทเจอร์เบสเพื่อการสร้างชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์เท่านั้น ส่วนในบทความนี้จะกล่าวเพิ่มเติมถึงการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เพียงนอนในขั้นตอนการออกแบบเชิงแนวคิดด้วยระบบฟีทเจอร์เบส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการการออกแบบด้วยฟีทเจอร์แบบคอนสตรัคทีฟ โมเดลลิง ด้วยเทคนิคเจเนเรทีฟ (Generative or Procedural Technique) [2] และใช้ฟีทเจอร์เพื่อการออกแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เพียงนอน โดยมุ่งความสนใจที่ฟีทเจอร์ในคุณลักษณะเชิงเรขาคณิต และประยุกต์ใช้หลักการออกแบบบนพื้นฐานตัวแปร (Parametric Design) ในการแก้ไขปรับเปลี่ยนคุณลักษณะเชิงเรขาคณิตของเอ็นทิตี เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดที่ต้องการได้ทันที

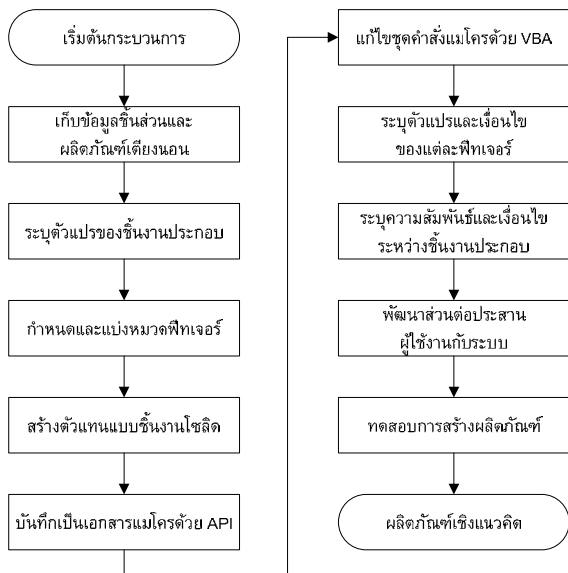
ในการสร้างตัวแบบฟีทเจอร์เพื่อการออกแบบต้องการรายละเอียดข้อมูลและคุณลักษณะเชิงเรขาคณิตของฟีทเจอร์ที่ต้องการสร้างเพื่อแปลงเป็นชุดคำสั่งประมวลผลสำหรับโปรแกรม CAD ให้สร้างชิ้นงานที่ต้องการ การสร้างตัวแบบฟีทเจอร์สามารถทำได้หลายวิธี [7] เช่น

- โดยการใช้โปรแกรม CAD ให้ประมวลผลชุดคำสั่งที่ละชุด
- โดยการแปลงข้อมูลและคุณลักษณะของฟีทเจอร์ให้อยู่ในรูปรหัส (Code) ด้วยส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) ของโปรแกรม CAD เพื่อประมวลผล
- โดยการแปลงข้อมูลและคุณลักษณะของฟีทเจอร์เป็นภาษาแมโคร (Macro Language) ของโปรแกรม CAD เพื่อประมวลผล

งานวิจัยนี้ทำการสร้างฟีทเจอร์โดยการสร้างตัวแบบชิ้นงานโซลิดและบันทึกข้อมูลคุณลักษณะของฟีทเจอร์เป็นชุดคำสั่งแมโครด้วยส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) ของโปรแกรม CAD ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม SolidWorks จากนั้นจึงทำการแก้ไขชุดคำสั่ง (Coding) โดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) เพื่อพัฒนาเป็นระบบฟีทเจอร์เบส โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังแสดงในรูปที่ 1

3.1 การเก็บข้อมูลชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์เพียงนอน

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์เพียงนอนโดยทั่วไป ผู้วิจัยสามารถจำแนกชิ้นส่วนโดยพิจารณาจากโครงสร้างผลิตภัณฑ์เพียงนอนออกเป็น 5 กลุ่มหลัก



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ได้แก่ หัวเตี๋ย ตัวเตี๋ย หัวยเตี๋ย ขาเตี๋ย และด้านข้างเตี๋ย อย่างไรก็ตาม จำนวนชิ้นส่วนประกอบนั้นอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า 5 กลุ่มดังกล่าวได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์

3.2 การระบุตัวแปรเพื่อกำหนดและแบ่งหมวดพีทเจอร์

เมื่อทำการวิเคราะห์ชิ้นส่วนในแต่ละกลุ่มดังกล่าวแล้วพบว่า มีหลายชิ้นงานที่มีความคล้ายคลึงกันและสามารถแบ่งกลุ่มตามรูปร่างและรูปทรงเชิงเรขาคณิตได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งกลุ่มพีทเจอร์ออกเป็น 2 มุมมองคือ มุมมองเชิงเรขาคณิต (Geometry View) และมุมมองชิ้นส่วน (Components View) ดังอธิบายไว้ในงานวิจัยของ Mancarasout และ Pimapun Sri [6]

งานวิจัยนี้ทำการแบ่งหมวดพีทเจอร์ออกเป็น 2 หมวดหลัก คือ หมวดชิ้นงานเดี่ยว และหมวดกลุ่มชิ้นงานหรือโมดูล (Module) โดยหมวดชิ้นงานเดี่ยวประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ของเตี๋ยนอนที่ต้องนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์เตี๋ยนอน โดยส่วนใหญ่คือ ชิ้นงานข้างเตี๋ย หัวยเตี๋ย และขาเตี๋ย ส่วนหมวดกลุ่มชิ้นงานประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ประกอบกันตั้งแต่ 2 ชิ้นส่วนขึ้นไป โดย

ส่วนใหญ่เป็นชิ้นงานตัวเตี๋ยและหัวเตี๋ยซึ่งจะมีความซับซ้อนกว่าชิ้นงานอื่นๆ

3.3 การสร้างแบบชิ้นงานและเอกสารแมโคร

เมื่อได้ทำแบ่งหมวดและรายการพีทเจอร์แล้ว ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างตัวแทนแบบชิ้นงานโซลิด (Nominal Solid Model) สำหรับแต่ละพีทเจอร์ ในงานวิจัยนี้ได้สร้างตัวแทนแบบชิ้นงานโซลิด และทำการบันทึกข้อมูลและคุณลักษณะของพีทเจอร์เป็นชุดคำสั่ง (Source Code) ในรูปแบบเอกสารแมโคร ด้วยส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) ของโปรแกรม SolidWorks เพื่อทำการแก้ไขด้วย VBA ต่อไป

3.4 การแก้ไขชุดคำสั่งและระบุตัวแปรของพีทเจอร์

ในส่วนของการแก้ไขชุดคำสั่งแมโครด้วย VBA นั้นเป็นการแก้ไขค่าจำนวนจริง (Real Numbers) ในเอกสารแมโครที่ได้จากการสร้างตัวแทนแบบชิ้นงานโซลิด โดยการแทนที่ค่าจำนวนจริงเหล่านี้ด้วยชุดตัวแปร (A Set of Parameters) ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยค่าของชุดตัวแปรนี้จะได้มาจากการป้อนค่าของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์หรือผู้ใช้งาน นอกเหนือจากการแก้ไขค่าจำนวนจริงด้วยชุดตัวแปรแล้ว ผู้วิจัยสามารถกำหนดความสัมพันธ์เงื่อนไขการสร้างชิ้นส่วน เงื่อนไขการประกอบ หรือ/และกฎเกณฑ์การออกแบบ (Design Rules) เพิ่มเติมลงในชุดคำสั่งแมโครได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวของชิ้นงาน การกำหนดขนาดของชิ้นงาน การกำหนดขนาดมาตรฐานของเตี๋ยนอน (3.5 ฟุต 5 ฟุต หรือ 6 ฟุต) หรือการกำหนดให้ใช้ชิ้นงานข้างเตี๋ยเป็นขาเตี๋ย เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการออกแบบชิ้นงานขาเตี๋ย

3.5 การพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้งานกับระบบ

ในขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาส่วนต่อประสานระหว่างผู้ใช้งานกับระบบพีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงพีทเจอร์ต่างๆ ที่สร้างขึ้น สามารถป้อน

```
Part = swApp.ActiveDoc
Select Case txtColumn.Text
Case "HEAD1"
    Part = swApp.OpenDoc(sPath & "H1.SLDASM", 2)
    'ความยาว
    Call SetValues("H1.SLDASM", "D2@Sketch1@Squ1(600).Part", L / 3)
    'ความสูง
    Call SetValues("H1.SLDASM", "D1@Sketch1@Squ1(600).Part", H)
    'ความหนา
    Call SetValues("H1.SLDASM", "D1@Extrude1@Squ1(600).Part", T)
Case "HEAD2"
    Part = swApp.OpenDoc(sPath & "H2.SLDASM", 2)
    'ความยาว
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D2@Sketch1@Squ1(600).Part", L * (30 / 100))
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D1@Sketch1@penzadol1Left.Part", L * (20 / 100))
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D1@Sketch1@penzadol1right.Part", L * (20 / 100))
    'ความสูง
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D1@Sketch1@Squ1(600).Part", H)
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D2@Sketch1@penzadol1Left.Part", H)
    Call SetValues("H2.SLDASM", "D2@Sketch1@penzadol1right.Part", H)
```

รูปที่ 2 ตัวอย่างการแก้ไขชุดคำสั่งแมโครด้วย VBA

```
Public Class Edit_Legs

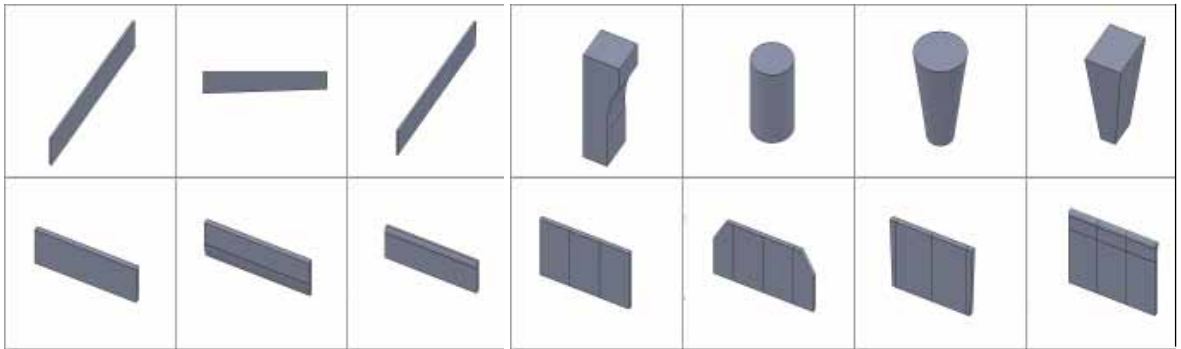
Private Sub bntOK_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
    If RadioButton1.Checked Then
        MainModuleDesign.lblLeg.Text = "Legs :Normal"
        MainModuleDesign.lblLeg.Tag = "1"
    End If
    If RadioButton2.Checked Then
        MainModuleDesign.lblLeg.Text = "Legs :High"
        MainModuleDesign.lblLeg.Tag = "2"
    End If
    If RadioButton3.Checked Then
        MainModuleDesign.lblLeg.Text = "Legs :Higher"
        MainModuleDesign.lblLeg.Tag = "3"
    End If
    If RadioButton4.Checked Then
        MainModuleDesign.lblLeg.Text = Val(txtH_Legs.Text)
        MainModuleDesign.lblLeg.Tag = "4"
    End If
    Me.Close()
End Sub
```

รูปที่ 3 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการออกแบบ

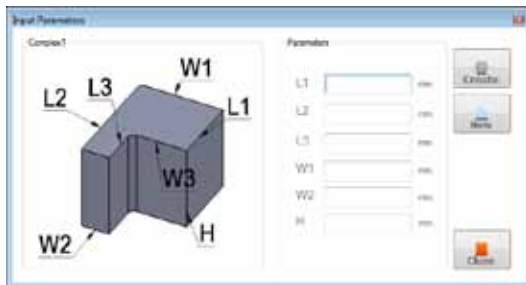
ค่าชุดตัวแปร และเลือกเงื่อนไขการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ ระบบพีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) การสร้างชิ้นส่วนเตียงนอน ซึ่งได้นำเสนอในงานวิจัยของ Mancarasout และ Pimapunsri [6] 2) การสร้างชิ้นส่วนโมดูล และ 3) การสร้างผลิตภัณฑ์เตียงนอน ซึ่งจะแสดงผลการพัฒนาระบบในหัวข้อถัดไป

4. ผลการทดลอง

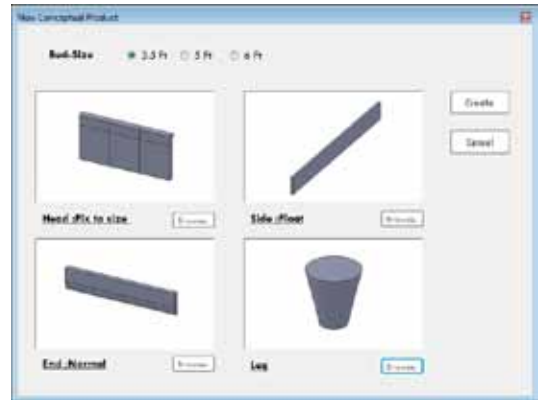
ในการสร้างชิ้นส่วนเตียงนอนและชิ้นส่วนโมดูล ผู้ใช้งานสามารถเลือกพีทเจอร์ที่ต้องการจากห้องสมุดพีทเจอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4 ตัวอย่างพีทเจอร์ชิ้นส่วนของผู้ออกแบบเอง ดังนั้น ระบบพีทเจอร์เบสจึงอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกขนาดของเตียงนอน และรูปแบบ



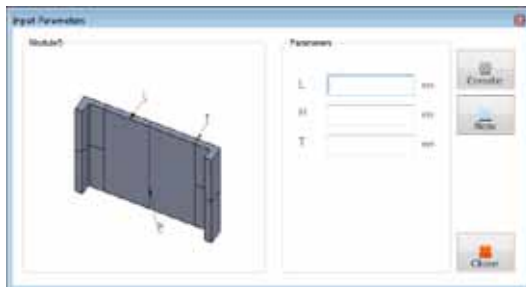
รูปที่ 4 ตัวอย่างฟิตเจอร์ชิ้นส่วนเตียงนอนและชิ้นส่วนโมดูล



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าต่างฟอร์มการสร้างชิ้นส่วน



รูปที่ 7 หน้าฟอร์มหลักสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์เตียงนอน



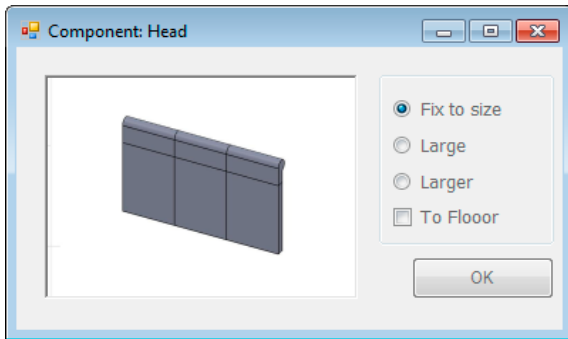
รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าต่างฟอร์มการสร้างชิ้นส่วนโมดูล

ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ จากห้องสมุดฟิตเจอร์ (ดังแสดงในรูปที่ 4) เพื่อนำมาประกอบกัน ดังแสดงในเตียงนอนและชิ้นส่วนโมดูลที่สร้างขึ้นและเก็บไว้ในห้องสมุดฟิตเจอร์ จากนั้นผู้ใช้งานจึงทำการป้อนค่าชุดตัวแปรสำหรับกำหนดคุณลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการสร้างได้ ดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ

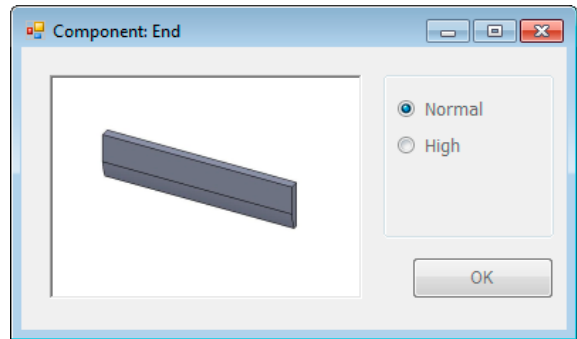
ส่วนการสร้างผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด เนื่องจาก

ผลิตภัณฑ์เตียงนอนประกอบด้วยชิ้นส่วน 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ หัวเตียง ตัวเตียง ท้ายเตียง ขาเตียง และด้านข้างเตียง ในส่วนของชิ้นส่วนตัวเตียงจะถูกกำหนดเป็นขนาดมาตรฐานไว้แล้ว คือ 3.5 ฟุต 5 ฟุต และ 6 ฟุต แต่สำหรับชิ้นส่วนอื่นๆ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเลือกรูปแบบชิ้นส่วนประกอบเอง ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนประกอบมีหลากหลายรูปแบบ โดยปกติแล้วผู้ออกแบบจะใช้ระยะเวลาในการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับแนวคิดรูปที่ 7 และนำมาแสดงเป็นแบบจำลองของผลิตภัณฑ์เตียงนอนเชิงแนวคิดได้

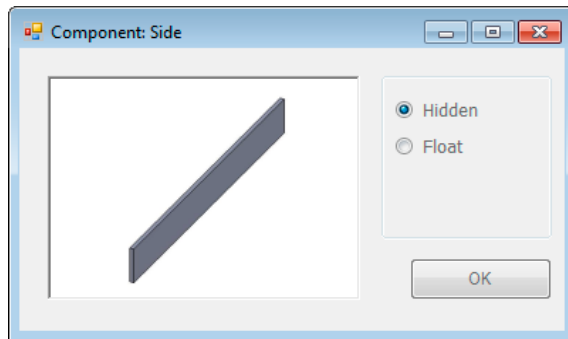
ในการเลือกรูปแบบชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไขคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ต้องการ



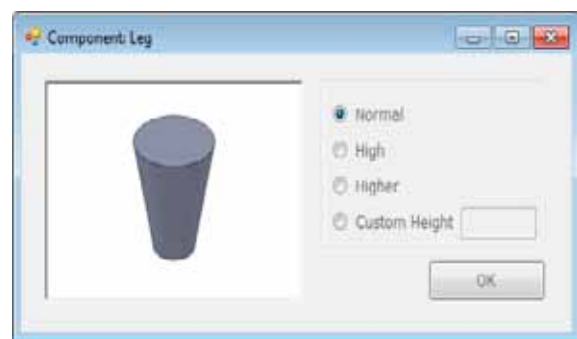
รูปที่ 8 การกำหนดรูปแบบชิ้นส่วนหัวเตียง



รูปที่ 10 การกำหนดรูปแบบชิ้นส่วนท้ายเตียง



รูปที่ 9 การกำหนดรูปแบบชิ้นส่วนด้านข้างเตียง

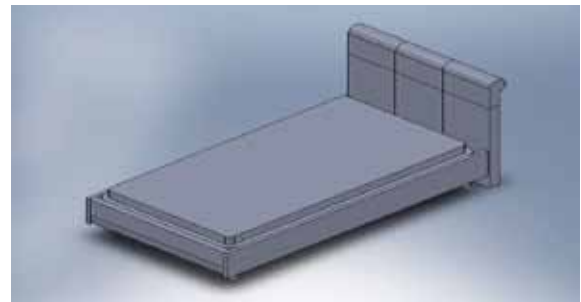


รูปที่ 11 การกำหนดรูปแบบชิ้นส่วนขาเตียง

สร้างได้ เช่น ชิ้นส่วนหัวเตียง ผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้มีขนาดความกว้างเท่ากับขนาดความกว้างของเตียงนอนได้ (Fix to Size) หรือต้องการให้มีขนาดกว้างกว่าปกติ (Large หรือ Larger) และสามารถกำหนดให้ความสูงของชิ้นส่วนหัวเตียงไปบรรจบกับพื้น (To Floor) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 8

สำหรับชิ้นส่วนด้านข้างเตียง ผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้ชิ้นงานข้างเตียงเป็นขาเตียงด้วยไปในตัว (Hidden) หรือกำหนดให้มีขาเตียง (Float) ได้เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 9 สำหรับชิ้นส่วนท้ายเตียงและขาเตียง ผู้ใช้งานสามารถกำหนดระดับความสูงของชิ้นงานได้ (Normal หรือ High) หรือกำหนดค่าเองได้เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 10 และรูปที่ 11 ตามลำดับ

เมื่อทำการเลือกขนาดและกำหนดรูปแบบชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของเตียงนอนแล้ว ระบบจะรับข้อมูลที่ผู้ใช้



รูปที่ 12 ตัวอย่างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดจากระบบพารามेटริกพีทเจอร์เบส

งานได้ป้อนค่าจากส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อทำการประมวลผลและสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เตียงนอน โดยแสดงผลผ่านโปรแกรม CAD (SolidWorks) ดังแสดงในรูปที่ 12

ในส่วนของการทดสอบระบบพารามेटริกพีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ให้ผู้ใช้จำนวน 30 คน ทดลองสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เตียงนอนด้วยวิธีการเดิมที่ออกแบบ

ด้วยโปรแกรม CAD กับวิธีการที่นำเสนอที่ออกแบบด้วยระบบพารามетริกพีทเจอร์เบส เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์ โดยให้กลุ่มผู้ใช้งานทำการสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอนที่มีรูปแบบเดียวกัน โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

H_0 : ระยะเวลาเฉลี่ยของการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิธีการเดิมกับวิธีการที่นำเสนอไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลาเฉลี่ยของการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิธีการเดิมกับวิธีการที่นำเสนอแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพียงนอนต้นแบบ โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเดิมที่ออกแบบด้วยโปรแกรม CAD กับวิธีการที่นำเสนอที่ออกแบบด้วยระบบพารามетริกพีทเจอร์เบส เมื่อนำข้อมูลมาทำการทดสอบเชิงสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% พบว่าค่า P-Value = 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่าระยะเวลาเฉลี่ยของการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิธีการเดิมที่ออกแบบด้วยโปรแกรม CAD กับวิธีการที่นำเสนอที่ออกแบบด้วยระบบพารามетริกพีทเจอร์เบสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในรูปที่ 13

ตารางที่ 1 ข้อมูลการเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	
วิธีการเดิม	วิธีการที่นำเสนอ
1,553.5	48.3

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ระบบพารามетริกพีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอนได้ภายในระยะเวลาอันสั้น โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 48.3 วินาทีต่อการออกแบบแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอน 1 ชุด อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการคัดเลือกแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอนยังจำเป็นต้องอาศัยผู้ออกแบบที่มีทักษะและประสบการณ์เพื่อประเมินว่าแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดที่สร้างขึ้นสามารถนำไปพัฒนาต่อได้หรือไม่

Paired T-Test and CI: Present, Proposed

Paired T for Present - Proposed

	N	Mean	StDev	SE Mean
Present	30	1553.5	190.0	34.7
Proposed	30	48.3	6.2	1.1
Difference	30	1505.2	189.4	34.6

95% CI for mean difference: (1434.5, 1575.9)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0):
T-Value = 43.53 P-Value = 0.000

รูปที่ 13 ผลการทดสอบเชิงสถิติ

5. อภิปรายผลและสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบพารามетริกพีทเจอร์เบสเพื่อสนับสนุนการออกแบบชิ้นส่วนเพียงนอนชิ้นส่วนโมดูล และแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด โดยได้ประยุกต์ใช้หลักการการออกแบบบนพื้นฐานตัวแปร (Parametric Design) และการออกแบบด้วยพีทเจอร์เบสคอนสตรัคทีฟ โมเดลลิง (Design by Feature-constructive Modeling) ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแบบจำลองผลิตภัณฑ์เพียงนอนได้ในระยะเวลาอันสั้น และยังช่วยให้ผู้ใช้งานที่ไม่ชำนาญการใช้งานโปรแกรม CAD สามารถสร้างออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดได้

อย่างไรก็ตาม ระบบพีทเจอร์เบสที่พัฒนาขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดในแง่ของจำนวนพีทเจอร์เบสที่ได้สร้างขึ้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบพีทเจอร์เบสอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ออกแบบ รวมทั้งการพัฒนาพีทเจอร์เบสให้รองรับเงื่อนไขการออกแบบให้มากขึ้น เพื่อลดระยะเวลาการสร้างแบบจำลองชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อน เนื่องจากระบบที่นำเสนอยังมีความสามารถอยู่ในขอบเขตที่จำกัด ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการใช้งานโปรแกรม SolidWorks จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

- [1] O. W. Salomons, F. J. A. M. van Houten, and H. J. J. Kals. "Review of Research in Feature-Based Design," *Journal of Manufacturing Systems*, vol.12, no.2, pp.113-132, 1993.
- [2] T. M. M. Shahin, "Feature based Design - An Overview," *Computer-Aided Design and Applications*, vol.5, no.5, pp.639-653, 2008.
- [3] H. Başak and M. Gülesin, "A Feature Based Parametric Design Program and Expert System for Design," *Mathematical and Computational Applications*, vol.9, no.3, pp.359-370, 2004.
- [4] P. T. J. Andrews, T. M. M. Shahin, and S. Sivaloganathan, "Design Reuse in a CAD Environment – Four Case Studies," *Computers & Industrial Engineering*, vol.37, no.1-2, pp. 105-109, 1999.
- [5] S. Myung and S. Han, "Knowledge-based parametric design of mechanical products based on configuration design method," *Expert Systems with Applications*, vol.21, no.2, pp.99-107, 2001.
- [6] S. Mancarasout and K. Pimapunsri, "A Feature-Based System to Support Rapid Virtual Part Design for Furniture Products," in *Proceedings of the 5th PSU-NUS International Conference on Engineering and Technology*, Phuket, Thailand, pp.597-600, 2011.
- [7] K. H. Lee, C. A. McMahon, and K. H. Lee, "Design of a Feature-based Multi-viewpoint Design Automation System," *International Journal of CAD/CAM*, vol.3, no.2, pp.67-75, 2003.