

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศ อุตสาหกรรมการผลิตรองเท้าจัดเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีทั้งการผลิตเพื่อขายในประเทศและการผลิตเพื่อส่งออกทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนเงินหลายร้อยล้านบาทต่อปี ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากรรมวิธีการผลิตรองเท้าเพื่อหาวิธีการที่จะช่วยลดเวลาในการผลิตรองเท้าในแต่ละขั้นตอนลงอันจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิต จากการศึกษาพบว่า ส่วนประกอบหลักของรองเท้าจะแบ่งออกเป็นพื้นรองเท้าและส่วนห่อหุ้มรองเท้า ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะให้ความสนใจและทำการวิจัยในส่วนของพื้นรองเท้า โดยปกติแล้วในการออกแบบพื้นรองเท้าจะใช้บุคลากรทางด้านการออกแบบเป็นจำนวนมากและต้องใช้ทักษะในการทำงานสูง ทำให้มีค่าใช้จ่ายทางด้านบุคลากรสูง ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงมากขึ้นตามไปด้วย ต่อมาจึงได้เกิดการพัฒนาโดยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกและลดขั้นตอนที่ซับซ้อนลง โปรแกรมที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในการออกแบบผลิตภัณฑ์รองเท้าได้แก่โปรแกรม DELCAM และ Cimatron นอกจากโปรแกรมทั้งสองแล้ว ยังมีโปรแกรมที่น่าสนใจและน่าจะนำมาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการออกแบบนั่นคือโปรแกรม Unigraphics ซึ่งเป็นโปรแกรมระดับสูงที่มีความสามารถอย่างครบครันทั้ง CAD/CAM/CAE ทำให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงและลวดลายซับซ้อนมากๆ ได้ ทั้งยังสามารถแสดงภาพที่ได้จากการออกแบบอย่างสมจริงและสามารถสร้าง G-Code ได้ภายในตัวโปรแกรมเองทำให้ประหยัดเวลาในการผลิตและเพิ่มความสะดวกในการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้มากกว่า ผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวความคิดที่จะนำโปรแกรม Unigraphics มาใช้ในการออกแบบพื้นรองเท้าเพื่อเสนอเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจให้กับผู้ประกอบการ

การจัดทำโครงการวิจัยจะเริ่มตั้งแต่การสำรวจข้อมูล ศึกษาขั้นตอนการออกแบบและสร้างพื้นรองเท้าในแบบต่างๆ จากนั้นศึกษาโปรแกรม Unigraphics NX₂ เพื่อใช้ในการออกแบบ สำหรับตัวโปรแกรม Unigraphics นั้นจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนการทำงานด้วยกัน ดังนี้ ส่วนที่ 1 Modeling จะเป็นหมวดที่ใช้ในการร่างภาพ (sketching) จากโครงร่าง 2 มิติ (Wire-Farm) ให้ออกมาเป็น

โมเดล 3 มิติที่สมบูรณ์ ส่วนที่ 2 Drafting จะเป็นหมวดที่ใช้ในการสร้างและแสดงภาพ 2 มิติ, ให้ขนาด, แสดงภาพด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้าได้อย่างละเอียด ส่วนที่ 3 Manufacturing จะเป็นหมวดที่ใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์และ สร้าง G-Code ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร สามารถกำหนดเครื่องมือที่ใช้ รูปแบบการกัดแสดงภาพจำลองขณะทำการกัดชิ้นงานและทิศทางการเดินของเครื่องมือ (Tool path) ได้ และ ส่วนที่ 4 Assembly จะเป็นหมวดที่ใช้แสดงการแยกประกอบชิ้นส่วนในการออกแบบ แสดงการเคลื่อนไหว และการไหลของแม่พิมพ์ฉีด

ในการออกแบบพื้นรองเท้าหรือในส่วนของ CAD นั้น จะใช้โปรแกรม Unigraphics NX, ส่วนของ Modeling ในการออกแบบลวดลายพื้นรองเท้า โดยการออกแบบจะเริ่มจากการสร้างเส้น Top และ Bottom ใน 3 มิติ สร้างเส้น Cross section ใน 3 มิติ สร้างพื้นผิวด้านบน ด้านข้าง และด้านล่าง ก่อนจะทำการเชื่อมผิวหรือ Unite ผิวของ Solid ทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อให้ Solid Model กลายเป็นวัตถุทรงตันชิ้นเดียวกัน จากนั้นจึงทำการสร้างลวดลายด้านข้างและลวดลายด้านล่างของพื้นรองเท้าและกำหนดขนาดไซส์ต่างๆของรองเท้าโดยใช้คำสั่ง Expression สำหรับการ Grading เป็นขั้นตอนสุดท้ายในส่วนนี้

การจัดทำโมเดลจำลองพื้นรองเท้าหรือในส่วนของ CAM จะใช้โปรแกรม Unigraphics NX, ส่วน Manufacturing มาใช้ในการจัดทำโมเดลพื้นรองเท้า โดยเริ่มจากการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการกัดชิ้นงาน จากนั้นกำหนดทิศทางการเดินของเครื่องมือ (Toolpath) แล้วจึงแสดงภาพจำลองของการกัดชิ้นงานจริงเพื่อตรวจสอบดูการเดินของเครื่องมือว่าถูกต้องและตรวจสอบเครื่องมือว่ามีการชนกับชิ้นงานขณะทำการกัดหรือไม่ ก่อนจะทำการ Postprocessor เพื่อแปลงข้อมูลจากส่วน CAM ให้เป็น G-Code ที่ใช้ในการกัดชิ้นงานก่อนนำไปป้อนเข้าเครื่องจักร CNC ระบบ 5 แกน เพื่อทำการกัดชิ้นงานจริง

เมื่อทำการกัดชิ้นงานจริงสำเร็จและได้ผลิตภัณฑ์โมเดลจำลองพื้นรองเท้าแล้วขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการจัดทำคู่มือการออกแบบพื้นรองเท้าประกอบการวิจัย โดยคู่มือที่จัดทำขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 เล่มด้วยกันเพื่อให้ง่ายต่อการค้นคว้าสำหรับผู้สนใจต่อไป โดยเล่มแรกจะเป็นคู่มือแสดงขั้นตอนการออกแบบพื้นรองเท้าในส่วนของ Modeling หรือ CAD อย่างละเอียด ส่วนเล่มที่ 2 จะแสดงขั้นตอนการออกแบบพื้นรองเท้าในส่วนของ Manufacturing หรือ CAM

5.1.1 ปัญหาที่พบในการทำโครงการวิจัย

- 1) ปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรมที่นำมาใช้ในการออกแบบ --- เนื่องจากโปรแกรม Unigraphics NX₂ เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้อย่างครบครันทั้ง CAD/CAM/CAE ตัวคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมจึงมีจำนวนมากและมีความหลากหลายในการใช้งาน ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษารายละเอียดในการใช้งานแต่ละตัวคำสั่งมาก
- 2) ปัญหาที่เกิดจากการออกแบบในส่วนของ Part CAD (Computer Aided Design) --- ในการออกแบบพื้นรองเท้า part CAD ที่ต้องมีการออกแบบตั้งแต่การ Sketch , ปรับ curve โดยใช้คำสั่งพื้นฐานในส่วนของ Basic Curve, การขึ้นโครงร่าง (wire-form) , การขึ้นผิว (Surface) จนกระทั่งได้รูปทรง 3 มิติ ในแต่ละขั้นตอนการออกแบบ เช่นการสร้างเส้นหรือปรับ Curve นั้นต้องใช้เวลาในการศึกษาและการฝึกการใช้คำสั่งบ่อยๆ และปัญหาที่มักเกิดกับคนที่เริ่มใช้โปรแกรมใหม่ๆจึงค่อนข้างมาก เช่นว่า ไม่รู้จะเริ่มใช้คำสั่งไหนในการออกแบบแต่ละส่วน การใส่ค่า Parameter ต่างๆ เป็นต้น
- 3) ปัญหาที่เกิดจากการออกแบบในส่วนของ Part CAM (Computer Aided Manufacturing)-- เป็นขั้นตอนการทดสอบกัดงานโดยโปรแกรมUnigraphics NX₂ , โดยต้องแน่ใจว่าผิวที่สร้างนั้น เชื่อมต่อกันจริงๆ ปัญหาที่พบก็คือไม่รู้ว่าจะเลือก Tool ชั่งไร เลือกดอกกัดที่เป็น ดอกกัด End Mill หรือ ชนิด Ball Mill และจะใช้ Tool ตัวไหนก่อน-หลัง จะกำหนดค่า Feed rate, Feed Cutting, Spindle , การกำหนดทิศการเดินของ Tool และการตั้งศูนย์ของเครื่องจักร CNC ที่ใช้ในการกัด ตั้งอย่างไร นี่เป็นปัญหาในระยะเริ่มต้นเท่านั้น ปัญหาที่พบและทำให้การทำงานลำบากไม่น้อยก็คือ Specs ของ Computer ต้องสามารถรองรับ Graphics ของการแสดงผลได้ เช่น Windows XP,ME ขึ้นไป RAM256 ,HARD60 ,การ์ดจอ ไม่ควรเป็นแบบ Onboard ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถ Generate (การทดสอบกัดโดย Program ก่อนที่จะทำการกัดจริง) จะไม่สามารถแสดงผลได้ และเครื่องจะเกิดการ Error ได้ เป็นต้น
- 4) ปัญหาที่เกิดจากการกัดโมเดลจำลองพื้นรองเท้า---- ในการกัดชิ้นงานจริงโดยใช้วัสดุชนิดไม้เทียม นั้นการทำงานงานร่วมกับคนที่ควบคุมเครื่องจะต้อง มีการประสานงาน และมีเอกสารที่เข้าใจตรงกันเพราะหากการกำหนด Tool ได้ไม่ตรงกับ Feeds cutting ,spindle ของเครื่องแล้วจะทำให้เกิดความเสียหายกับ Tools และเสียเวลาในการผลิต ได้มากและถ้าหากเป็นการทำงานจริงที่มีการผลิตจำนวนมาก ก็จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายได้มหาศาล ได้เช่นกัน

5.1.2 แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ในการออกแบบพื้นรองเท้าและจัดทำโมเดลจำลองประกอบผลการวิจัยพบว่า การศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่จะใช้ในการทำงานนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าไม่มีการสอบถามถึงความสามารถของเครื่องจักร เครื่องมือที่มีและ ความเร็วที่เหมาะสมในการทำการกัดงานลักษณะนั้นๆกับผู้เชี่ยวชาญแล้ว อาจเกิดปัญหาเครื่องมือหักขณะทำการกัดชิ้นงานจริงได้เนื่องจากความร้อน การเสียดสี และความลึกที่มากเกินไปกับการใช้เครื่องมืออื่นๆ ถึงแม้ว่าในตัวโปรแกรม Unigraphics ในหมวด Manufacturing จะสามารถแสดงการทำงานของเครื่องมือและมีการเช็คจุดที่จะมีการชนกันระหว่างชิ้นงานกับเครื่องมือให้ก็ตาม แต่มันก็ไม่สามารถแสดงการเดินของ Tool ได้ตลอดทุกมุมจะรู้ก็ต่อเมื่อโปรแกรมแสดงออกมาว่า Error เท่านั้นและบาง Parameter ก็ไม่สามารถแก้ไขได้ รองเท้า และเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสรุปแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหานี้ไว้เป็นหมวดหมู่ ดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อลดเวลาในการศึกษาโปรแกรมดังที่กล่าวมาจึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจโปรแกรม สามารถที่จะนำมาฝึกทักษะการใช้โปรแกรม โดยไม่ต้องลองผิดลองถูก สำหรับผู้ที่สนใจได้ ทำให้เสียเวลาในการศึกษาไม่มาก
- 2) การออกแบบในส่วนของ Part CAD (Computer Aided Design) --- นั้น ผู้วิจัยได้เขียนขั้นตอนการทำงานก่อนข้างละเอียด เพื่อให้ผู้ที่มีพื้นฐานด้านการเขียน CAD น้อยหรือ ไม่มีเลยสามารถที่จะเรียนรู้และทำความเข้าใจได้โดยง่าย
- 3) การออกแบบในส่วนของ Part CAM (Computer Aided Manufacturing) --- ผู้วิจัยได้จัดลำดับขั้นตอนการทำงานที่เข้าใจง่าย น่าจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาได้
- 4) สำหรับการกัดชิ้นงานจริงนั้น ผู้ที่สนใจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมว่า วัสดุแต่ละชนิด จะต้องใช้ Tool ที่ทำจากวัสดุอะไร เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดกับ Tool และชิ้นงานขณะเดินเครื่อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ต้องใช้ความสามารถในการเขียนโปรแกรมค่อนข้างมาก ข้อจำกัดที่พบในการทำงานวิจัยคือ การกำหนดค่า Tool path ไม่สามารถแสดงผลการกัดงานพร้อมกับ หมุนภาพเพื่อดูทิศการเดินของ Tool ได้ไม่คืบหน้า และในการทำ CAM โปรแกรมจะประมวลผลช้า และเกิดการไม่ยอมรับคำสั่งบ่อย ทำให้เกิด Error จึงทำให้ใช้เวลาในการทำงานมากขึ้นตามไปด้วย และบางครั้งแม้ว่าได้ทำการตรวจสอบโดยโปรแกรม CAM แล้ว ซึ่งก็คือการตรวจสอบ Gough Check ว่าไม่พบการชนของ Tool แล้วก็ตาม แต่เมื่อนำเอา ค่า G-Code ไปนคำสั่งให้เครื่องทำงานจริง ปรากฏว่า การ

กตงานนั้น เกิดการชนจนทำให้ Tool เกิด บิ่น หรือหัก ได้ ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่อาจต้องอาศัยทักษะ และประสบการณ์มากพอสมควรในการทำงาน

จากการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้พบว่าความสำคัญของการออกแบบเริ่มต้นขึ้นตอนการศึกษา Curve ถ้าหากผู้ออกแบบมองลักษณะเส้นและภาพฉายผิดพลาดการออกแบบที่ได้ก็จะมีรูปทรงที่เพี้ยนไปจนไม่สามารถขึ้นลายได้และต้องนำกลับไปแก้ไขใหม่ทำให้เสียเวลามาก ในขณะที่เดียวกันเนื่องจากเป็นโปรแกรมระดับสูงและแบบที่ใช้ในการทำพื้นรองเท้าค่อนข้างละเอียดมีความเป็น Free from อยู่ในตัวการเลือกใช้คำสั่งให้เหมาะสมกับการทำงานในระยะแรกจึงเป็นไปได้ยาก ต้องอาศัยการลองผิดลองถูกและการสังเกตการใช้งานในแต่ละคำสั่งอย่างลึกซึ้งจนได้เป็นทริคว่าถ้าออกแบบงานในลักษณะนี้ ถึงแม้ว่าจะสามารถใช้คำสั่งเพื่อใช้ในการสร้างได้ห้ถึงหกคำสั่งแต่จะมีคำสั่งหนึ่งที่เหมาะสมกว่าเพราะภาพที่ได้จะมีคุณภาพมากกว่าถึงแม้ว่าคำสั่งนั้นจะมีขั้นตอนในการทำมากกว่าก็ตาม

และข้อเสนอแนะต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยยังไม่ได้ทำและคิดว่าน่าจะสามารถทำได้ในอนาคตคือ

- 1) การนำเอาโปรแกรมการเขียนชุดคำสั่งเพื่อช่วยกำหนดการทำงานให้ ง่ายและเร็วขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาษา C ภาษา Pascal หรือภาษาเบสิก มาทำงานร่วมกับโปรแกรม Unigraphics เพื่อกำหนดเงื่อนไขให้เครื่องจักร CNC ทำงานได้เร็วมากขึ้น เพื่อลดเวลาในการออกแบบ
- 2) การวิจัยทำให้เห็นความสามารถของโปรแกรมและพบว่าน่าจะมีการนำโปรแกรม Unigraphics มาเชื่อมต่อกับการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเพื่อช่วยในการออกแบบและจัดทำคำสั่งในการทำงานให้กับหุ่นยนต์ได้ ซึ่งน่าจะนำมาทำเป็นโครงการวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาศักยภาพในอนาคตต่อไป

นอกจากนี้ โปรแกรมอื่นๆที่ใช้ในการออกแบบยังมีความน่าสนใจไปไม่น้อยกว่า Unigraphics การไม่ยึดติดกับโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งจะทำให้การออกแบบมีความหลากหลายขึ้นและยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น เพราะในแต่ละโปรแกรมต่างก็มีข้อดีในตัวของมันเอง โครงการวิจัยต่อยอดอีกโครงการหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ การนำโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบอย่าง AutoCAD , SolidWork , Mechanical Desktop , Cimetron , Pro/engineer, DELCAM และ Unigraphics มาเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานออกแบบผลิตภัณฑ์ในแต่ละชนิด ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทรันั้น เหมาะสมกับโปรแกรมใดมากกว่ากันและโปรแกรมใดจะช่วยย่นระยะเวลาในการออกแบบได้มากกว่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแต่ละประเภทรันั้นมีความแตกต่างกันออกไปในเรื่องของรูปทรงและความซับซ้อนของตัวผลิตภัณฑ์ และความต้องการทางการตลาด การหาโปรแกรมที่เหมาะสมจะช่วยอำนวยความสะดวก ลดความ

ยุ่งยาก และประหยัดเวลาในการออกแบบได้เป็นอย่างมาก อันจะทำให้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์
ลดลงช่วยให้องค์กรมีผลประกอบการมากขึ้น

