

## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ เราได้แสดงให้เห็นถึงการนำโปรแกรมทางด้าน CAD CAM และ CAE เข้ามาใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกแบบฉีด เพื่อที่จะเป็นแนวทางให้สามารถทำงานในลักษณะวิศวกรรมร่วมขนานกับการออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกแบบฉีดได้ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

1. การออกแบบผลิตภัณฑ์ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เราได้แสดงให้เห็นถึงการนำโปรแกรม CATIA ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้าน CAD/CAM มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการทั้งในลักษณะ Forward Engineering และ Reverse Engineering โดยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในลักษณะ Forward Engineering ได้มีการติดต่อกับภาคอุตสาหกรรมเพื่อสร้างแบบจำลองของชิ้นงานที่ผลิตจริงในอุตสาหกรรม เพื่อที่จะได้ทราบวิธีการและปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในอุตสาหกรรม โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองของก้านเปลี่ยนเกียร์ของรถจักรยานยนต์จำนวน 6 ชิ้น ซึ่งรูปที่ 3.1 เป็นหนึ่งในชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้นจริง ส่วนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในลักษณะ Reverse Engineering นั้น เราได้แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนตั้งแต่การได้มาของข้อมูลจุดพิกัดจากชิ้นงานต้นแบบจนสร้างขึ้นมาเป็นแบบจำลองของชิ้นงานในโปรแกรม CATIA การปรับปรุงแบบจำลองของชิ้นงานที่ได้ โดยในการวิจัยขั้นตอนนี้เราได้ทำการเขียนโปรแกรมพีริ โพรเซสเซอร์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการนำค่าพิกัดของจุดของชิ้นงานต้นแบบไปทำการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม CATIA ซึ่งมีด้วยกัน 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม MKPT ซึ่งจะนำค่าพิกัดของจุดต่าง ๆ ของชิ้นงานต้นแบบไปทำการสร้างเป็นจุดในโปรแกรม CATIA และโปรแกรม MKSUR ซึ่งจะนำค่าพิกัดของจุดของชิ้นงานต้นแบบไปทำการสร้างเส้นโค้ง และพื้นผิวที่ครอบคลุมค่าพิกัดของจุดเหล่านั้น ซึ่งเราได้ทำการทดลองใช้เครื่องวัดพิกัด 3 มิติ (CMM) ทำการหาจุดพิกัดของพื้นผิวของฝาครอบกระจกมองข้างดังแสดงในรูปที่ 3.3 จากนั้นใช้โปรแกรม MKPT ในการสร้างแบบจำลองของจุดในโปรแกรม CATIA แล้วใช้คำสั่งในการสร้างเส้นโค้งสร้างเส้นโค้งที่ครอบคลุมจุดในแต่ละ

ระนาบขึ้นมา แล้วใช้คำสั่งในการสร้างพื้นผิวในโปรแกรม CATIA ในการสร้างพื้นผิวครอบคลุมเส้นโค้งที่ได้ ก็จะได้แบบจำลองของพื้นผิวที่มีลักษณะเหมือนชิ้นงานต้นแบบออกมา ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ถึง 3.6 แต่จะพบว่าการสร้างแบบจำลองดังกล่าวข้างต้นทำได้ค่อนข้างยุ่งยากเมื่อมีจุดจำนวนมาก เราจึงได้ทำการทดลองสร้างแบบจำลองของพื้นผิวรูปหน้าคนดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยใช้โปรแกรม MKSUR อ่านข้อมูลของจุดพิกัดเข้ามาแล้วสร้างเป็นแบบจำลองของพื้นผิวในโปรแกรม CATIA เลย ซึ่งจะพบว่าเป็นวิธีการที่ง่ายกว่าและยังได้แบบจำลองของพื้นผิวออกมาเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้เรายังได้ทำการทดลองใช้คำสั่งในโปรแกรม CATIA ในการปรับแต่งจุดพิกัดที่วัดได้จากเครื่องวัด 3 มิติก่อนที่จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ไปทำการสร้างพื้นผิว ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ถึง 3.13

2. การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ เราได้แสดงให้เห็นถึงการนำโปรแกรม CATIA มาใช้ในการกัดชิ้นรูปส่วนเข้าและส่วนคอของแม่พิมพ์ โดยเราจะได้ทางเดินของหัวกัดของเครื่อง CNC Milling Machine มาเป็นข้อมูลในรูปแบบภาษา APT ซึ่งเราใช้โปรแกรมโพสต์โปรเซสเซอร์ที่เราได้ทำการพัฒนาขึ้นมาในการแปลงข้อมูลในรูปแบบภาษา APT ให้เป็นข้อมูลรูปแบบ G-code ซึ่งเราได้ทำการทดลองใช้คำสั่งทางด้าน CAM ของโปรแกรม CATIA ในการหาทางเดินของหัวกัดของฝากรอบกระจกมองข้างที่เราได้สร้างแบบจำลองขึ้นดังในรูปที่ 4.26 โดยเราได้หาทางเดินของหัวกัดในการขึ้นรูปส่วนคอของฝากรอบกระจกมองข้างดังแสดงในรูปที่ 4.28 และ 4.29 และหาทางเดินของหัวกัดในการขึ้นรูปส่วนเข้าของฝากรอบกระจกมองข้างดังแสดงในรูปที่ 4.32 และ 4.33 ซึ่งจะได้ทางเดินของหัวกัดในรูปแบบภาษา APT ออกมา ซึ่งเราจะนำข้อมูลทางไปแปลงเป็นข้อมูลรูปแบบ G-code ด้วยโปรแกรม APT.for ซึ่งเป็นโปรแกรมโพสต์โปรเซสเซอร์ที่เราได้พัฒนาขึ้น จากนั้นเราได้ทำการนำ G-code ที่ได้ไปสั่งงานเครื่อง CNC Milling Machine กัดจากชิ้นงานดิบจนได้ส่วนเข้าและส่วนคอของฝากรอบกระจกมองข้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.27 และ 4.31 ซึ่งชิ้นงานที่ได้จะมีรูปร่างและขนาดตามที่ออกแบบไว้

นอกจากนี้เรายังได้ทำการสร้างห้องสมุดเก็บรวบรวมแบบจำลองของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ดีดอย่างง่ายไว้ โดยสร้างเป็นแบบจำลองแบบ Parametric หรือ Variation geometry คือ สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของแบบจำลองได้โดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เพื่อเป็นการสะดวกในการออกแบบแม่พิมพ์โดยสามารถมาเรียกใช้แบบจำลองเหล่านี้ได้ โดยแบบจำลองบางส่วนได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.35 และ 4.36

3. การวิเคราะห์การไหลของพลาสติกในแม่พิมพ์ ในการวิจัยครั้งนี้เราได้แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างการใช้โปรแกรม Moldflow ช่วยในการวิเคราะห์การไหลของพลาสติกในแม่พิมพ์ พร้อมทั้งหาวิธีที่เหมาะสมในการใช้โปรแกรม CATIA และ Moldflow ร่วมกัน โดยเราได้สร้างแบบจำลองของกล่องสี่เหลี่ยมที่ไม่สมมาตรและมีรูที่พื้นตั้งในรูปที่ 5.10 ในโปรแกรม CATIA แล้วแบ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นพื้นผิวย่อย ๆ แล้วสร้าง mesh ในแต่ละพื้นผิว จากนั้นจึงแปลงเป็น mesh ที่สร้างขึ้นเป็นข้อมูลในรูปแบบสื่อกลาง โดยเราใช้รูปแบบ Nastran แล้วจึงนำไปสร้างเป็นแบบจำลองของชิ้นงานในโปรแกรม Moldflow จากนั้นเราได้แสดงให้เห็นการวิเคราะห์การไหลของพลาสติกในแม่พิมพ์ด้วยโปรแกรม Moldflow กับชิ้นงานกล่องสี่เหลี่ยมที่ไม่สมมาตรที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยผลของการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 5.15 ถึง 5.21

### ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พบว่าการนำวิธีการและโปรแกรมที่ได้มีการพัฒนาในงานวิทยานิพนธ์นี้ไปใช้งานจริง มีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. ในการใช้โปรแกรมฟรีโปรเซสเซอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำพิกัดของจุดของชิ้นงานต้นแบบไปสร้างเป็นแบบจำลองของพื้นผิวในโปรแกรม CATIA ควรมีจำนวนข้อมูลของพิกัดของจุดของชิ้นงานต้นแบบที่มากเพียงพอที่จะครอบคลุมส่วนที่พื้นผิวมีการเปลี่ยนแปลง เพื่อที่จะได้แบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนกับชิ้นงานต้นแบบ

2. เนื่องจากในโปรแกรมฟรีโปรเซสเซอร์ที่พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ จะสร้างพื้นผิวในแบบจำลองในโปรแกรม CATIA ด้วยวิธีการอ่านข้อมูลของพิกัดของจุดของชิ้นงานต้นแบบเข้าไปที่ละหน้าตัด ซึ่งเหมาะกับการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องวัดพิกัด 3 มิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และเครื่องวัดพิกัด 3 มิติโดยทั่วไป ฉะนั้นในการในโปรแกรมฟรีโปรเซสเซอร์นี้ไปใช้จึงควรทำการเก็บข้อมูลพิกัดของจุดด้วยวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น

3. ในการพัฒนาโปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์ที่ใช้ในการแปลงทางเดินของหัวกัดของเครื่อง CNC Milling Machine จากภาษา APT เป็น G-code เราได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับเครื่อง CNC Milling Machine แบบ 3 แกน คือ สามารถหัวกัดเคลื่อนที่สัมผัสกับชิ้นงานไปได้ตามแนวแกน x y และ z ซึ่งเพียงพอกับงานกัดชิ้นรูปส่วนเบ้าและส่วนคอรั้งของแม่พิมพ์โดยทั่วไป แต่ในปัจจุบันเครื่อง CNC Milling Machine ได้มีการพัฒนาจนมีเครื่อง CNC Milling Machine แบบ 4, 5 และ 6 แกน กล่าวคือ หัวกัดสามารถเคลื่อนที่หมุนสัมผัสกับชิ้นงานไปได้รอบตามแนวแกน x y หรือ z

แล้วแต่ชนิดของเครื่องนั้น ๆ ประกอบกับโปรแกรมทางด้าน CAM ที่ใช้หาทางเดินของหัวกัดก็ได้ มีการพัฒนาให้สามารถหาทางเดินของหัวกัดเพื่อใช้กับเครื่อง CNC Milling Machine แบบ 4, 5 และ 6 แกนได้ จึงควรมีการพัฒนาโปรแกรมโพสต์โปรเซสเซอร์ให้มีความสามารถในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบภาษา APT ไปเป็น G-code ที่สามารถสั่งงานเครื่อง CNC Milling Machine แบบ 4, 5 หรือ 6 แกน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป