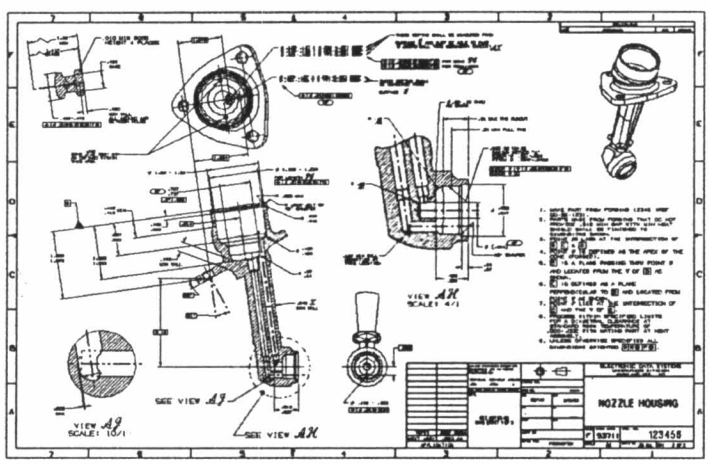
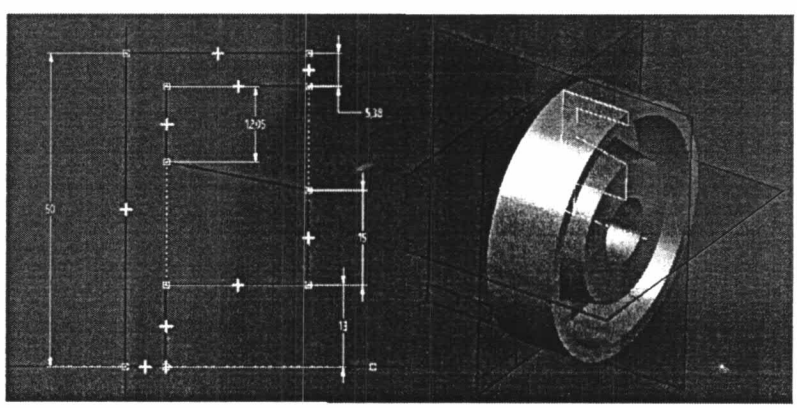
บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

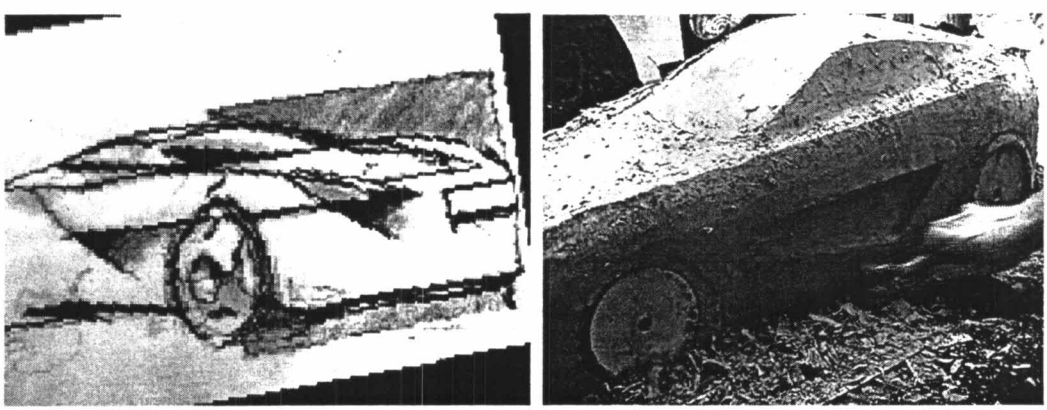
ในโลกปัจจุบันนี้มีการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการประสบความสำเร็จ จึงมีความจำเป็นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด และใช้เวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด ดังนั้นความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จะมีมากขึ้น และระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่ในตลาด (Life Cycles) ก็จะสั้นลง ดังนั้นงานด้านวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering, RE) และงานสร้างต้นแบบอย่างเร็ว (Rapid Prototyping, RP) จึงมีบทบาทสำคัญที่ช่วยทำให้ลดเวลาในพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์ให้น้อยลงได้





รูปที่ 1.1 การสร้างแบบจำลองโซลิด (Solid Model) จากแบบดราฟติ้ง 2 มิติ (2D Drafting)

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Design, CAD) นั้นตามรูปที่ 1.1 เริ่มจากการสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยคอมพิวเตอร์จากแบบดราฟติ้ง 2 มิติ (2D Drafting) โดยใช้ฟังก์ชั่นต่างๆ ช่วยในการวาดรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ทั่ว ๆไป เช่น แบบจำลองโซลิด (Solid Model) และ แบบจำลองผิว (Surface Model) และจากแบบจำลอง 3 มิติ (3D Model) นี้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ในงานด้านวิศวกรรมอื่นๆ ต่อไปได้ โดยนำแบบจำลอง 3 มิติ นี้แปลงเป็นข้อมูลมาตรฐาน เช่น Initial Graphics Exchange Specification (IGES) หรือ Standard for The Exchange of Product Model Data (STEP) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้กับโปรแกรมประยุกต์ทางด้านงานวิศวกรรมอื่นๆได้ต่อไป เช่น งานด้านการผลิต (Computer Aided Manufacturing, CAM) และ วิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรม (Computer Aided Engineering, CAE) การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวมาช่วยในการทำงานของภาคอุตสาหกรรมนั้น ทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์นั้นทำได้สะดวกและสามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความซับซ้อนได้ด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดในการออกแบบอยู่ เช่น ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อนจะต้องใช้เวลานานและต้องใช้ทักษะความสามารถของผู้ใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติเป็นอย่างมาก หรือในการที่ต้องการสร้างแบบจำลอง 3 มิติจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วหรือจากต้นแบบของชิ้นงานที่ออกแบบขึ้น เช่น ต้นแบบของแม่พิมพ์หรือต้นแบบรถยนต์ที่ทำจากไม้ ดินเหนียว ที่ได้ออกแบบโดยการปั้นขึ้นรูปจากจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การออกแบบที่มีความซับซ้อนในงานผลิตรถยนต์

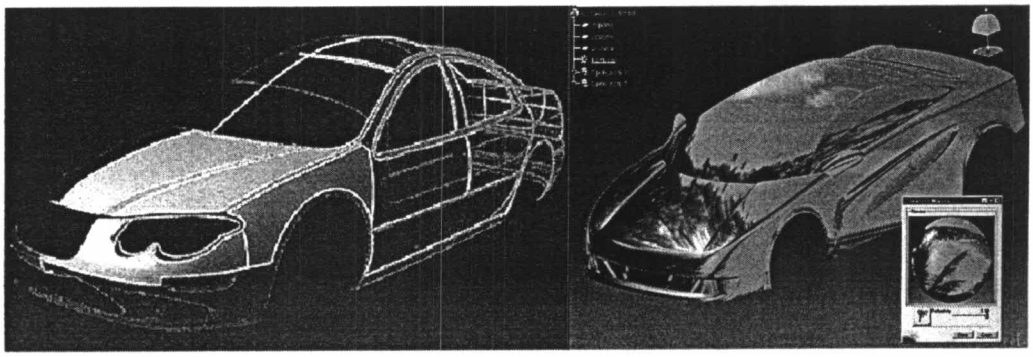
ต้นแบบดังกล่าวเหล่านี้ไม่สามารถกำหนดขนาดทางเรขาคณิตที่แน่นอนได้ ดังนั้นนักวิจัยและพัฒนาในอดีตจึงได้คิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์เพื่อวัดพิกัด 3 มิติ (Coordinate Measurement Machines ,CMM) บนผิวชิ้นงานหรือผิววัตถุโดยตรงซึ่งมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันและเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะการใช้งาน คือ การวัดพิกัดบน

ผิวชิ้นงานโดยการสัมผัสกับชิ้นงานโดยใช้หัวโพรบ (Probe) แตะลงบนผิวชิ้นงานเพื่อวัดพิกัด 3 มิติ ซึ่งเหมาะสำหรับการวัดพิกัดบนผิวชิ้นงานที่แข็ง และการวัดพิกัดบนผิวชิ้นงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงาน ซึ่งสามารถวัดพิกัดบนผิวชิ้นงานที่มีคุณสมบัติที่อ่อนนุ่มได้ นอกจากนั้นเครื่องมือวัดที่ไม่ต้องสัมผัสกับผิวชิ้นงานนี้สามารถวัดพิกัดได้อย่างรวดเร็ว โดยจุดพิกัดที่ได้จากการวัดต่อครั้งจะมีจำนวนมากด้วย และเครื่องมือวัดพิกัด 3 มิติ ยังสามารถแบ่งได้ตามการติดตั้งเครื่องมือวัดซึ่งมีทั้งแบบเคลื่อนย้ายได้โดยสามารถวัดพิกัดบนผิวชิ้นงานในที่ที่ชิ้นงานติดตั้งอยู่กับที่ซึ่งไม่สามารถถอดออกพื้นที่บริเวณนั้นได้ และแบบเคลื่อนย้ายไม่ได้ ซึ่งแบบนี้จะต้องถอดชิ้นงานออกจากพื้นที่นั้นมาทำการวัดที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ โดยระบบนี้จะมีข้อดี คือ จุดพิกัดที่ได้จะมีความแม่นยำสูงกว่าแบบเคลื่อนย้ายได้ เนื่องจากเครื่องมือวัดได้มีการปรับเทียบค่าผิดพลาด (Calibration) ในระหว่างการติดตั้ง และบริเวณที่ติดตั้งก็สามารถควบคุมสภาพของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อค่าความแม่นยำในการวัดพิกัดได้ ดังนั้นแบบเคลื่อนย้ายไม่ได้จึงเหมาะสมสำหรับงานที่นำไปใช้ในงานควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Quality Control)

เครื่องมือวัดพิกัด 3 มิติสำหรับงานวิศวกรรมย้อนกลับ นั้นต้องการความรวดเร็ว ความสะดวกในการวัด และมีความยืดหยุ่นสูงโดยสามารถวัดพิกัดบนผิวชิ้นงานได้หลากหลาย และสามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้นความแม่นยำในการวัดพิกัด 3 มิติบนผิวชิ้นงานนั้นจะไม่สูงเท่ากับเครื่องมือวัดพิกัดสำหรับงานควบคุมคุณภาพ ในปัจจุบันนี้มี 2 ระบบที่นิยมใช้งานมีอยู่ 2 แบบซึ่งเป็นแบบการวัดโดยไม่สัมผัสชิ้นงาน คือ ระบบการวัดพิกัด 3 มิติโดยใช้กล้อง (The Optical 3D-Measurement Systems) และ ระบบการวัดพิกัด 3 มิติโดยใช้แถบเลเซอร์ (Laser Scanner Systems) โดยทั้งสองระบบนี้ได้มีความพยายามที่จะพัฒนาขีดความสามารถให้มีความแม่นยำสูงเพื่อให้ใช้ได้กับงานควบคุมคุณภาพได้ในอนาคต

เทคโนโลยีทำต้นแบบอย่างเร็ว เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่อยู่บนพื้นฐานของการผลิตชิ้นงานโดยการเพิ่มเนื้อของชิ้นงานขึ้นทีละชั้นเลเยอร์ (Layer) ตามความสูงชิ้นงานซึ่งตรงกันข้ามกับกับกรรมวิธีการผลิตแบบเก่าที่เป็นการผลิตที่ต้องเอาเนื้อออกจากชิ้นงานโดยการ กัด ไส กลึง เจาะ และอื่นๆ สำหรับงานด้านการสร้างต้นแบบอย่างเร็ว (RP) โดยรูปแบบข้อมูล (Format) ที่ใช้กับการผลิตด้วยขบวนการนี้ คือ รูปแบบข้อมูล STL (Stereolithography Format) หรือ STL ไฟล์ (STL File) ซึ่งใช้เหมือนเป็นข้อมูลมาตรฐานสำหรับเทคโนโลยีของการสร้างต้นแบบอย่างเร็วที่ต้องใช้กันโดยทั่วไป ซึ่ง STL ไฟล์นี้จะต้องผ่านขบวนการแปลงข้อมูลเพื่อให้ได้รูปแบบข้อมูลที่เครื่องสร้างต้นแบบอย่างเร็ว สามารถที่จะทำงานและเข้าใจได้ โดยมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อคุณภาพที่ดีของต้นแบบในควบคุมการทำงานของเครื่อง และข้อมูลของชิ้นงานที่เป็นเส้นแสดงรูปร่าง (Contour) ของแต่ละเลเยอร์ ซึ่งบอกถึงรูปร่างของชิ้นงานในแต่ละชั้นเลเยอร์ ซึ่งคล้ายกับว่ามีแผ่นระนาบแบนตัดไปยังชิ้นงาน แล้วเส้นแสดงรูปร่างนี้จะเกิดขึ้นจาก

การตัดกันระหว่างระนาบและชิ้นงาน ซึ่งเส้นแสดงรูปร่างทั้งหมดตลอดทั้งชิ้นงานจะเรียกว่า ข้อมูลซไลซ์ (Sliced Data)



รูปที่ 1.3 การสร้างแบบจำลองผิวจากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงาน

ข้อมูลที่ได้จากงานทางวิศวกรรมย้อนกลับนั้นสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลของงานสร้างต้นแบบอย่างเร็วได้ 2 วิธี ในวิธีแรก คือ จากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงานซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเมฆ ดังนั้นจึงเรียกว่า พอยท์คลาวด์ (Point Cloud) ที่ได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ นำไปสร้างแบบจำลองผิว (Surface Model) จากรูปที่ 1.3 แล้วทำการแปลงไฟล์ข้อมูลเปลี่ยนไปเป็นข้อมูลที่เป็น STL ไฟล์ และหลังจากนั้น STL ไฟล์จะถูกนำไปทำข้อมูลซไลซ์ตามความหนาของชั้นเลเยอร์ครอบคลุมตลอดทั่วทั้งชิ้นงาน เพื่อสามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบต่อไป ในวิธีที่สอง STL ไฟล์ของชิ้นงานจะสร้างจากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงานโดยตรง ดังนั้นในวิธีนี้จะไม่ต้องสร้างแบบจำลองโซลิดก่อน ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนของงานที่ต้องสร้างแบบจำลองโซลิดจากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงาน ซึ่งจะลดงานที่ยุ่งยากและน่าเบื่อออกไป ดังนั้นการสร้างแบบจำลอง STL (STL Model) จากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงานโดยตรงจะลดเวลาและค่าผิดพลาดเนื่องจากการแปลงข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ ซึ่งค่าผิดพลาดนี้จะเกิดจากการนำข้อมูลจุดของผิวชิ้นงานไปสร้างเป็นแบบจำลองโซลิด แล้วแปลงข้อมูลไปสู่แบบจำลอง STL และนอกจาก 2 วิธีตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นงานวิจัย [1-3] โดยข้อมูลซไลซ์ที่ใช้สำหรับงานสร้างต้นแบบอย่างเร็วนั้น จะสร้างมาจากข้อมูลจุดของผิวชิ้นงานโดยตรงซึ่งลดระยะเวลาในการแปลงไฟล์ข้อมูล และลดค่าผิดพลาดสะสมของรูปร่างชิ้นงานระหว่างขั้นตอนของการแปลงไฟล์ไปจนถึงการสร้างชิ้นงานต้นแบบ เช่น ระหว่างการแปลงจากข้อมูลผิวจากแบบจำลองโซลิดไปสู่ข้อมูล STL ไฟล์ และระหว่างข้อมูล STL ไฟล์ไปเป็นข้อมูลซไลซ์ แต่ในวิธีนี้ข้อมูลซไลซ์จะเกิดจากความหนาของชั้นเลเยอร์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างไม่แน่นอนตลอดทั้งชิ้นงาน ซึ่งเครื่องสร้างต้นแบบอย่างเร็วโดยทั่วๆไปยากที่จะนำไปสร้างต้นแบบได้ในทางปฏิบัติ นอกจากนั้นข้อมูลซไลซ์ถูกนำไปใช้ได้เฉพาะกับเครื่องสร้างต้นแบบอย่างเร็วเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับงานด้านอื่นๆ ได้ ดังนั้น

แบบจำลอง STL ยังคงมีความต้องการที่จะนำมาใช้ประโยชน์อยู่มากกับงานหลายด้าน เช่น งานพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแบบจำลองผิวของผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้เพื่อดูรูปร่างและแสดงสีสันต่างๆ งานทางด้านขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ (Manufacturing) ที่ใช้แบบจำลอง STL หรือใช้ข้อมูลแบบจำลองโซลิด สำหรับสร้างข้อมูลที่ใช้กับเครื่องจักรเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ งานด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก (Graphics) เพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหวของตัวการ์ตูนในคอมพิวเตอร์จากต้นแบบงานปั้นที่ได้ออกแบบไว้ และงานแสดงรูปร่างของวัตถุหรืออวัยวะ จากข้อมูลที่ได้จากข้อมูลทางการแพทย์ และอื่นๆ อีกมากมาย

เนื่องจาก STL สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายรวมถึงสามารถนำไปใช้แปลงเป็นข้อมูลซไลซ์ เพื่อใช้กับเครื่องสร้างต้นแบบอย่างเร็วได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคที่จะสร้างผิวแบบจำลอง STL หรือ STL ไฟล์ จากข้อมูลจุดของผิววัตถุที่ได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลจุด โดยได้คิดค้นและพัฒนาอัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อจัดการข้อมูลจุดของผิววัตถุเหล่านี้ด้วยระบบนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบใหม่ (New Neural Network) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการคัดแยกข้อมูลจุดแบบโครงสร้างสืบทอดปรับตัวเองได้สองระดับ (Two-Level Adaptive Hierarchical Clustering Algorithm) และหลังจากผ่านขบวนการการจัดการข้อมูลนี้จะได้ข้อมูลจุดที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างแบบจำลองผิวตาข่ายสามเหลี่ยม (Triangular Mesh Model) และแบบจำลอง STL และเพื่อให้โครงสร้างของตาข่ายสามเหลี่ยมมีลักษณะที่ดีและมีคุณภาพ จึงได้คิดค้นและพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการปรับการเชื่อมโยงโครงสร้างของตาข่ายสามเหลี่ยมแบบปรับตัวเองได้ (Adaptive Self-Adjustable Connectivity of Triangular Mesh Structure Algorithm)

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. คิดค้นอัลกอริทึมสำหรับการจัดการข้อมูลและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจุด (Connectivity) ที่ได้จากการวัดพิกัด 3 มิติบนผิววัตถุด้วยเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ

1.2.2. คิดค้นอัลกอริทึมเพื่อพัฒนาโครงสร้างตาข่ายสามเหลี่ยมที่เหมาะสม (Triangular Mesh Structure) เพื่อจำลองผิวของวัตถุจริง

1.2.3. สร้างแบบจำลอง STL หรือ STL ไฟล์ จากข้อมูลจุดของผิววัตถุ

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1. พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อจัดการข้อมูลจุดของผิววัตถุ เพื่อสามารถนำมาสร้างแบบจำลอง STL ที่เหมาะสมได้

1.3.2. สร้างแบบจำลอง STL จากข้อมูลจุดของผิววัตถุ

1.3.3. แสดงภาพแบบจำลอง STL

1.3.4. แบบจำลอง STL สามารถนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบขั้นสูงต่างๆได้

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ได้อัลกอริทึมสำหรับการจัดการข้อมูลจุดของผิววัตถุและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจุดที่ได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ

1.4.2. ได้อัลกอริทึมเพื่อพัฒนาโครงสร้างตาข่ายสามเหลี่ยมที่เหมาะสมเพื่อจำลองผิววัตถุ

1.4.3. ได้แบบจำลอง STL จากข้อมูลจุดของผิววัตถุ

1.4.4. ได้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อที่ทดสอบเทคนิคที่ได้คิดค้นขึ้น และเพื่อแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลอง STL

1.4.5. สามารถนำเอาแบบจำลอง STL ไปใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ใช้งานทางด้านอื่นๆได้

1.4.6. สามารถนำเอาเทคนิคที่ได้พัฒนาขึ้นสำหรับการจัดการข้อมูลจุดของผิววัตถุและสร้างแบบจำลองผิวของวัตถุนั้นไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านอื่นๆ ได้

1.5. วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลโครงสร้างสามเหลี่ยมรูปแบบ STL

1.5.3. ศึกษาการใช้เครื่องวัดพิกัด 3 มิติ ระบบสเตอรีโอวิชั่น (Stereo Vision) เพื่อนำมาใช้ในการวัดพิกัด 3 มิติบนผิวของวัตถุที่จะใช้ในการทดลอง

1.5.4. ศึกษาข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ ระบบสเตอรีโอวิชั่น

1.5.5. คิดค้นเทคนิคเพื่อจัดการกับข้อมูลจุดของผิววัตถุและสร้างแบบจำลอง STL

1.5.6. ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาโปรแกรมขึ้นทดสอบทฤษฎีที่ได้คิดค้นขึ้น

1.5.7. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบทฤษฎีที่ได้คิดค้นขึ้น

1.5.8. ทำการทดลองเก็บข้อมูลจุดจากการวัดพิกัด 3 มิติ บนผิวของวัตถุ ด้วยเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ

1.5.9. นำข้อมูลจุดของผิววัตถุที่ได้จากการวัดมาใช้เพื่อทดสอบกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

1.5.10.เขียนวิทยานิพนธ์