การพัฒนาโปรแกรมเพื่อแปลงภาพเชิงพิกัดสำหรับการพิมพ์สามมิติ
DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING

จิรภัทร เจียงพุทรา
ณฐมน ก้อนใจ
ภัทรพล จงดีเลิศ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การพัฒนาโปรแกรมเพื่อแปลงภาพเชิงพิกัดสำหรับการพิมพ์สามมิติ

DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING

จิรภัทร เจียงพุทรา

ณฐมน ก้อนใจ

ภัทรพล จงดีเลิศ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING

JIRAPAT JIANGPUTSA
NATAMON KONJAI
PHATTARAPHON CHONGDILOET

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาณิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อแปลงภาพเชิงพิกัดสำหรับการพิมพ์สามมิติ
DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING

นักศึกษาผู้จัดทำ นายจิรภัทร เจียงพุทรา **รหัสนักศึกษา** 56010187

นายณฐมน ก้อนใจ **รหัสนักศึกษา** 56010782

นายภัทรพล จงดีเลิศ **รหัสนักศึกษา** 56010882

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมเพื่อแปลงภาพเชิงพิกัดสำหรับการพิมพ์สามมิติ DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING
นักศึกษาผู้จัดทำ	นาย จิรภัทร เจียงพุทรา รหัสนักศึกษา 56010187
	นาย ณฐมน ก้อนใจ รหัสนักศึกษา 56010782
	นาย ภัทรพล จงดีเลิศ รหัสนักศึกษา 56010882
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

โครงงานการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแปลงภาพเชิงพิกัดสำหรับการพิมพ์สามมิติ ฉบับนี้เป็นการศึกษาทฤษฎี และ หลักการในกระบวนการวิเคราะห์ภาพในเชิงสามมิติ และ ออกแบบโปรแกรมในการเชื่อมโยงกระบวนการทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแบ่งเป็นส่วนการแสกนวัตถุ การปรับแต่งรายละเอียดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีที่สุด และ การพิมพ์วัตถุสามมิติออกมา เพื่อให้สามารถได้วัตถุมาตามที่ต้องการ โดยใช้งานผ่านโปรแกรมที่มีการเชื่อมโยงทุกๆส่วนเข้าด้วยกัน โดยสามารถใช้งานได้ง่าย และ ใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	DEVELOPMENT OF TRANSFORMATION SOFTWARE OF RANGE IMAGE FOR 3D PRINTING	
Authors	Mr.Jirapat	Jiangputsa
	Mr.Natamon	Konjai
	Mr.Phattharaphon	Chongdiiloet
Thesis Advisor	Assoc. Dr. Taweepol	Suesut
Year	2016	

ABSTRACT

Development project for converting geographic coordinates for 3D printing. This is a study of theories and principles in 3D image analysis and program design to link all processes together using a computer, which is divided into scanned objects. Fine-tuning details to get the best specs and printing stereoscopic objects. To be able to get the object as you want it. By using a program that links all parts together. It can be used easily and practically.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากคำปรึกษาและคำแนะนำจนถึงความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณสำหรับความช่วยเหลือจากเพื่อนและรุ่นพี่ ที่ให้ความรู้และคำปรึกษา ตลอดจนครอบครัวของผู้จัดทำที่ให้กำลังใจ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอมอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่ผู้ที่สนใจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....1

1.4 แผนการดำเนินงาน.....2

บทที่ 2 อุปกรณ์ และ โปรแกรมที่ใช้.....4

2.1 Laser Triangulation 3D Scanners.....4

2.2 3D Printer.....6

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ.....6

2.2.2 หัวฉีด.....8

2.2.3 ฐานรองชิ้นงาน.....8

2.2.4 พลาสติกที่ใช้ในการพิมพ์ชิ้นงาน.....9

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม.....10

2.3.1 โปรแกรม Autodesk Fusion 360.....10

2.3.2 โปรแกรม Repetier-Host.....10

2.3.3 โปรแกรมแปลงไฟล์.....11

2.3.4 โปรแกรมสแกน.....11

2.4 ไฟล์ STL.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.5 G-code....13

2.6 Java และ 3D mix....16

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน....19

3.1 แผนผังการดำเนินการ....19

3.2 การทำงานโปรแกรม 3D Mix และ Code ของโปรแกรม....20

3.3 การใช้งานโปรแกรมสแกนวัตถุ....29

3.4 การแปลงไฟล์ .csv เป็น .stl....31

3.5 การพิมพ์ภาพ3มิติ....32

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง....34

4.1 การทดลองประกอบชิ้นงานจากการสแกนและสั่งพิมพ์....34

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....40

5.1 สรุปผลดำเนินงาน....40

5.2 ปัญหาที่พบในโครงงาน....41

5.2.1 ปัญหาจากข้อจำกัดของการสแกน....41

5.2.2 ปัญหาเนื่องจากความเอียงของฐานรองชิ้นงานที่เครื่องสแกน....43

5.2.3 ปัญหาเนื่องจากความสูงของวัตถุที่สแกนได้มีความคลาดเคลื่อนจากขนาดจริง....44

5.2.4 ปัญหาจากกลิ่นของพลาสติกที่ใช้ในการพิมพ์....44

5.2.5 ปัญหาเนื่องจากโปรแกรม....45

5.3 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์....45

บรรณานุกรม....46

ภาคผนวก....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังบล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงาน	2
1.2	แผนผังการดำเนินการ	2
2.1	Laser Triangulation 3D Scanners	4
2.2	การหักเหสะท้อนของ Laser	5
2.3	เครื่อง Scanner Gocator 2350	5
2.4	Stereilithigraohic	6
2.5	3D jet printer systems	6
2.6	Digital Light Processing	7
2.7	Laminated Object Manufacturing	7
2.8	หัวฉีดพลาสติก	8
2.9	ฐานรองชิ้นงาน	9
2.10	เส้นพลาสติก ABS	10
2.11	โปรแกรม Repetier-Host	11
2.12	โปรแกรม Scanner	12
2.13	รูปทรงต่างๆ	13
2.14	Logo Java	17
3.1	แผนผังดำเนินงาน	19
3.2	โปรแกรม 3D Mix	21
3.3	โปรแกรมสแกนของ Gocator	21
3.4	โปรแกรม Repetier host	22
3.5	โปรแกรม Autodesk Fusion 360	22
3.6	หน้า Manage โปรแกรมสแกนของ Gocator	29
3.7	หน้า Scan โปรแกรมสแกนของ Gocator	29
3.8	ปรับเป็น 3D และ Start	30
3.9	ภาพที่ได้หลังจากการสแกน	30
3.10	การ Save File CSV	31
3.10	แปลงไฟล์ CSV เป็น STL	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

3.12 ภาพไฟล์ที่เปิดในโปรแกรม Repetier Host....32
3.13 ปุ่ม Slicer....32
3.14 รูปที่ได้จากการแปลงเป็น G-code แล้ว....33
3.15 ชิ้นงานที่ถูกสั่งพิมพ์ออกมา....33
4.1 วัตถุตัวอย่างชิ้นงานที่ 1....34
4.2 การนำวัตถุไปวางบนเครื่องแสกน....35
4.3 ภาพที่ได้จากการแสกนครั้งแรก....35
4.4 ภาพที่ได้จากการแสกนครั้งถัดๆมา....36
4.5 ภาพชิ้นส่วนที่นำมาเข้าโปรแกรม Autodesk Fusion 360....36
4.6 ภาพชิ้นส่วนที่ประกอบจากโปรแกรม Autodesk Fusion 360....37
4.7 เมื่อเปิดไฟล์รูปวัตถุที่ได้ออกมาด้วยโปรแกรม Repetier Host....37
4.8 ภาพวัตถุต้นแบบ และ วัตถุที่ได้จากเครื่องพิมพ์....38
4.9 วัตถุตัวอย่างชิ้นงานที่ 2....38
4.10 ภาพที่ได้จากการประกอบกันของวัตถุชิ้นที่2....39
5.1 ภาพการประกอบวัตถุ....40
5.2 ภาพจากการสแกนที่ไม่สามารถสแกนภายในได้....42
5.3 เปรียบเทียบระหว่างภาพที่สแกนได้กับวัตถุจริง....42
5.4 ภาพจากการสแกนวัตถุที่มีส่วยโค้งเว้า....43
5.5 ฐานรองชิ้นงานจากเครื่องสแกน....43
5.6 ความสูงของชิ้นงานจากการสแกน....44
5.7 เส้นพลาสติกที่ใช้พิมพ์ชิ้นงาน....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในปัจจุบันการซ่อมบำรุงเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินการทางด้านอุตสาหกรรม เพราะอุปกรณ์เครื่องจักรทุกชนิดย่อมมีการเสื่อมไปตามกาลเวลา มีการชำรุดเสียหาย ย่อมต้องมีการซ่อมบำรุง การซ่อมบำรุงนั้นหากอุปกรณ์นั้นมีชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียต้องมีการใช้ชิ้นส่วนที่เหมือนกันในการเปลี่ยนแทนที่ชิ้นส่วนที่เสียหาย หากชิ้นส่วนนั้นไม่มีสำรองหรือหมด Stock หรือบริษัทของอุปกรณ์นั้นผลิตชิ้นส่วนไม่ทันหากปล่อยไว้นานอาจทำให้เครื่องจักรนั้นเสียหาย หรือต้องหยุดการทำงาน ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการหยุดซ่อมบำรุงสูงและเสียเวลาในการผลิตเพราะไม่ได้รับการซ่อมบำรุง ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดและออกแบบอุปกรณ์และโปรแกรมที่ช่วยในการสำรองชิ้นส่วนอุปกรณ์ นั้นคือเครื่อง 3D Scaner และ 3D Printer โดยทั้งสองเครื่องนั้นทำงานร่วมกันโดยโปรแกรม 3D Mix โดยเป็นโปรแกรมหลักที่คอยรวบรวมโปรแกรมจำเป็นในการทำงาน โปรแกรมนี้จะเป็นที่ใช้ในการทำงานของ 3D Scaner ร่วมกับ 3D Printer หลักการเมื่อนำชิ้นส่วนที่ต้องการใช้งานมาวางไว้ที่เครื่อง 3D Scabner มาสแกนวัตถุ เมื่อได้รูปร่างของวัตถุแล้ว Scanner จะให้ไฟล์เป็นสกุล CSV นำไปเข้าโปรแกรมแปลง CSV เป็น STL ถ้ารูปร่างชิ้นส่วนที่สแกนไม่สวยหรือบางส่วนสแกนแล้วหายไป เราอาจตกแต่งเล็กน้อยด้วยโปรแกรม AutoCad แล้วนำไฟล์ STL ที่ได้รับการตกแต่งไปเข้าเครื่อง 3D Printer เพื่อทำการแปลงเป็น G-code แล้วทำการสั่งปลิ้นชิ้นส่วนของอุปกรณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

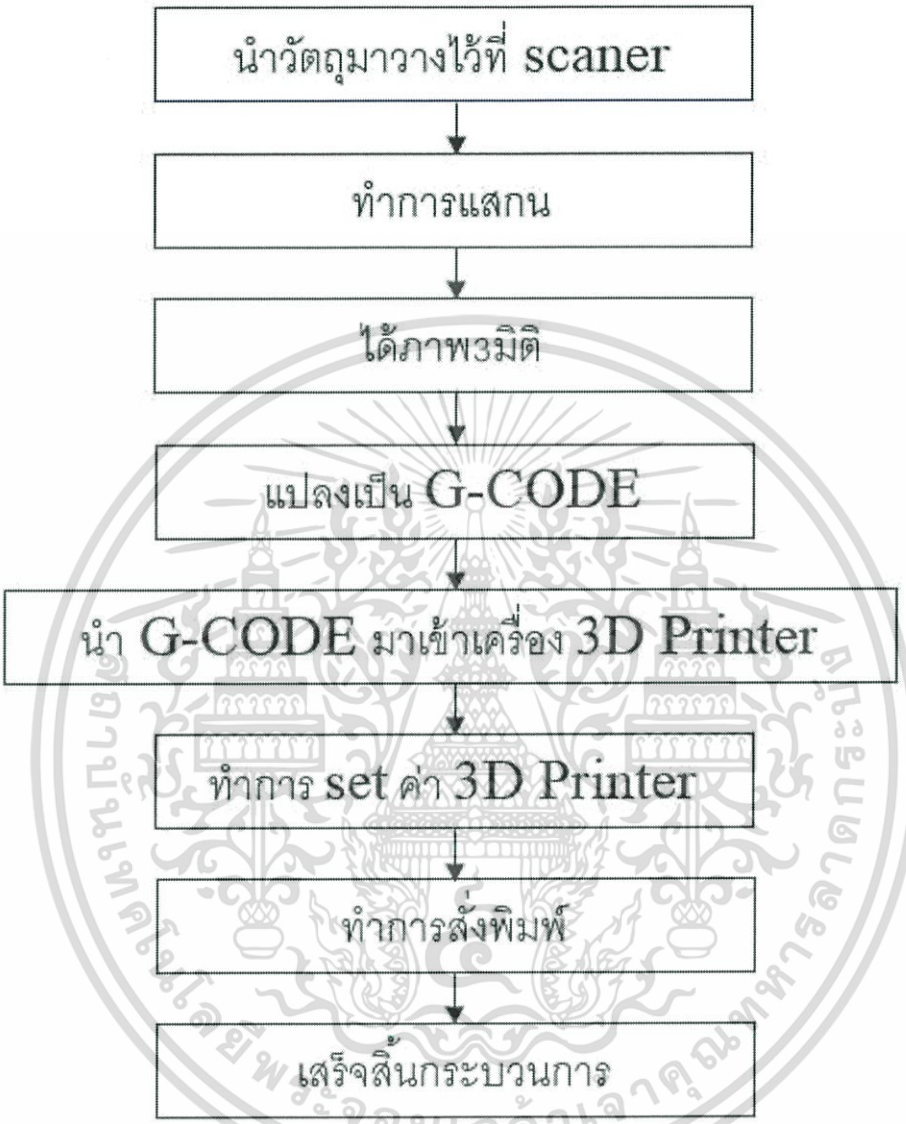
คิดค้นและออกแบบ Software ที่ช่วยในการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสองอุปกรณ์คือ 3D Scaner และ 3D Printer และศึกษาการทำงานของ 3D Scaner และ 3D Printer สามารถประยุกต์และผสมผสานเครื่องมือต่างๆทางด้าน Image Processing ได้ เพื่อนำไปศึกษาและพัฒนาต่อ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. สามารถ Scanner วัตถุนั้นได้ และสามารถใช้งานร่วมกับ 3D Printer ได้
2. เข้าใจและสามารถใช้งานอุปกรณ์ทางด้าน image processing ได้
3.การสแกนนั้นเป็นการสแกนวัตถุด้านบนเพียงด้านเดียวที่ตามชิ้นส่วนที่ต้องการ
4. ไม่สามาถสแกนวัตถุที่ภายในมีช่องว่าง หรือด้านข้างมีลวดลาย
5.วัตถุที่สแกนจะอาจไม่เหมือนวัตถุที่ต้องการสแกน 100%

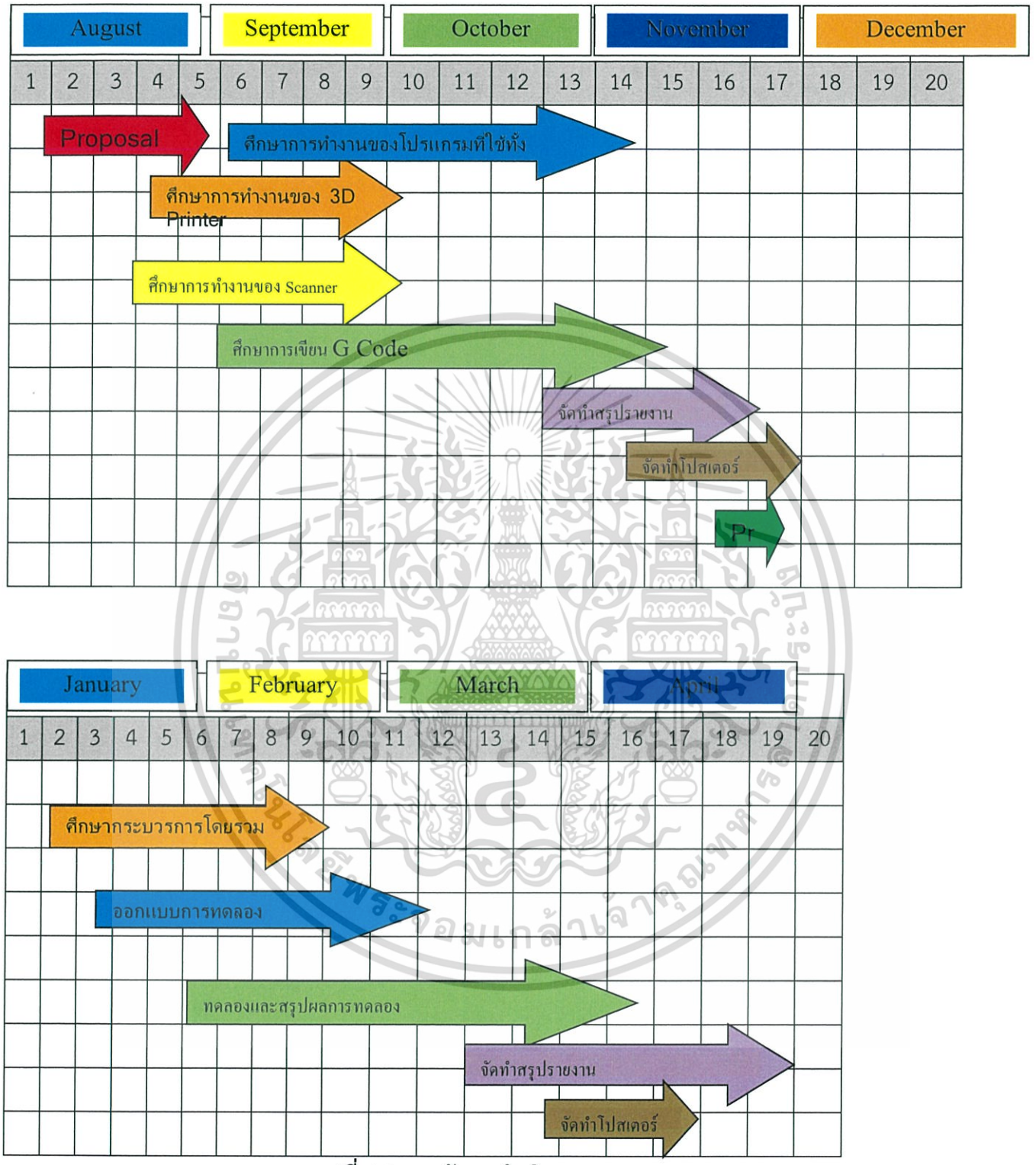
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังบล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



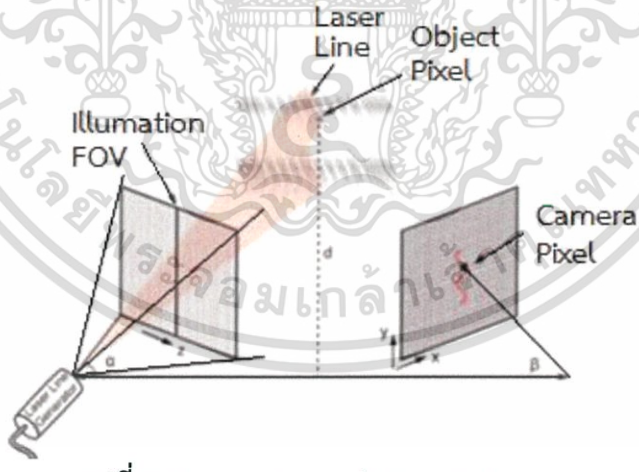
ปที่ 1.2 แผนผังการดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
อุปกรณ์ และ โปรแกรมที่ใช้

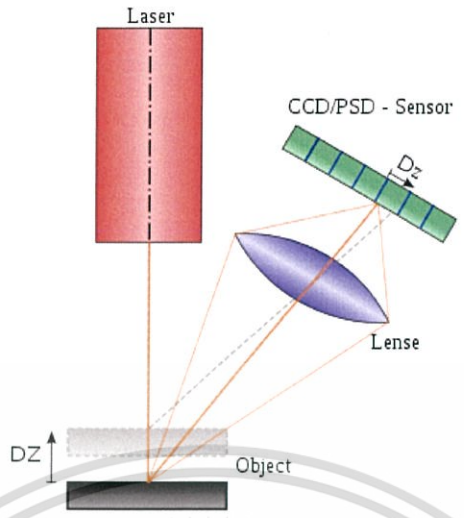
2.1 Laser Triangulation 3D Scanners

เครื่องที่ใช้ในการสแกนในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้เป็น 3D Smart Sensor ในการนำมาสแกนวัตถุแล้วแสดงผลออกมาเป็นพื้นผิว 3 มิติ (จะสามารถแสดงในด้านพื้นผิวในด้านที่สแกน) เป็นลักษณะการสแกนแบบ Non – contact โดยใช้หลักการฉายเลเซอร์สามเหลี่ยมไปบนวัตถุ และใช้กล้องในการตรวจจับตำแหน่งของจุดที่เลเซอร์ตกกระทบบนวัตถุ จุดเลเซอร์ที่ตกกระทบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะระหว่างเลเซอร์กับวัตถุส่งผลให้พื้นที่การรับภาพของกล้องมองเห็นความแตกต่างนี้ เทคนิคนี้ถูกเรียกว่า Triangulation เนื่องจากจุดที่เลเซอร์ตก กล้องที่ตรวจจับ และแหล่งกำเนิดเลเซอร์เรียงตัวกันเป็นสามเหลี่ยม ระยะที่ด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมสามารถรู้ค่าได้เนื่องจากเป็นระยะระหว่างตัวกล้องตรวจจับกับแหล่งกำเนิดเลเซอร์ และมุมของแหล่งกำเนิดเลเซอร์ก็รู้ค่าของมุมกล้องสามารถกำหนดโดยการมองที่ตำแหน่งของจุดตกเลเซอร์ในพื้นที่รับภาพของกล้อง ทั้งสามส่วนนี้ (จุดที่เลเซอร์ตก , กล้องที่ตรวจจับ และแหล่งกำเนิดเลเซอร์) จะกำหนดรูปร่างและขนาดของสามเหลี่ยม และจะให้ตำแหน่งของมุมที่เลเซอร์ตกกระทบของสามเหลี่ยม เลเซอร์จะให้มิติ 2 ใน 3 ของวัตถุ และมิติที่ 3 จะได้จากการขยับวัตถุ แล้วจะมีตัวเซนเซอร์ในการตรวจจับเลเซอร์ที่สะท้อนกับพื้นผิวของวัตถุแล้วแปลงออกมาเป็นรูปร่าง



รูปที่ 2.1 Laser Triangulation 3D Scanners

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 การหักเหสะท้อนของ Laser

โดยเครื่องที่ใช้ในการสแกนจะใช้เป็น Gocator 2350 Series เป็น 3D Smart Sensor

LMI GOCATOR 2350

Intelligent, high resolution 3D measuring system

- Standalone and scalable smart inspection sensor
- Field of View (FOV): 158 - 365 mm
- Metrically calibrated
- Webbrowser setup and control, flexible configuration
- Multi-sensor applications, e.g. thickness measurement
- incl. Profile Tools
- Scan rate: 170 - 5000 Hz (dependent on window size)
- Resolution (Z): 0.019 - 0.060 mm
- Resolution (X): 0.150 - 0.300 mm
- Clearance Distance (CD): 300 mm
- Measurement range (MR): 400 mm
- Interface: Gigabit Ethernet
- Inputs: Differential Encoder Input, Laser Safety Enable, Trigger
- Outputs: 2x digital, RS-485 serial (115 kBaud), analog (4-20 mA)
- Input Voltage: +24 to 48 VDC (13 Watts)
- Housing: Gasketed aluminium enclosure, IP67
- Size: 49x75x272 mm
- Laser class 3R

รูปที่ 2.3 เครื่อง Scanner Gocator 235

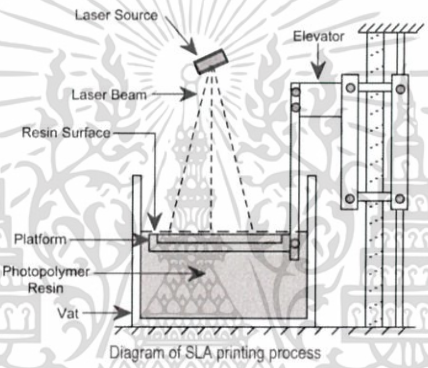
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 3D Printer

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ

เทคโนโลยีของเครื่องพิมพ์แบบสามมิติในปัจจุบันจะมีหลายลักษณะ แต่จะใช้หลักการเดียวกันในการทำงานคือ จะพิมพ์งานในแนวระนาบก่อน เป็นแผ่นบางๆ เมื่อพิมพ์เสร็จในชั้นแรกก็จะพิมพ์ในชั้นถัดไป ซ้อนกันไปเรื่อยๆ จนออกมาเป็นรูปร่างสามมิติ ซึ่งเทคโนโลยีในแต่ละตัวนั้นจะต่างกันในส่วนของวัสดุที่ใช้พิมพ์และกระบวนการทำงานของเครื่อง โดยแบ่งออกเป็น

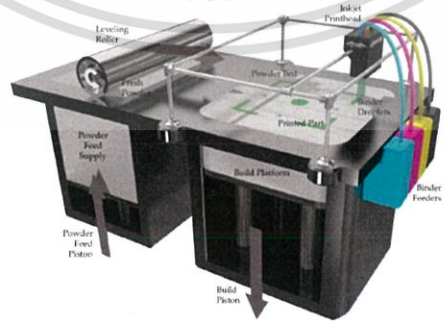
- Stereolithographic (SLA) เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานโดยการยิงแสงเลเซอร์ไปบนของเหลว เพื่อให้ของเหลวในแต่ละชั้นแข็งตัว โดยวัสดุของเหลวเป็นแบบ Liquid Polymer (Resin) ชิ้นงานที่ได้จะมีความละเอียดและเที่ยงตรง [2]



รูปที่ 2.4 Stereilithigraohic [2]

- Selective Laser Sintering (SLS) คือการเผาวัตถุดิบที่ใช้ด้วยแสงเลเซอร์ ใช้หลักการเดียวกับ SLA แต่ทำให้สามารถใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่า

- 3D Jet Printer Systems ใช้หลักการของ Ink Jet Printer คือการแบ่งหลายๆสีเข้าหัวฉีดเพื่อผสมเป็นสีอื่น โดยการพ่นวัสดุที่เป็นเทอร์โมพลาสติกเช่น โพลีเอสเทอร์



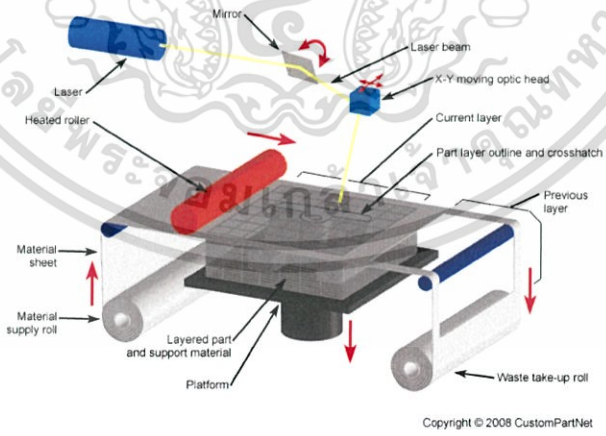
รูปที่ 2.5 3D Jet Printer Systems

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Digital Light Processing (DLP) ใช้หลักการเดียวกับ SLS แต่เปลี่ยนจากเลเซอร์เป็นใช้แหล่งกำเนิดแสงให้ความร้อนโดยแหล่งกำเนิดแสงเป็นแสงจากไฟแอลอีดี วัสดุที่ใช้ในการพิมพ์จะเป็นยาง, เรซิ่น

รูปที่ 2.6 Digital Light Processing

- Laminated Object Manufacturing (LOM) เป็นการใช้วัสดุที่เป็นแผ่นบางๆ และมีสารยึดติดที่ด้านหนึ่งของแผ่น แล้วส่งเข้าไปในเครื่อง เมื่อเข้าไปจะถูกตัดด้วยเลเซอร์ เมื่อเสร็จหนึ่งชั้นก็จะนำชั้นต่อไปมาตัดและต่อเป็นชั้นๆขึ้นไป วัสดุที่ใช้ในการพิมพ์งานจะอยู่ในกลุ่มเทอร์โมพลาสติก



รูปที่ 2.7 Laminated Object Manufacturing

- Fused Deposition Modeling (FDM) เป็นวิธีที่ใช้มากที่สุดและเป็นแบบที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ โดยการทำงานจะเป็นการใช้วัสดุหลักเป็นพลาสติกเป็นม้วนส่งผ่านไปยังหัวจ่าย หัวจ่ายจะหลอมพลาสติก

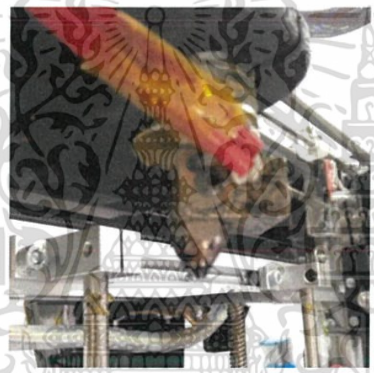
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วพ่นลงบนฐานวาง ซึ่งเมื่อพ่นออกมาก็จะแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ลักษณะการพิมพ์จะพิมพ์เป็นชั้นๆหัวฉีดจะเคลื่อนที่ในแนวระนาบในแกน X Y จนเสร็จแล้วจะขยับในแกน Z เพื่อเลื่อนไปพิมพ์ยังชั้นต่อไป จนเสร็จออกมาเป็นโมเดล 3 มิติที่ต้องการ

ในการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบสามมิติที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ ส่วนประกอบหลักๆจะประกอบไปด้วย

2.2.2 หัวฉีด

หัวฉีดร้อนเครื่องนี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ได้ (แนวดิ่ง) ใช้ในการฉีดพลาสติกและหลอมละลายพลาสติก โดยการ Feed เส้นพลาสติกจากม้วนพลาสติกเข้ามายังหัวฉีด หัวฉีดจะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200-260 องศาเซลเซียสโดยประมาณ โดยที่หัวฉีดมีตัววัดอุณหภูมิเพื่อส่งข้อมูลอุณหภูมิไปที่ตัวควบคุมเพื่อใช้ในการรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่

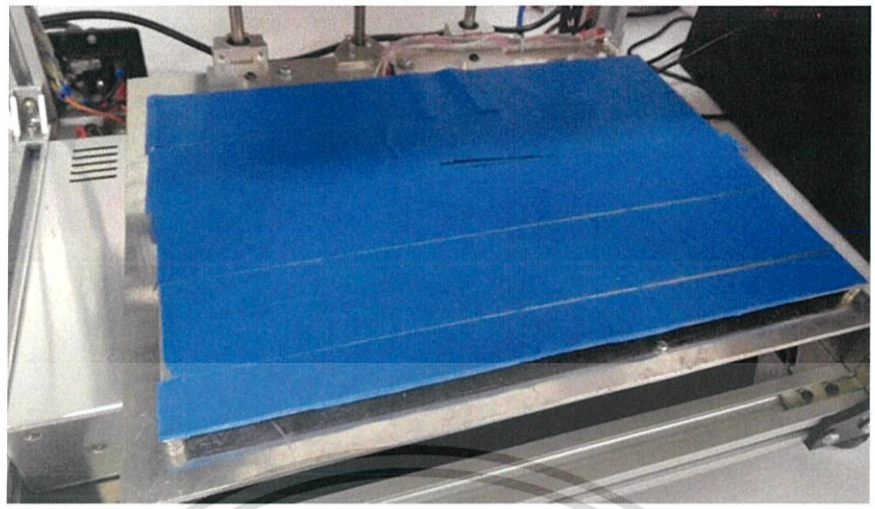


รูปที่ 2.8 หัวฉีดพลาติก

2.2.3 ฐานรองชิ้นงาน

ฐานรองชิ้นงานเป็นส่วนในการรองรับชิ้นงานที่ฉีดออกมาจากส่วนของหัวฉีด ฐานรองที่ใช้ในเครื่องนี้จะเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และทำหน้าที่ให้ความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานไม่ติดกับฐานรองและติด Blue Tape เสริมก็จะช่วยให้นำชิ้นงานออกง่ายขึ้น เมื่อเริ่มต้นก่อนจะพิมพ์ชิ้นงานฐานรองจะทำความร้อน เมื่อความร้อนถึงจุดที่กำหนดก็จะเลื่อนขึ้นสู่ด้านบนเพื่อรอรับการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ฐานรองชิ้นงาน

2.2.4 พลาสติกที่ใช้ในการพิมพ์ชิ้นงาน

พลาสติกที่ใช้ในงานพิมพ์นั้นจะเป็นพลาสติกประเภท Thermal Plastic เป็นพลาสติกที่สามารถเปลี่ยนรูปเป็นของเหลวหนืดได้เมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดหนึ่ง และสามารถกลับเป็นของแข็งได้เมื่อเย็นตัวลง สำหรับเครื่องพิมพ์สามมิตินั้นจะใช้ Thermal Plastic อยู่ 2 ชนิด คือ ABS และ PLA

- เส้นพลาสติก ABS

ABS เป็นพลาสติกที่ได้จากผลิตภัณฑ์น้ำมันและเป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่นปานกลาง สามารถทนความร้อนได้ดี พลาสติก ABS จะไม่เสียรูปเมื่อเวลาตากแดดเป็นเวลานาน เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องมีการต่อหรือนำมาประกอบกัน ส่วนกลิ่นของพลาสติก ABS จะให้กลิ่นที่เหม็นและแรง ควรวางเครื่องพิมพ์ในที่อากาศถ่ายเท เนื่องจากกลิ่นและควันที่เป็นอันตราย ในด้านของขนาดและความแม่นยำนั้นจะมีปัญหาในเรื่องของการหดตัวและยึดติดกับฐานดังนั้นจึงต้องให้ความร้อนกับฐานประมาณ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 เส้นพลาสติก ABS

- เส้นพลาสติก PLA

PLA เป็นพลาสติกที่ได้จากพืช เป็นพลาสติกที่ไม่เป็นพิษและสามารถย่อยสลายได้แต่ต้องผ่านกระบวนการที่ถูกต้อง เส้นพลาสติก PLA จะมีความแข็งมากกว่าพลาสติก ABS แต่จะขาดความยืดหยุ่นซึ่งไม่เหมาะกับงานพิมพ์ที่ต้องการส่วนประกอบ เพราะอาจแตกหักได้ และไม่สามารถทนหรือตากแดดได้ เพราะจะเสียรูปง่าย และ กลิ่นนั้นจะไม่เหม็นหรือรุนแรงเท่า ABS ในส่วนของขนาดและความแม่นยำ พลาสติก PLA จะหดตัวน้อยกว่า พลาสติก ABS ซึ่งเป็นข้อดีทำให้สามารถที่จะพิมพ์บนฐานที่ไม่ต้องให้ความร้อนก็ได้ พลาสติกประเภท PLA เหมาะสำหรับงานพิมพ์ประเภทมุมแหลม เช่น เฟือง เป็นต้น

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมเป็นโปรแกรมต่างๆในการดำเนินการตั้งแต่ขั้นตอนการสแกนและสุดท้ายส่งไปที่เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ

2.3.1 โปรแกรม Autodesk Fusion 360

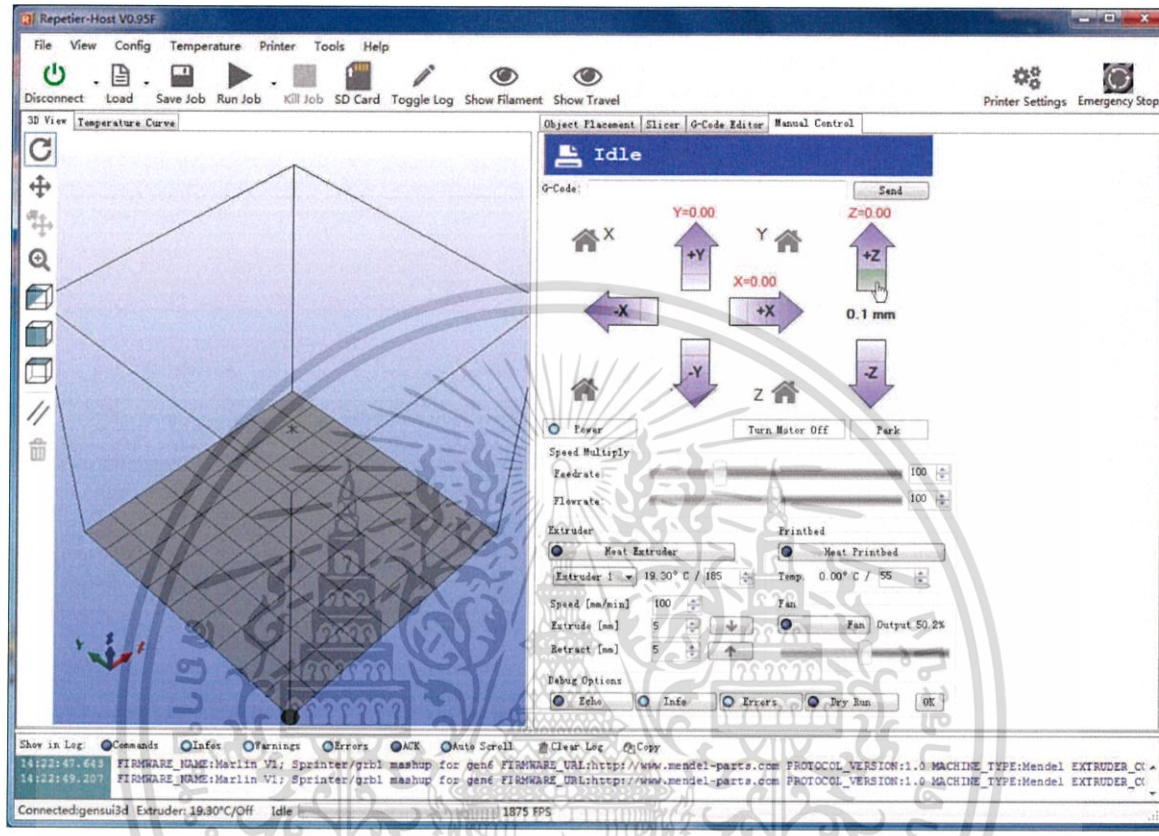
โปรแกรมAutodesk Fusion 360 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบที่สามารถรองรับการทำงาน 3 มิติ สามารถจำลองชิ้นงานเป็นแบบ 3 มิติได้อย่างละเอียด และยังสามารถใช้ตัดแต่งงานที่ได้จากการสแกนได้

2.3.2 โปรแกรม Repetier-Host

โปรแกรม Repetier Host เป็นโปรแกรม Open source ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องพิมพ์สามมิติ โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่หลัก 2 อย่างคือ ติดต่อสื่อสารกับเครื่องพิมพ์สามมิติ และเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่คำนวณ Tooth Path ซึ่งเรียกว่า Slicer โดยโปรแกรม Slicer จะเป็นตัวแบ่งชิ้นงาน 3 มิติ ออกเป็นชั้นๆ และคำนวณหาเส้นทางการเคลื่อนที่ของหัวฉีด



รูปที่ 2.11 โปรแกรม Repetier-Host

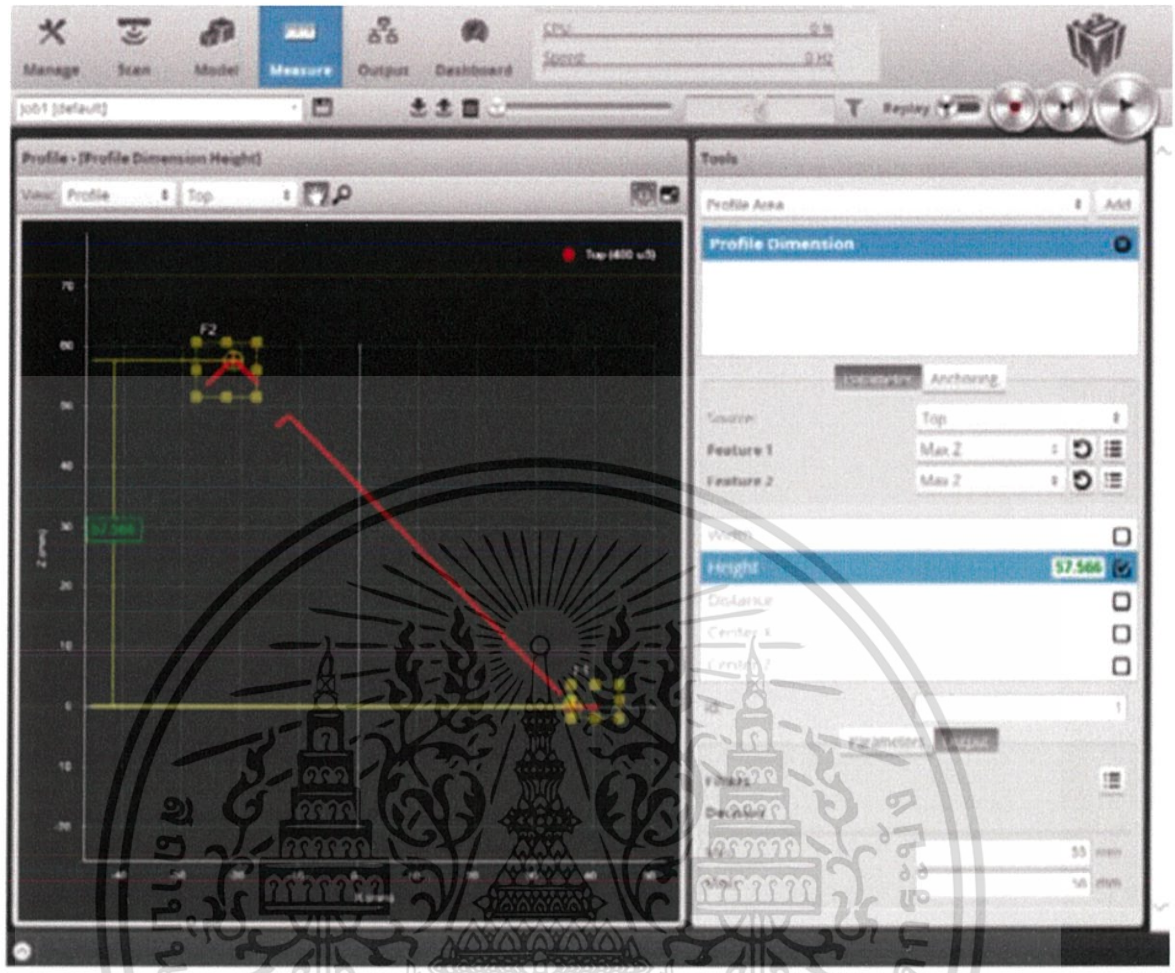
2.3.3 โปรแกรมแปลงไฟล์

เป็นโปรแกรมเสริมจาก Gocator ที่ใช้ในการแปลงไฟล์ที่ได้จากการสแกน โดยไฟล์ที่สแกนได้จะเป็นไฟล์สกุล .CSV จะทำการแปลงไฟล์นั้นเป็นสกุล .STL

2.3.4 โปรแกรมสแกน

โปรแกรมที่ใช้ในการสแกนจะเป็นโปรแกรมที่ Built-in จากตัว Gocator สามาเรียกใช้ได้จาก Web Browser โดยเรียกเป็น IP Address เป็น 192.168.1.10 ตัวโปรแกรมมีฟังก์ชันในการทำงานหลากหลาย เช่น การสแกนวัตถุ หรือวัดระยะ โดยการสแกน สามารถสแกนออกมาเป็นรูปหรือเลือกเป็นไฟล์สกุล .CSV ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 โปรแกรม Scanner

2.4 STL ไฟล์

ไฟล์ STL เป็น Format ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการนำข้อมูลไปทำชิ้นงาน Rapid Prototype สำหรับ STL จะเก็บข้อมูลของ Surface หรือ Solid ในรูปของสามเหลี่ยมรูปเล็กๆ แล้วเอาสามเหลี่ยมเล็กๆ จำนวนมากมาประกอบกันจนเป็น 3D Model จากรูปที่ 2.13 ถ้าต้องการ 3D ของรูปสี่เหลี่ยมทรงตันก็จะประกอบด้วยรูปทรงตันสามเหลี่ยมจำนวน 12 รูป สำหรับรูปที่ซับซ้อนขึ้นก็จะประกอบด้วยรูปทรงตันสามเหลี่ยมขนาดเล็ก จำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

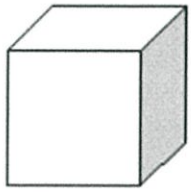


Figure 1

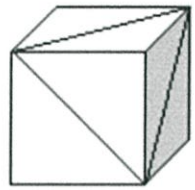


Figure 2

Figure 3

รูปที่ 2.13 รูปทรงต่างๆ

ภายใน File แบบ STL จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เป็น Layer บางๆ มากมายซ้อนกันอยู่ โดยที่ข้อมูลที่เป็น Layer บางๆ นี้แต่ละชั้นจะเรียกว่า SLI และ SLI นี่เองที่ถูกส่งไปยังเครื่องผลิตชิ้นงานต้นแบบ แล้วส่งต่อไปยังส่วนที่ควบคุมการทำงานของ Laser ที่ทำหน้าที่ในการสร้างชิ้นงานขึ้นมา โดยจะผลิตชิ้นงานแต่ละชั้นออกมาเหมือนกับ SLI

Software CAD/CAM ในปัจจุบันเกือบทั้งหมดสามารถสร้างไฟล์ STL ได้ (ส่วนมากก็จะ Save as ที่ File แล้วเลือกเป็น STL) ไฟล์ STL จะถูก Export ออกมาเป็นไฟล์แบบ Binary เพื่อประหยัดเวลาในการ Export และขนาดไฟล์ที่ไม่ใหญ่เกินไป แต่ก็สามารถเปลี่ยน Option ต่างๆได้ เช่น Chord Tolerance หรือ Angular Control

สำหรับขั้นตอนและวัสดุที่ใช้ในงาน Rapid Prototype ความหนาขั้นต่ำจะอยู่ที่ 0.020″ หรือ 0.5 mm งาน RP ที่ขนาดน้อยกว่านี้จะไม่สามารถผลิตได้ ยกเว้น SLA แบบ High Resolution ที่สามารถทำ ความหนาขั้นต่ำจะอยู่ที่ 0.010″ หรือ 0.25 mm สำหรับ SLS Flex Material สามารถทำ ความหนาขั้นต่ำจะอยู่ที่ 0.040″ หรือ 1 mm (ตัวเลขนี้เป็นตัวเลขอ้างอิงเท่านั้น งานจริงๆ อาจทำได้มากกว่าหรือน้อยกว่า ขึ้นกับ Software, Material, 3D Printer และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง)

2.5 G-code

G-code คือ คำสั่งของโปรแกรม CNC โดย โปรแกรม CNC คือ โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานเครื่องจักร Code ต่างๆ ของโปรแกรมสำหรับ CNC Machine มาตรฐานที่จะมีในเครื่อง CNC Machine ทุกเครื่อง ซึ่งจะมีแตกต่างๆ กันออกไปบ้างตามชนิดของเครื่องจักร, ผู้ผลิตเครื่องจักร ซึ่งควรศึกษากับคู่มือของเครื่องจักรนั้นๆ ตอนปฏิบัติงานจริงอีกครั้ง สำหรับในเครื่องจักร CNC จะแบ่ง Code โปรแกรมออกเป็น 2 ชุด คือ G-code และ M-code แต่คำสั่งที่ทำการใช้งาน คือ G-code
ชุดคำสั่ง G-code จะเป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G00 การเดินเป็นแนวเส้นตรง เป็นการเคลื่อนที่แบบเร็ว ใช้ในกรณีต้องการให้เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งอย่ารวดเร็ว ในลักษณะที่ไม่มีการตัดชิ้นงาน, ความเร็วในการเคลื่อนที่สามารถควบคุมได้โดย Rapid

G01 เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ส่วนมากใช้ในการลักษณะการกินชิ้นงาน สามารถควบคุมความเร็วโดย Speed และ Feed

G02 การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งตามรัศมี มีทิศทางตามเข็มนาฬิกา

G03 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งตามรัศมี มีทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

G04 เป็นคำสั่งให้หยุดทำงานชั่วขณะในลักษณะของการหน่วง (Dwell)

G09 หยุดการทำงาน

G10 การ Setting Data ของการเดินด้วยความเร็ว

G11 การ Setting Data ของการเดินเป็นเส้นตรง

G12 การเดินเส้นโค้งแบบตามเข็มนาฬิกา

G13 การเดินเส้นโค้งแบบทวนเข็มนาฬิกา

G15 การยกเลิกคำสั่งเดินเส้นโค้ง

G16 การเดินโดยใช้คำสั่งการเดินโค้ง

G17 การเลือกพื้นผิวบนระนาบ X Y

G18 การเลือกพื้นผิวบนระนาบ ZX

G19 การเลือกพื้นผิวบนระนาบ ZY

G20 เป็นการกำหนดหน่วยวัดระบบนิ้ว (ค่าที่ป้อนเป็นนิ้ว)

G21 เป็นการกำหนดหน่วยวัดเป็นระบบเมตริก (ค่าที่ป้อนเป็นมิลลิเมตร)

G23 การยกเลิกหรือปิดตรวจสอบระยะเผื่อของชิ้นงาน

G25 ปิดการตรวจสอบวัดเพลาของหัวกัด

G26 เปิดการตรวจสอบวัดเพลาของหัวกัด

G27 การตรวจสอบการกลับสู่จุดที่ใช้อ้างอิง

G28 การกลับสู่จุดที่ใช้ในการอ้างอิงของเครื่อง

G29 การกลับจุดที่ใช้อ้างอิงของเครื่อง

G30 การกลับจุดอ้างอิงของเครื่องจากการกำหนดข้อมูลในเครื่อง

G31 การข้ามคำสั่งเกี่ยวกับจุดอ้างอิง

G33 การเดินกัดทำเกลียว

G40 การยกเลิกค่าชดเชยรัศมีของ Tool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G41 การกำหนดค่าชดเชยรัศมีของ Tool (Offset) ไปทางด้านซ้าย

G42 การกำหนดค่าชดเชยรัศมีของ Tool (Offset) ไปทางด้านขวา

G43 การกำหนดความยาวของมีดกัดที่มีค่าบวก

G44 การกำหนดความยาวของมีดกัดที่มีค่าลบ

G49 ยกเลิกค่าความยาวของมีดกัด

G50 ยกเลิกมาตราส่วน

G51 กำหนดมาตราส่วน

G54 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 1

G55 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 2

G56 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 3

G57 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 4

G58 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 5

G59 กำหนดตำแหน่งงานในข้อมูลที่ 6

G63 เลือกหมวดของการทำเกลียวแบบ Tap

G64 เลือกขนาดของกาตัดเฉือนด้วยด้วยการกัด

G65 การเรียก Marco โปรแกรมมาใช้งาน

G67 ยกเลิก Macro โปรแกรม

G68 การลอกแบบงานโดยหมุนรอบจุดอ้างอิง

G69 ยกเลิกการลอกแบบงาน

G73 การเจาะแบบหยุดให้คายเศษ

G74 การทำเกลียวด้วยการ Tap

G76 การคว้านรูปแบบละเอียด

G80 ยกเลิกการเจาะ การคว้านในแบบต่างๆ

G81 การเจาะแบบไม่ยก (Spot Drilling)

G82 การเจาะแบบไม่ยก (Counter Boring)

G83 การเจาะลึกแบบยกคายเศษ

G84 การทำเกลียวในแบบ Tapping

G85-89 การคว้านรูปแบบคว้านหยาบ

G90 มีดเคลื่อนบนจุดใดๆ วัดระยะจากจุดศูนย์งานทุกครั้ง (Absolute System)

G91 มีดเคลื่อนบนจุดใดๆ วัดระยะจากจุดเริ่มงานทุกครั้ง (Increment System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G92 การเปลี่ยนจุดศูนย์ของงานที่ใช้อ้างอิง

G93 อัตราการป้อนตรงข้ามกับหน่วยของเวลา

G94 อัตราการป้อน หน่วยเป็น ระยะทาง/เวลา

G95 อัตราการป้อน หน่วยเป็น ระยะทาง/รอบ

G96 ความเร็วของเพลามีดกัด เมตร/นาที

G97 ความเร็วของเพลามีดกัด รอบ/นาที

G98 การเปลี่ยนตำแหน่งเท่ากับค่า G43

G99 การยกเปลี่ยนตำแหน่งเท่ากับค่า R

2.6 Java และ 3D Mix

3D MIX คือโปรแกรมที่ช่วยในการรวบรวมโปรแกรมหรือsoftwareสำคัญในการใช้ดำเนินงาน สร้างวัตถุ 3DMIX โดยในโปรแกรม 3DMIX นั้นประกอบไปด้วยโปรแกรมที่สำหรับใช้งาน ในการ Scan 3D โปรแกรมสำหรับการ Print 3D โปรแกรมสำหรับการตกแต่ง Object ก่อนที่จะทำการปริ้นชิ้นงานนั้น

3D MIX ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ภาษา Java โดยที่ Java หรือ Java Programming language คือ ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้

ภาษา Java เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้นคลาสคือที่เก็บเมทอด (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State) และรูปพรรณ (Identity) ประจำพฤติกรรม (Behavior)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 Logo Java

ข้อดีของ ภาษา Java

- ภาษา Java เป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแบบสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใช้คำหรือชื่อ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

- โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา Java จะมีความสามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขโปรแกรม เช่น หากเขียนโปรแกรมบนเครื่อง Sun โปรแกรมนั้นก็สามารถถูก Compile และ Run บนเครื่องพีซีธรรมดาได้

- ภาษาจาวามีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอน Compile Time และ Runtime ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ Debug โปรแกรมได้ง่าย

- ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ เมื่อเปรียบเทียบ Code ของโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษา Java กับ C++ พบว่า โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา Java จะมีจำนวน Code น้อยกว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น

- ภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้น ด้วยภาษาอื่น เพราะ Java มี Security ทั้ง Low Level และ High Level ได้แก่ Electronic Signature, Public And Private Key Management, Access control

- มี IDE, Application Server, และ Library ต่าง ๆ มากมายสำหรับจาวาที่เราสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อ Tool และ s/w ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียของภาษา Java

- ทำงานได้ช้ากว่า Native Code (โปรแกรมที่ Compile ให้อยู่ในรูปของภาษาเครื่อง) หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น อย่างเช่น C หรือ C++ ทั้งนี้ก็เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาจะถูกแปลงเป็นภาษากลาง ก่อน แล้วเมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่งของภาษากลางนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาษาเครื่องอีก ทีหนึ่ง ทีล่ะคำสั่ง (หรือกลุ่มของคำสั่ง) ณ runtime ทำให้ทำงานช้ากว่า Native Code ซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่องแล้วตั้งแต่ Compile โปรแกรมที่ต้องการความเร็วในการทำงานจึงไม่นิยมเขียนด้วยจาวา

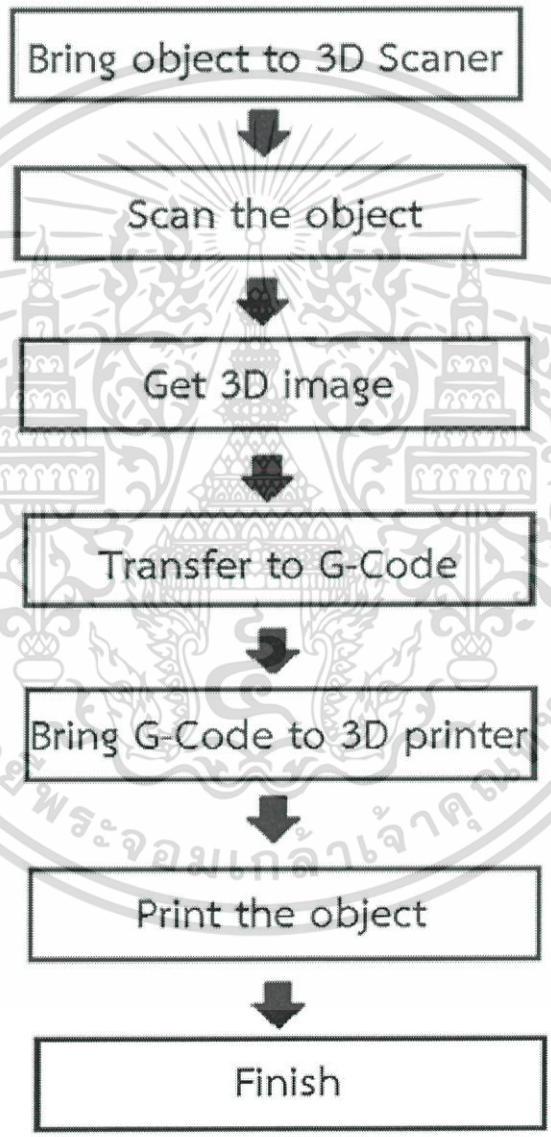
- Tool ที่มีในการใช้พัฒนาโปรแกรมจาวามักไม่ค่อยเก่ง ทำให้หลายอย่างโปรแกรมเมอร์จะต้องเป็นคนทำเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่ Tool ทำไม่ได้ ถ้าเราดู Tool ของ MS จะใช้งานได้ง่ายกว่า และพัฒนาได้เร็วกว่า (แต่เราต้องซื้อ Tool ของ MS และก็ต้องรันบน Platform ของ MS) โดยการเขียนภาษา Java จะใช้โปรแกรม Eclipse ในการเขียนโปรแกรมนี้ขึ้นมา โดยรูปแบบโปรแกรมจะเป็นรูปแบบ GUI โดยที่ GUI ย่อมาจาก Graphical User Interface GUI (อ่านว่า จียูไอ หรือ กุย) คือ การติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ เป็นการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ โดยการใช้ Icon , รูปภาพ และสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อแทนลักษณะต่างๆ ของโปรแกรม แทนที่ผู้ใช้จะพิมพ์คำสั่งต่างๆในการทำงาน ช่วยทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น ไม่จำเป็นต้องจดจำคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรมมากนัก ถือเป็นวิธีการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ให้ติดต่อสื่อสารกับระบบโดยผ่านทางภาพ เช่น ใช้เมาส์กดเลือก Icon แทนการพิมพ์คำสั่งดังแต่ก่อน โดยเฉพาะในบางโปรแกรมที่มีคำสั่งมากๆ เช่น โปรแกรม Autocad ที่ใช้ในการวาดแบบ ซึ่งจะมี คำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างรูปมากมาย ผู้ใช้สามารถใช้เม้าซ์ (Mouse) เลือกคำสั่งที่ต้องการจะวาดจาก Icons ที่ปรากฏในโปรแกรมและใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่งต่างๆ ทางแป้นพิมพ์ ช่วยทำให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน และไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้และจดจำคำสั่งที่ต้องการมากนัก เพียงดูจาก Icons ที่ปรากฏในโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้ทันที ตัวอย่างโปรแกรมที่ช่วยออกแบบโปรแกรมที่ใช้ GUI เช่น Microsoft Visual Basic เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนผังการดำเนินงาน

เนื่องด้วย Hardware แต่ละส่วนนั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกันตั้งแต่ต้นเราจึงต้องใช้การแปลงไฟล์หลายๆส่วนเพื่อให้สามารถเชื่อมกระบวนการต่างให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดยมีลำดับกระบวนการดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำวัตถุไปยังเครื่องแสกน

เป็นการนำวัตถุไปวางบนเครื่องแสกน โดยวัตถุมีขนาดความกว้างไม่เกิน 20 cm ความยาวไม่เกิน 20 cm และ ความสูงไม่เกิน 6 cm

- ทำการแสกนวัตถุ

เป็นการใช้ฟังก์ชันโปรแกรมที่มีมาพร้อมกับเครื่องแสกน โดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แล้วใช้โปรแกรม Internet Browser ในการเรียกใช้งาน

- ได้ภาพ 3 มิติ

ภาพที่ได้มาจากเครื่องแสกนนั้นจะเป็นไฟล์นามสกุล .csv ซึ่งเป็นไฟล์ตารางค่าพิกัดต่างๆลงใน Microsoft Excel จึงต้องใช้โปรแกรม Csv Converter ในการแปลงไฟล์นามสกุล .csv ให้กลายเป็นไฟล์นามสกุล .stl

- แปลงเป็น G-Code

ใช้โปรแกรม Repetier Host ในการแปลงไฟล์ภาพ .stl ให้กลายเป็น G-Code ซึ่งเป็นคำสั่งที่ทำให้เครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติเคลื่อนไหว และ ฉีดพลาสติกตามที่ต้องการ

- ส่ง G-Code ไปยังเครื่องพิมพ์ 3 มิติ และ ทำการพิมพ์วัตถุ

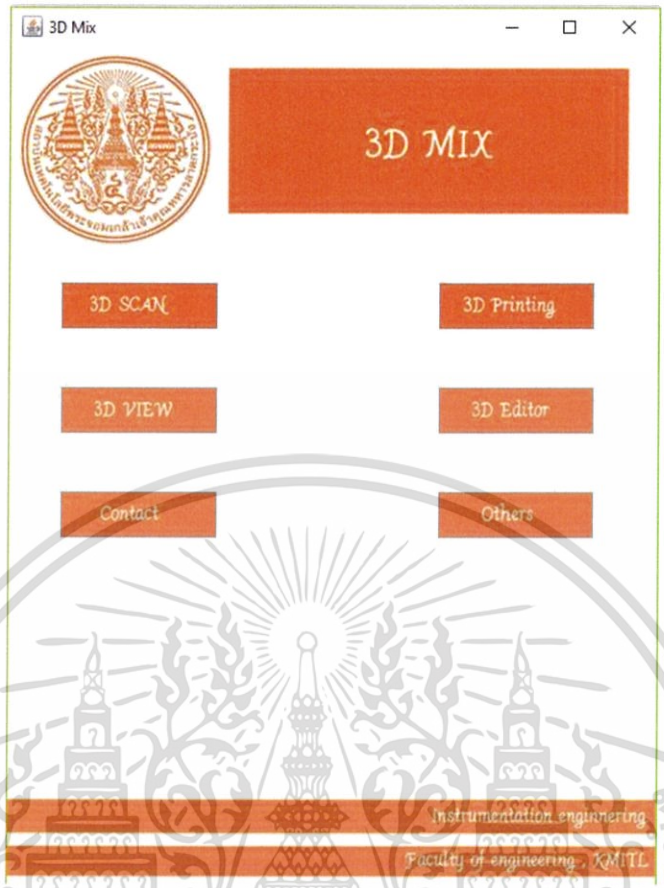
ใช้โปรแกรม Repetier Host ในการส่งไปยังเครื่องพิมพ์ และใช้พลาสติก PLA ในการพิมพ์ 3 มิติ และได้วัตถุมาตามที่ต้องการ

โดยกระบวนการข้างต้นทั้งหมดได้ถูกเชื่อมโยงผ่านโปรแกรม Interface ที่พัฒนาขึ้นมา ชื่อว่าโปรแกรม 3D Mix

3.2 การทำงานโปรแกรม 3D Mix และ Code ของโปรแกรม

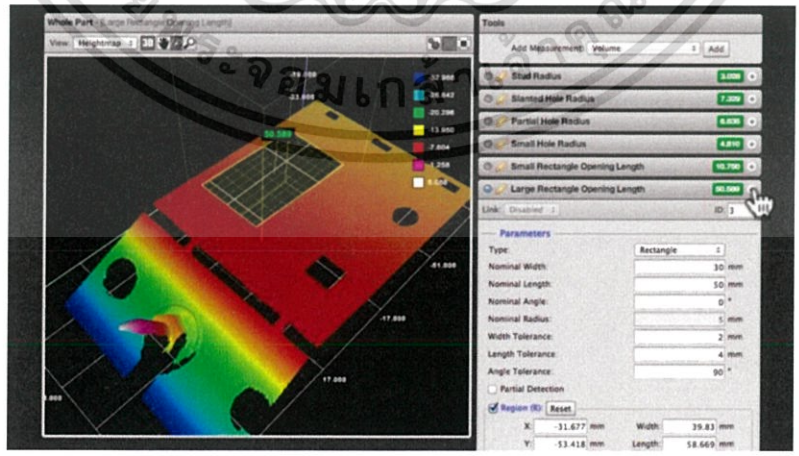
โปรแกรม 3D Mix เป็นโปรแกรมแบบ GUI โดยจะมีปุ่มกด 6 ปุ่มที่เชื่อมต่อไปยังโปรแกรมแกรมต่างๆที่ใช้ในการทำงานสร้างวัตถุ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โปรแกรม 3D Mix

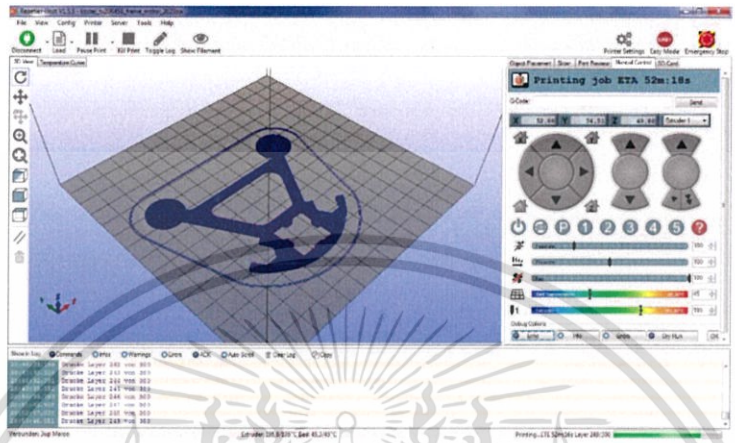
โดยที่ ปุ่ม 3D Scan จะเป็นปุ่มที่เข้าไปยังโปรแกรม Gocator ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแสกนวัตถุและได้รับไฟล์นามสกุล CSV ออกมา



รูปที่ 3.3 โปรแกรมสแกนของ Gocator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

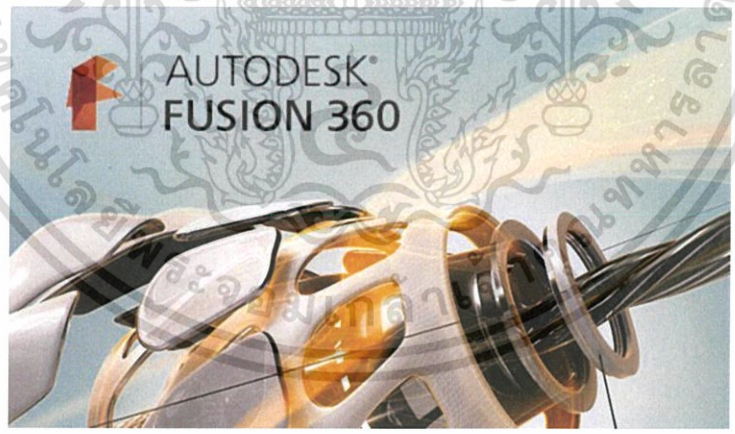
ปุ่ม 3D Printing จะเป็นปุ่มที่เข้าไปยังโปรแกรม Repetier Host ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งพิมพ์ชิ้นงาน โดยใช้ไฟล์นามสกุล STL ในการสั่งพิมพ์



รูปที่ 3.4 โปรแกรม Repetier host

ปุ่ม 3D View จะเป็นปุ่มที่เข้าไปยังที่เก็บไฟล์ภาพที่เราได้ทำการบันทึกไว้

ปุ่ม 3D Editor จะเป็นปุ่มที่เข้าไปยังโปรแกรมสำหรับแก้ไขรูปภาพ 3D คือโปรแกรม Autodesk Fusion 360



รูปที่ 3.5 โปรแกรม Autodesk Fusion 360

ส่วนปุ่ม Contact จะเป็นปุ่มที่ติดต่อไปยังบริษัท Gocator ส่วนปุ่ม Other จะเป็นปุ่มที่สอนวิธีการใช้งานหรือแนะแนวทางในการสร้าง 3D Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code 3DMIX

ในส่วนของโค้ดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมนั้นจะมีรายละเอียดต่างๆดังนี้

```
import java.awt.BorderLayout; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในการสร้างหน้าต่างโปรแกรม
import java.awt.Desktop; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในการใช้งานหน้าจอคอม
import java.awt.Graphics; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในกาใช้รูปภาพ
import java.awt.Image; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในการใช้รูปภาพ
import java.awt.event.ActionEvent;// //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในเหตุการณ์ต่างๆที่ต้องการ
import java.awt.event.ActionListener;// //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในการกระทำตามคำสั่ง
import java.io.File;// //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งเรียกใช้ไฟล์
import java.io.IOException; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งจำผิดคำสั่ง error
import javax.imageio.ImageIO; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งใช้งานรูปภาพในปปุ่มกด
import javax.swing.JButton;// //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งปุ่มกด GUI
import javax.swing.JFrame; //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งสร้างเฟรมโปรแกรม
import javax.swing.JPanel;// //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งสร้างส่วนต่างๆของหน้าต่างโปรแกรม
import javax.swing.Icon;/ //ประกาศฟังชั่นการใช้คำสั่งในการสร้างไอคอนโปรแกรม
import javax.swing.ImageIcon;//ประกาศฟังชั่นในการใช้รูปภาพในไอคอน
//การใช้คำสั่ง import คือการประกาศกลุ่มฟังชั่นการใช้ตัวแปรต่างๆที่เราต้องการจะเรียกใช้


public class Jframe {


    public static void main(String[] args){

        JFrame frame = new JFrame("3D Mix"); //สร้างโปรแกรมโดยใช้ชื่อ 3D Mix
        frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);//ตรวจความ
ผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการใช้งาน

        Icon oneIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("3d scan.jpg"));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Icon twoIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("3d printing.jpg"));
Icon threeIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("3d view.jpg"));
Icon fourIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("3d edit.jpg"));
Icon fiveIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("contact.jpg"));
Icon sixIcon = new ImageIcon(Jframe.class.getResource("other.jpg"));
//เป็นส่วนในการใส่รูปภาพในไอคอนปุ่มกดในโปรแกรม
JPanel panelOne = new JPanel(); //กำหนดรายระเอียดหน้าต่างโปรแกรม
panelOne.setLayout(null); //เคลียร์หน้าต่างโปรแกรม
panelOne.setOpaque(false); //เคลียร์หน้าต่างโปรแกรม

JPanel mainPanel = new JPanel(new BorderLayout()) {
        private static final long serialVersionUID = 1L;
        private Image image;
        {
                try {
                        image = ImageIO.read(new File("C:\\Users\\นายจิร
ภัทร\\Downloads\\16837944_1721507834755355_635970063_n.jpg"));
                } catch(Exception e) {
                        e.printStackTrace();
                }
        }
        protected void paintComponent(Graphics g) {
                super.paintComponent(g);
                g.drawImage(image, 0, 0, this);
        }
};//เป็นคำสั่งในการใส่รูปภาพหน้าต่างโปรแกรม
frame.setContentPane(mainPanel);

mainPanel.add(panelOne); //กำหนดค่าต่างๆในปุ่มกด
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JButton btn1 = new JButton("LINE",oneIcon);
btn1.setBounds(40,180,120,35);
JButton btn2 = new JButton("Folder1",twoIcon);
btn2.setBounds(330,180,120,35);
JButton btn3 = new JButton("Folder2",threeIcon);
btn3.setBounds(40,260,120,35);
JButton btn4 = new JButton("Folder3",fourIcon);
btn4.setBounds(330,260,120,35);
JButton btn5 = new JButton("Folder4",fiveIcon);
btn5.setBounds(40,340,120,35);
JButton btn6 = new JButton("Folder5",sixIcon);
btn6.setBounds(330,340,120,35);
//ตั้งตำแหน่งของปุ่มกดในหน้าต่างโปรแกรม

btn1.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                try {
                        Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\LINE.lnk"));
                }
                catch (IOException e1) {
                        e1.printStackTrace();
                }
        }
});//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่นกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 1


btn2.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                try {
                    Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\เครื่องคิดเลข.lnk"));
                }
                catch (IOException e1) {
                    e1.printStackTrace();
                }
            }
        });//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่มกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 2


        btn3.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                try {
                    Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\ความรู้"));
                }
                catch (IOException e1) {
                    e1.printStackTrace();
                }
            }
        });//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่มกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 3

        btn4.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                try {
                    Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\toeic.txt"));
                }
                catch (IOException e1) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    e1.printStackTrace();
                }
            }
        });//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่มกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 4

        btn5.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                try {
                    Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\Internet Download Manager.lnk"));
                }
                catch (IOException e1) {
                    e1.printStackTrace();
                }
            }
        });//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่มกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 5

        btn6.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                try {
                    Desktop.getDesktop().open(new File("C:\\Users\\นาย
จิรภัทร\\Desktop\\Internet Download Manager.lnk"));
                }
                catch (IOException e1) {
                    e1.printStackTrace();
                }
            }
        });//คำสั่งตั้งการทำงานของปุ่มกดและใส่รูปไอคอนให้ปุ่มกดที่ 6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

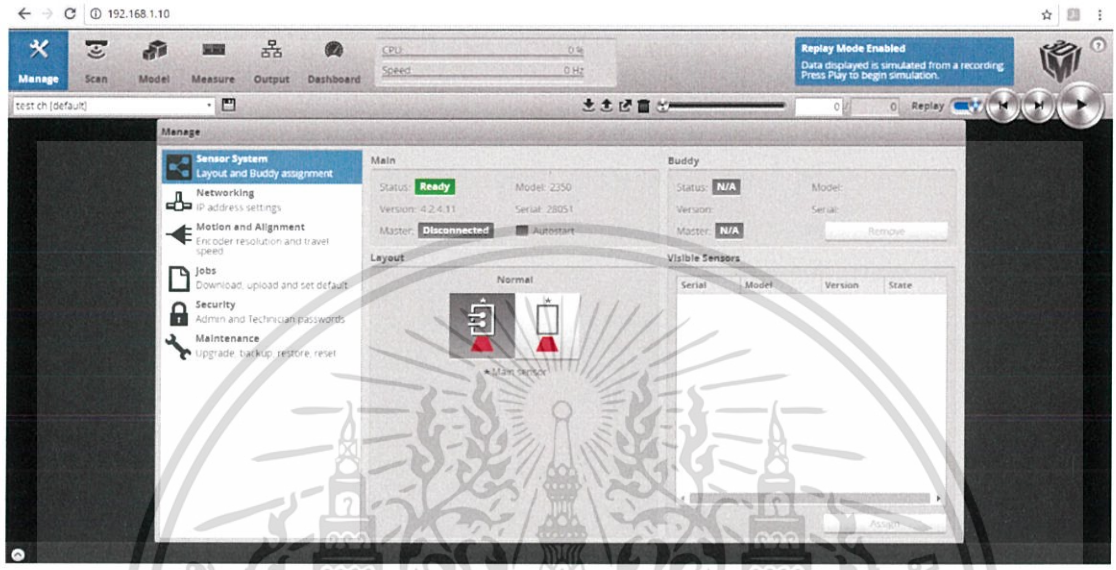
```
        panelOne.add(btn1);
        panelOne.add(btn2);
        panelOne.add(btn3);
        panelOne.add(btn4);
        panelOne.add(btn5);
        panelOne.add(btn6);
        //ตั่งค่าตัวแปรในการทำงานของปุ่มกดกำหนดฟังชั่นเข้าไปในคำสั่ง

        frame.setSize(515,680);//กำหนดขนาดหน้าต่างโปรแกรม
        frame.setLocationRelativeTo(null);//กำหนดตำแหน่งของหน้าต่างโปรแกรม
        frame.setVisible(true);//ให้หน้าจอแสดงผลเมื่อเรียกใช้งาน
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

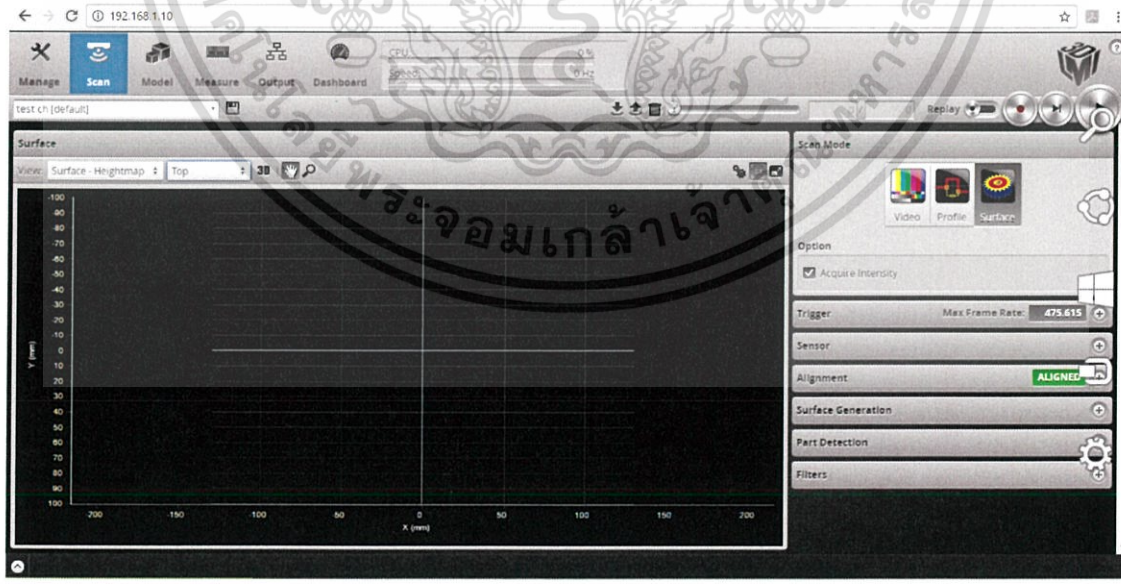
3.3 การใช้งานโปรแกรมสแกนวัตถุ

การใช้งานโปรแกรมสแกนวัตถุนั้นจะต้องเชื่อมสาย LAN ระหว่างเครื่องสแกนกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานก่อน จากนั้นเข้าไปที่เว็บเบราว์เซอร์แล้วเข้าไปที่ 192.168.1.10



รูปที่ 3.6 หน้า Manage โปรแกรมสแกนของ Gocator

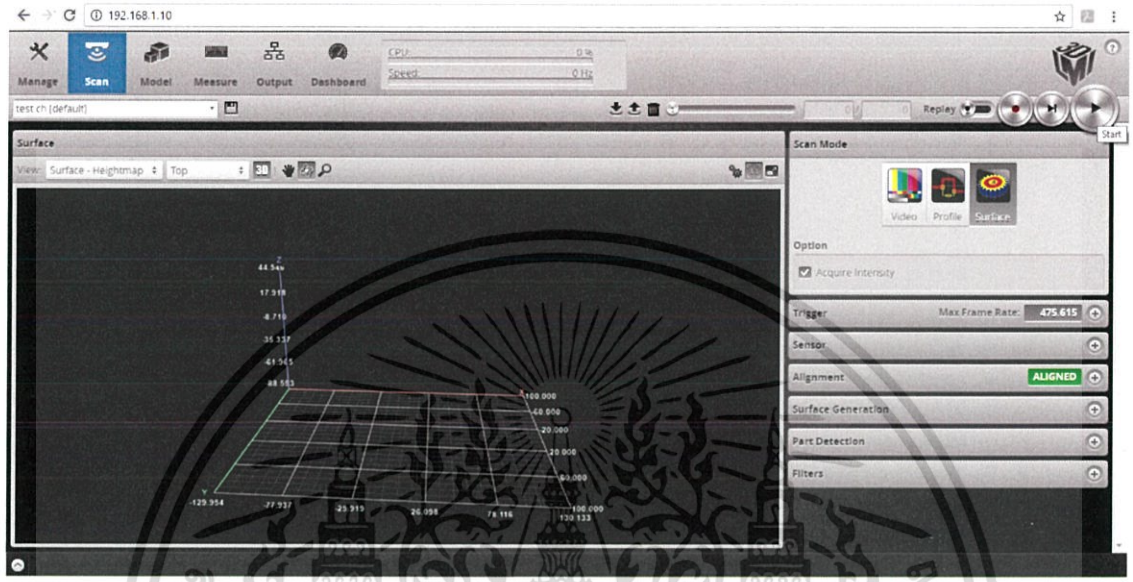
ในหน้าแรกจะเป็นในส่วนของการตั้งค่าต่างๆ ยกตัวอย่างเช่นการตั้งค่าความไวความเร็วรอบ หรือการเซ็ต IP Network เป็นต้น เมื่อทำการเซ็ทค่าเบื้องต้นเสร็จแล้วก็ไปที่หน้า Scan



รูปที่ 3.7 หน้า Scan โปรแกรมสแกนของ Gocator

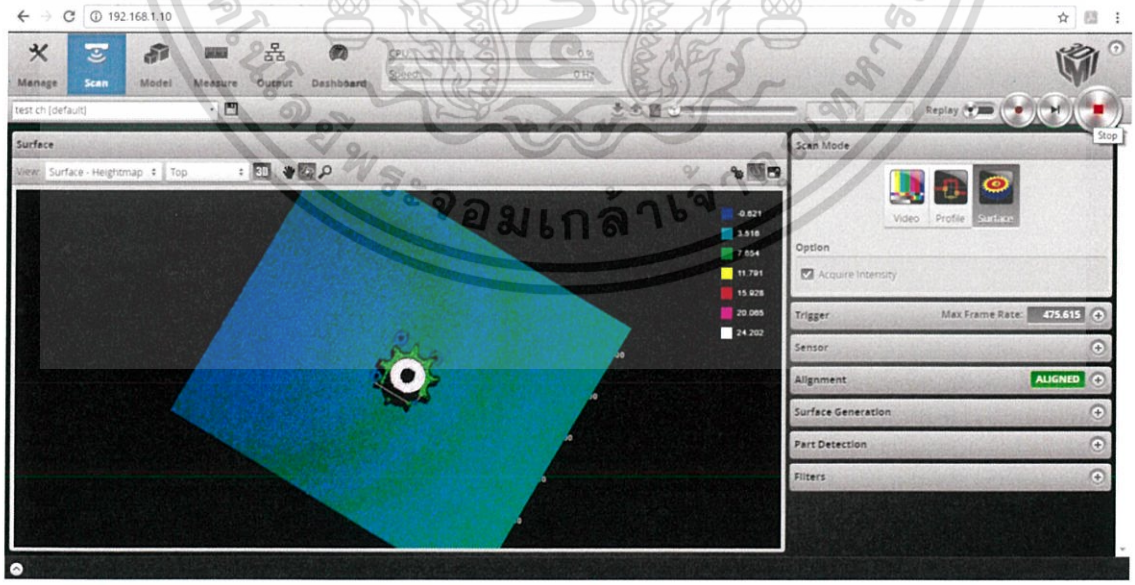
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของหน้า Scan จะเป็นการแสดงผลลัพธ์จากการสแกนในหน้าต่างด้านซ้าย ส่วนในด้านขวาเป็นการปรับแต่งการสแกนยกตัวอย่างเช่น เลือกตำแหน่ง ปรับแต่งความละเอียด การจำกัดส่วนที่ไม่ต้องการ เป็นต้น



รูปที่ 3.8 ปรับเป็น 3D และ Start

เมื่อพร้อมในการสแกนวัตถุให้กดที่ Start แล้วก็เริ่มสแกน เราสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองให้เป็นลักษณะ 3 มิติได้โดยให้เลือกเป็น Surface-Heightmap และกดที่ 3D



รูปที่ 3.9 ภาพที่ได้หลังจากการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสแกนเสร็จแล้วจะได้ภาพออกมา ถ้าไม่ต้องการหรือต้องการที่จะแก้ไขในเครื่องมือด้านขวา แล้วทำการสแกนใหม่ ถ้าภาพเป็นที่พอใจแล้วสามารถทำการเซฟได้โดย กด Replay และเลือก Range Data As CSV

รูปที่ 3.10 การ Save File CSV

3.4 การแปลงไฟล์ .csv เป็น .stl

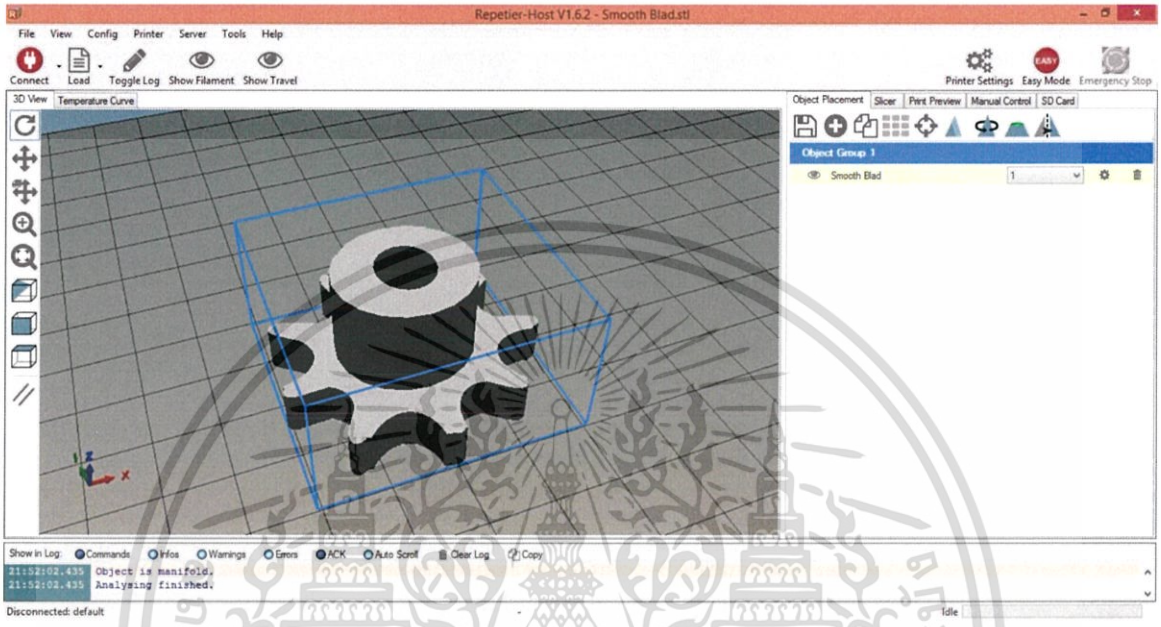
ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม Gocator CSV Converter Tool ในการแปลงไฟล์ โดยกดปุ่ม Browse และเลือกไฟล์ .csv ที่ต้องการ แล้วเลือก Format ของไฟล์ที่ต้องการให้เป็น STL Binary (*.st;)

รูปที่ 3.11 แปลงไฟล์ CSV เป็น STL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

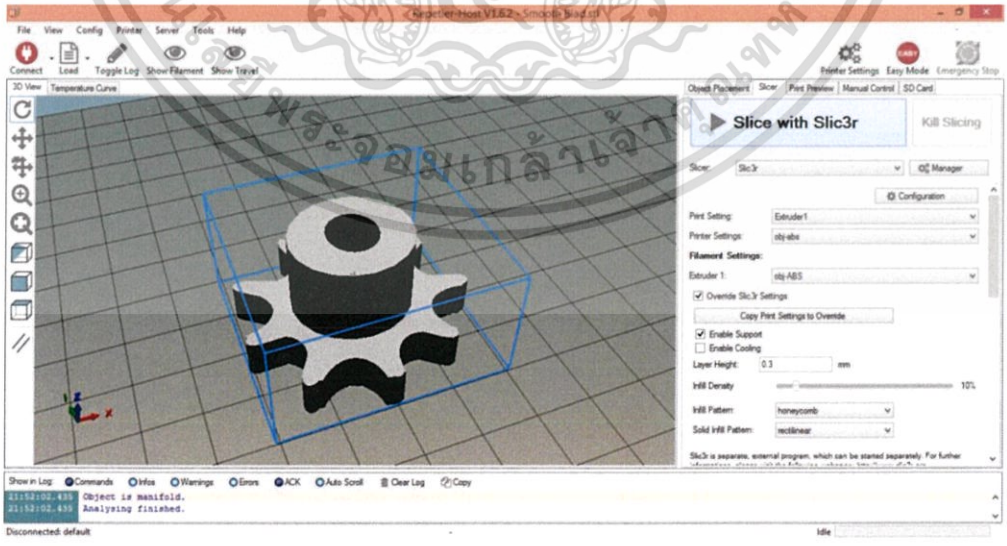
3.5 การพิมพ์ภาพ3มิติ

ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม Repetier Host ในการทำงาน โดยการเปิดไฟล์ STL ขึ้นมาเพื่อทำการแปลงรูปให้กลายเป็นคำสั่งที่สั่งการให้เครื่องพิมพ์ทำงานที่ต้องการ (G-code) และสั่งพิมพ์



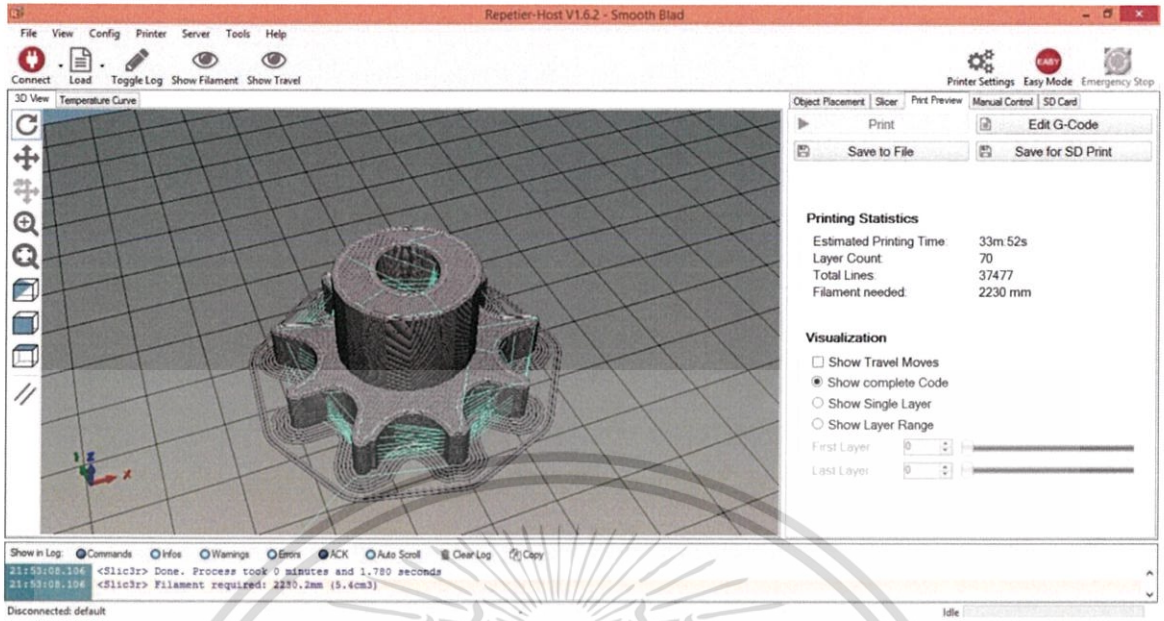
รูปที่ 3.12 ภาพไฟล์ที่เปิดในโปรแกรม Repetier Host

เมื่อเปิดไฟล์ STL ได้แล้ว ก็เลือกฟังก์ชั่น Slicer เพื่อทำการแปลงภาพให้เป็น G-code



รูปที่ 3.13 ปุ่ม Slicer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 รูปที่ได้จากการแปลงเป็น G-code แล้ว

หลังจากแปลงเป็น G-code ได้แล้วก็ทำการสั่งพิมพ์ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการพิมพ์จะถูกระบุไว้ทางด้านขวาของรูปที่ 3.14 นั่นคือ 33 นาที 52 วินาที

รูปที่ 3.15 ชิ้นงานที่ถูกสั่งพิมพ์ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1การทดลองประกอบชิ้นงานจากการสแกนและสั่งพิมพ์

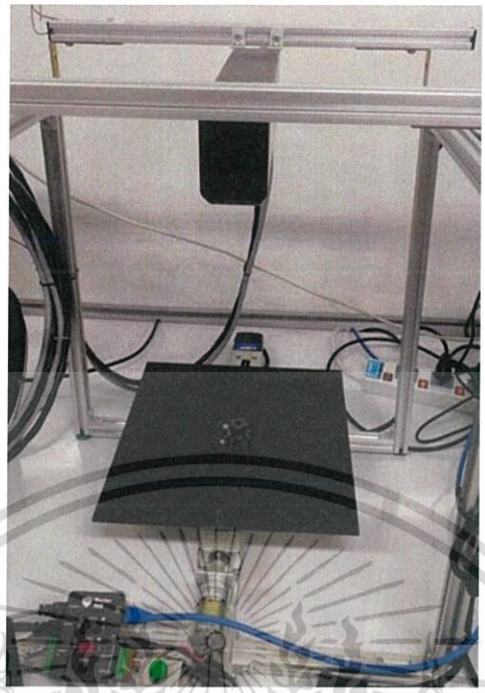
การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อสร้างวัตถุขึ้นมาจากต้นแบบที่ต้องการ โดยวัตถุที่เลือกนำมาทำการทดลองนี้เป็นเกียร์ชิ้นหนึ่ง เพราะว่าเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่มีรูปร่างที่ไม่ซับซ้อนมาก และ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆได้หลากหลาย

เนื่องด้วยวัตถุที่ต้องการอาจมีรูปร่างที่ไม่สแกนวัตถุมุมเดียวได้จึงต้องมีการสแกนหลายๆมุมแล้วนำแต่ละมุมมาประกอบกันโดยใช้โปรแกรม Autodesk Fusion 360 ในการประกอบชิ้นงาน

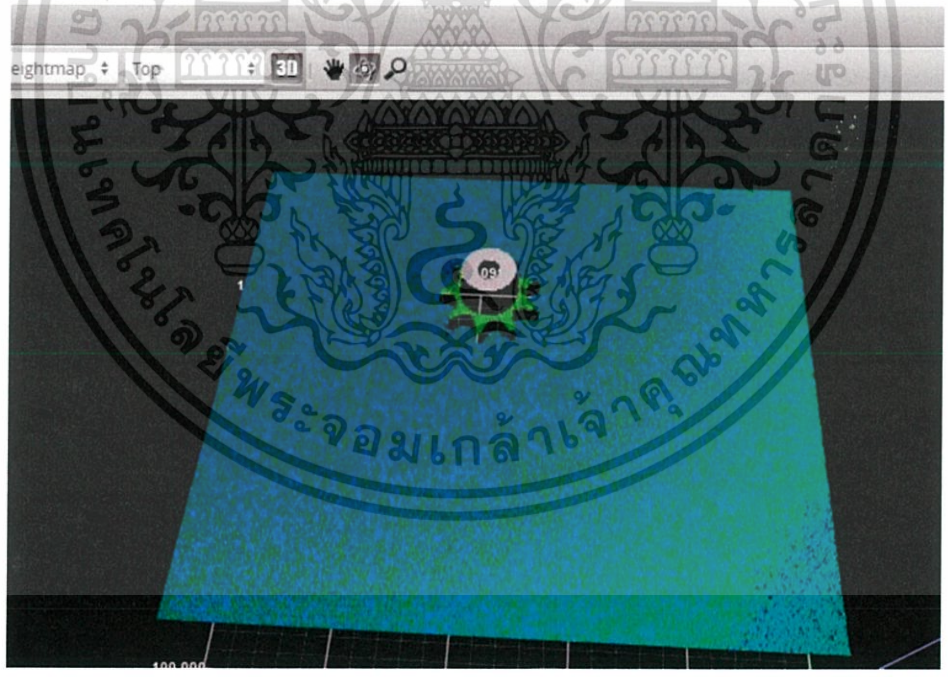
รูปที่ 4.1 วัตถุตัวอย่างชิ้นงานที่ 1

โดยขั้นตอนแรกของการทดลองจะเป็นการนำเกียร์ไปไว้บนเครื่องแสกน จากนั้นก็ทำการแสกนเพื่อรับภาพออกมาจากเครื่องแสกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



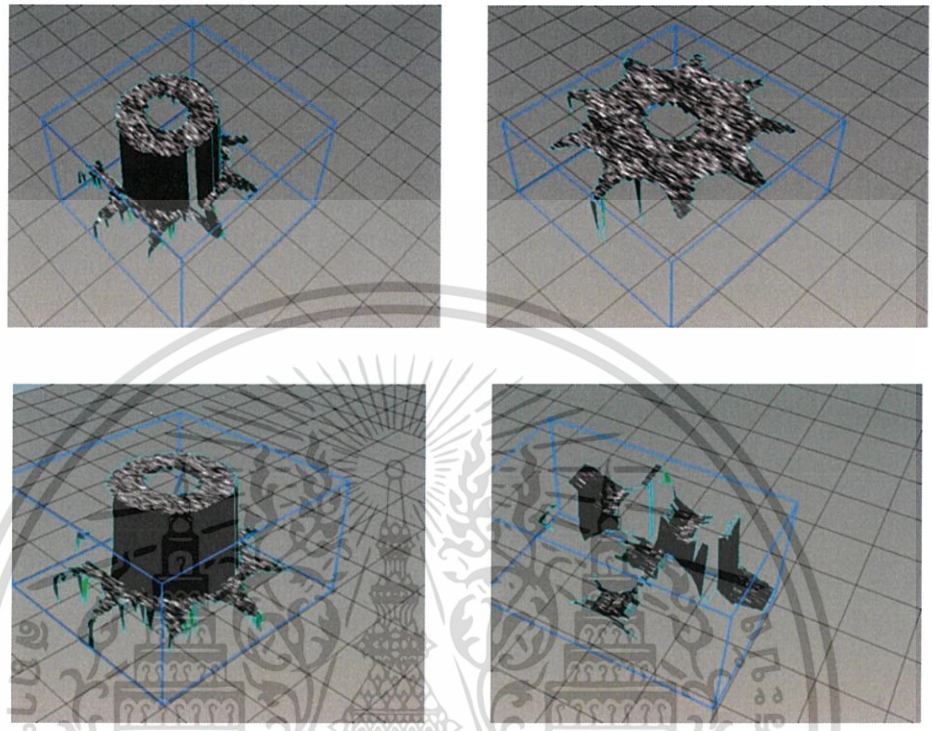
รูปที่ 4.2 การนำวัตถุไปวางบนเครื่องแสกน



รูปที่ 4.3 ภาพที่ได้จากการแสกนครั้งแรก

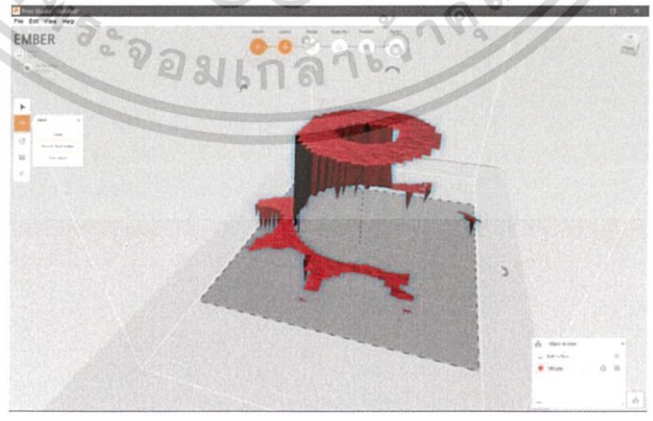
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากภาพที่ได้ในการแสกนครั้งแรกพบว่า ภาพที่ได้มานั้นยังไม่สามารถนำไปพิมพ์ได้ทันที เนื่องจากยังไม่ได้รูปที่สมบูรณ์ตามต้องการ จึงต้องทำการแสกนเพิ่มขึ้นมาในมุมอื่นๆด้วย



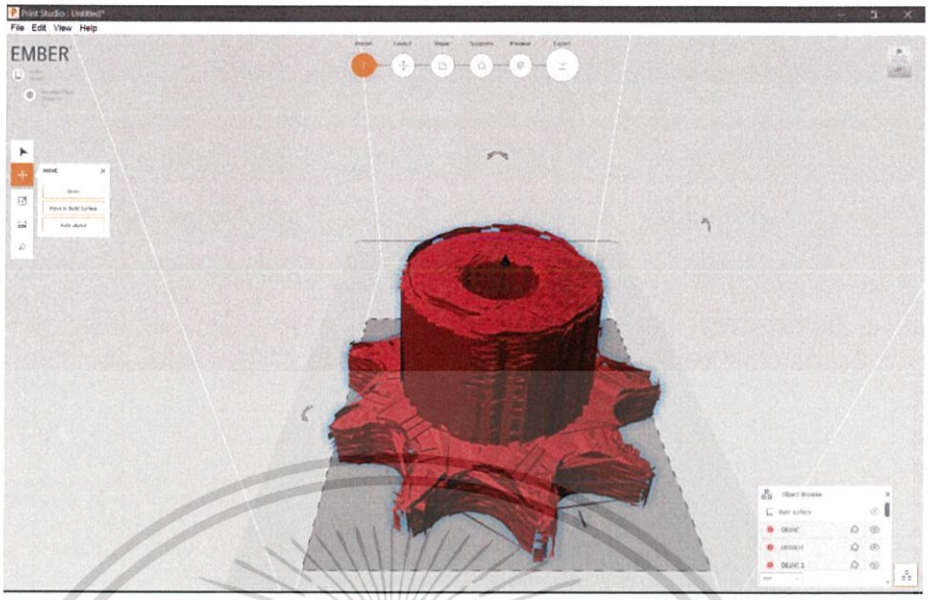
รูปที่ 4.4 ภาพที่ได้จากการแสกนครั้งถัดๆมา

จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาแปลงไฟล์จาก .csv ให้กลายเป็น .stl ทั้งหมด และนำมาประกอบกัน โดยใช้โปรแกรม Autodesk Fusion 360

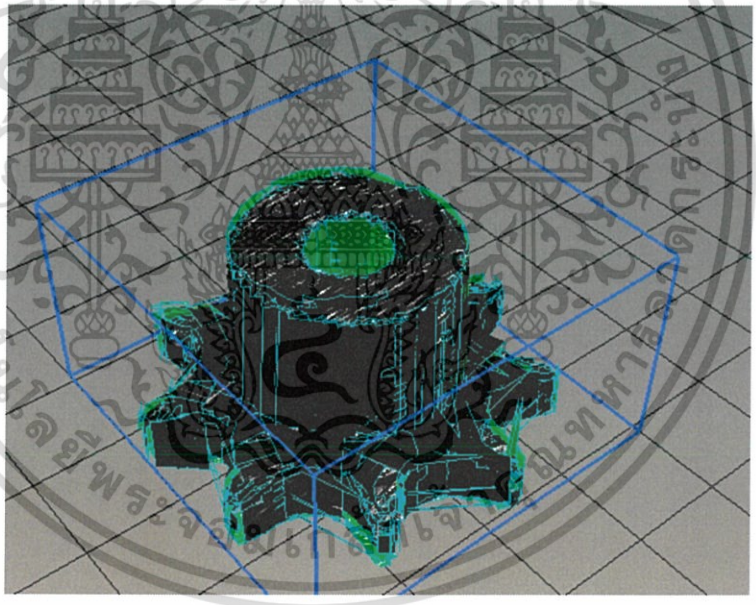


รูปที่4.5 ภาพชิ้นส่วนที่นำมาเข้าโปรแกรม Autodesk Fusion 360

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.6 ภาพชิ้นส่วนที่ประกอบจากโปรแกรม Autodesk Fusion 360



รูปที่ 4.7 เมื่อเปิดไฟล์รูปวัตถุที่ได้ออกมาด้วยโปรแกรม Repetier Host

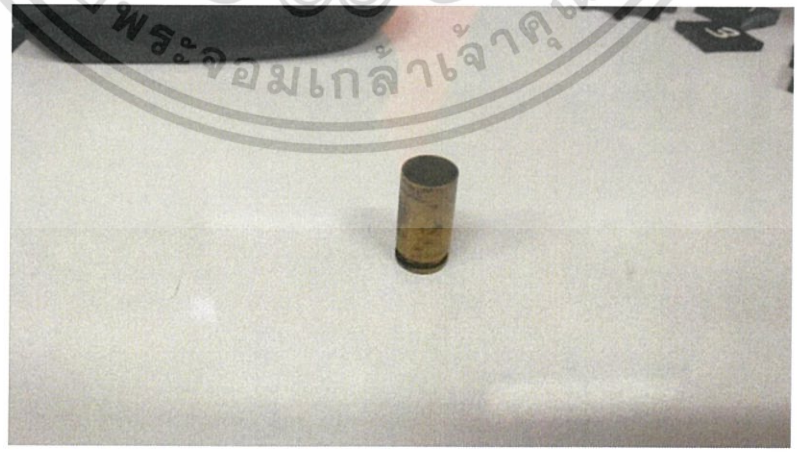
หลังจากได้รูปวัตถุที่ต้องการแล้วก็นำไปสั่งพิมพ์ผ่านโปรแกรม Repetier Host โดยใช้พลาสติก PLA สีดำสำหรับการพิพม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ภาพวัตถุต้นแบบ และ วัตถุที่ได้จากเครื่องพิมพ์

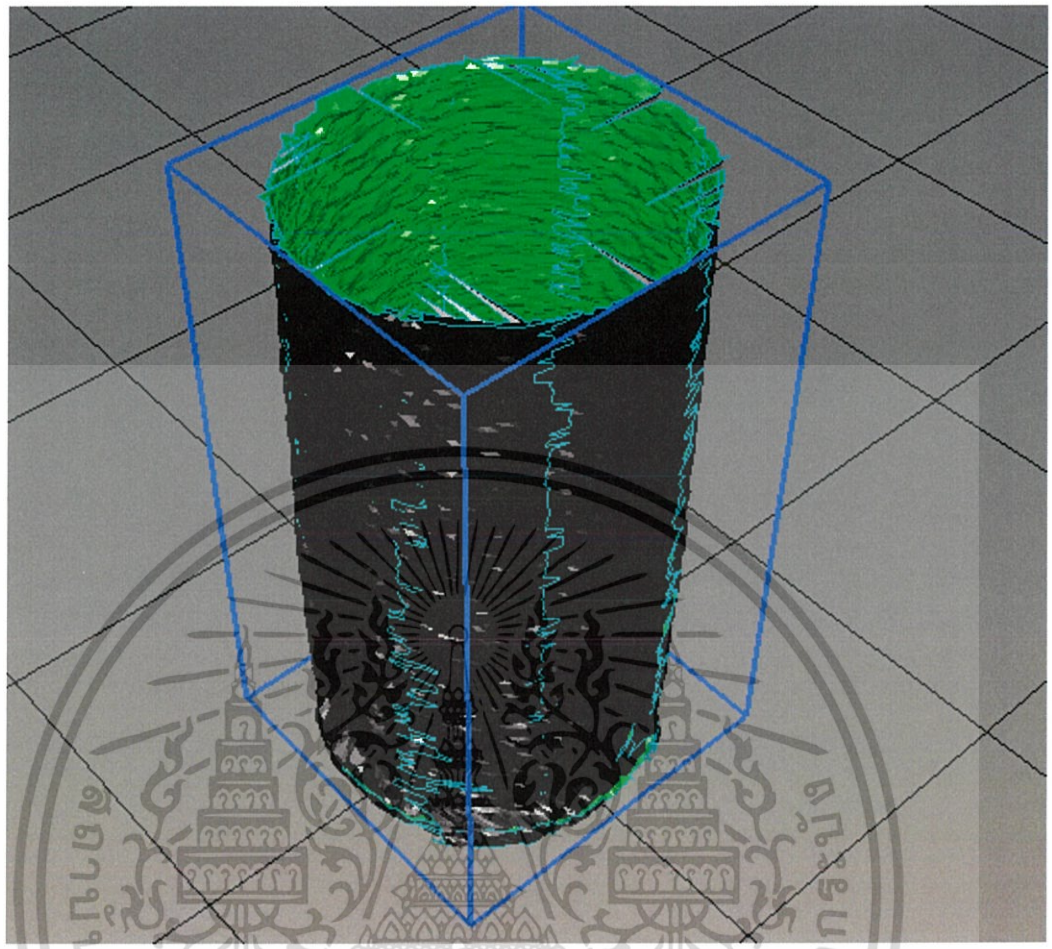
และเมื่อทำการพิมพ์สำเร็จ จากรูปที่ 4.7 วัตถุต้นแบบอยู่ทางด้านซ้าย และ วัตถุจากเครื่องพิมพ์อยู่ทางด้านขวา พบว่าวัตถุที่ได้นั้นมีขนาดที่ใกล้เคียงกับวัตถุต้นแบบ และ มีความทนทานต่อแรงกด, แรงบีบด้วยมือเปล่าได้ดี

จากนั้นเมื่อทำการทดลองนี้ใหม่อีกครั้งโดยใช้ปลอกกระสุนปืนแทน พบว่าสามารถแสกนและประกอบภาพได้ตามที่ต้องการ แต่ไม่สามารถสั่งพิมพ์ออกมาได้เพราะว่า ปลอกกระสุนนั้นมีความบางมากเกินกว่าที่เครื่องพิมพ์จะสามารถพิมพ์ได้



รูปที่ 4.9 วัตถุตัวอย่างชิ้นงานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ภาพที่ได้จากการประกอบกันของวัตถุชิ้นที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติเครื่องนี้จะประกอบไปด้วยส่วนของระบบเชิงกลอิเล็กทรอนิกซ์ และ ในส่วนของโปรแกรม โดยระบบเชิงกลนั้นประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X แกน Y และ แกน Z

ในส่วนของการดำเนินการทดลองจากบทที่4จะพบว่าขนาดของวัตถุที่สั่งพิมพ์นั้นมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของระยะต่างๆโดยยิ่งวัตถุที่สั่งพิมพ์มีขนาดเล็ก จะมีความคลาดเคลื่อนที่สูงกว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่ อันเนื่องมาจากขีดจำกัดความละเอียดในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ และนอกจากนี้การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้พิมพ์(พลาสติก)เราจะต้องใช้ค่าอุณหภูมิใหม่ที่เหมาะสมกับวัตถุนั้นๆด้วยเพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ชิ้นงานติดกันแน่นและอาจเกิดการเผาไหม้บางส่วนในชิ้นงาน หากอุณหภูมิต่ำเกินไปก็จะทำให้ชิ้นงานแตกและกรอบไม่เกาะกัน

ในส่วนของเครื่องสแกนภาพสามมิติ ถือว่ามีความแม่นยำและเที่ยงตรงในการสแกนที่ค่อนข้างสูง เพราะ สามารถอ่านได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่อ่านได้ก่อนหน้ามากๆ อีกทั้งยังมีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงน้อยมากๆ เพียงแต่จะมีข้อจำกัดเรื่องความสูงของวัตถุ , ไม่สามารถสแกนในส่วนของช่องว่างในช่วงแกน Z ได้เนื่องจากเป็นการสแกนจากด้านบนเพียงด้านเดียวเท่านั้น และ วัตถุที่นำมาสะแกนต้องไม่สะท้อนแสงเลเซอร์เพราะจะทำให้ค่าผิดไปจากความเป็นจริง

ลำดับการใช้โปรแกรมทั้งหมดในกระบวนการแสนวัตถุและสร้างชิ้นงานคือ

1. ใช้ Internet browser เปิด 192.168.1.10 เพื่อเข้าสู่การสแกน และได้ไฟล์.csv
2. ใช้ Csv Converter ในการแปลงจากไฟล์สกุล CSV เป็น STL
3. ใช้ Autodesk Fusion 360 ในการจัดแต่ง หรือ ประกอบชิ้นงานในกรณีสแกนหลายๆด้านมาประกอบกัน
4. ใช้ Repetier Host ในการแปลงเป็น G-Code และสั่งพิมพ์ชิ้นงาน

โดยทุกๆขั้นตอนนั้นจะถูกเชื่อมโยงด้วยโปรแกรม 3D Mix ตามลำดับการใช้งานเพื่อให้เกิดความง่ายและสะดวกในกระบวนการสแกนและสร้างชิ้นงานขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

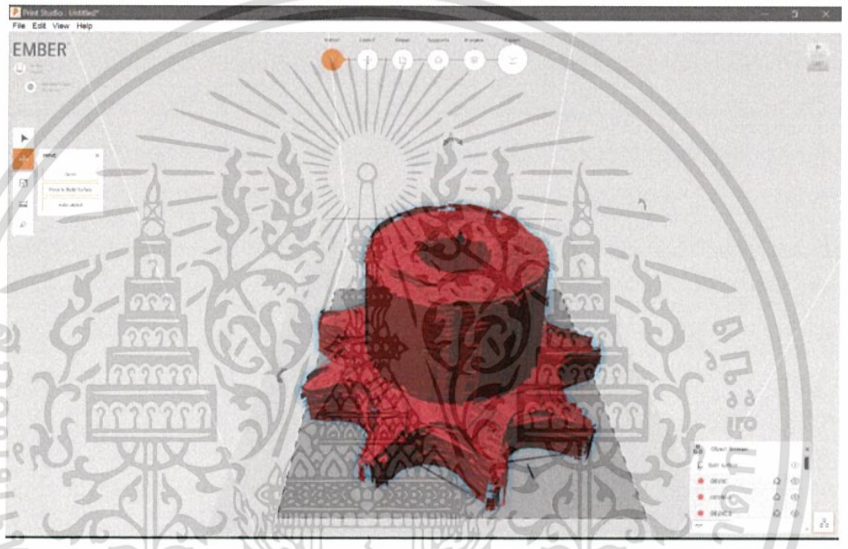
5.2 ปัญหาที่พบในโครงงาน

5.2.1 ปัญหาจากข้อจำกัดของการสแกน

การทำงานของตัว Scanner Gocator 2350 เป็นการสแกนวัตถุเพียงด้านเดียวและเป็นการสแกนเป็นลักษณะเป็นเส้นมาประกอบกันทำให้เกิดข้อจำกัดหลายอย่าง

5.2.1.1 สามารถรับสแกนได้เพียงด้านเดียวต่อเครื่องสแกน 1 ตัว

ข้อนี้เป็นข้อจำกัดในการทำงานอย่างมากเนื่องจากการนำไปใช้กับเครื่องพิมพ์สามมิติจะต้องเป็นลักษณะที่ครบทุกด้านซึ่งจะต้องแก้ปัญหา โดยนำวัตถุมาสแกนหลายๆครั้งแล้วนำภาพมาประกอบกันให้เป็นรูปทรงของวัตถุโดยผ่านโปรแกรม Autodesk Fusion 360 และ Print Studio

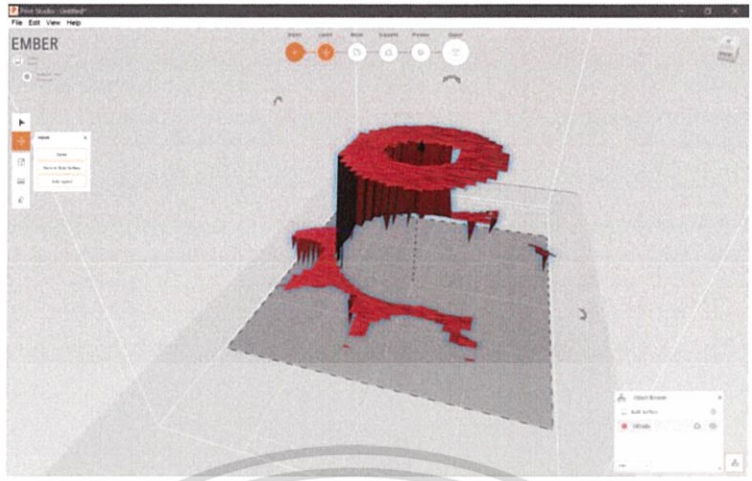


รูปที่ 5.1 ภาพการประกอบวัตถุ

5.2.1.2 ไม่สามารถสแกนโครงสร้างภายในได้

ในลักษณะของตัว Scanner เป็นเส้นกวาดจากด้านเดียว ดังนั้นเวลาสแกนจึงสามารถรู้ได้แต่ลักษะภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



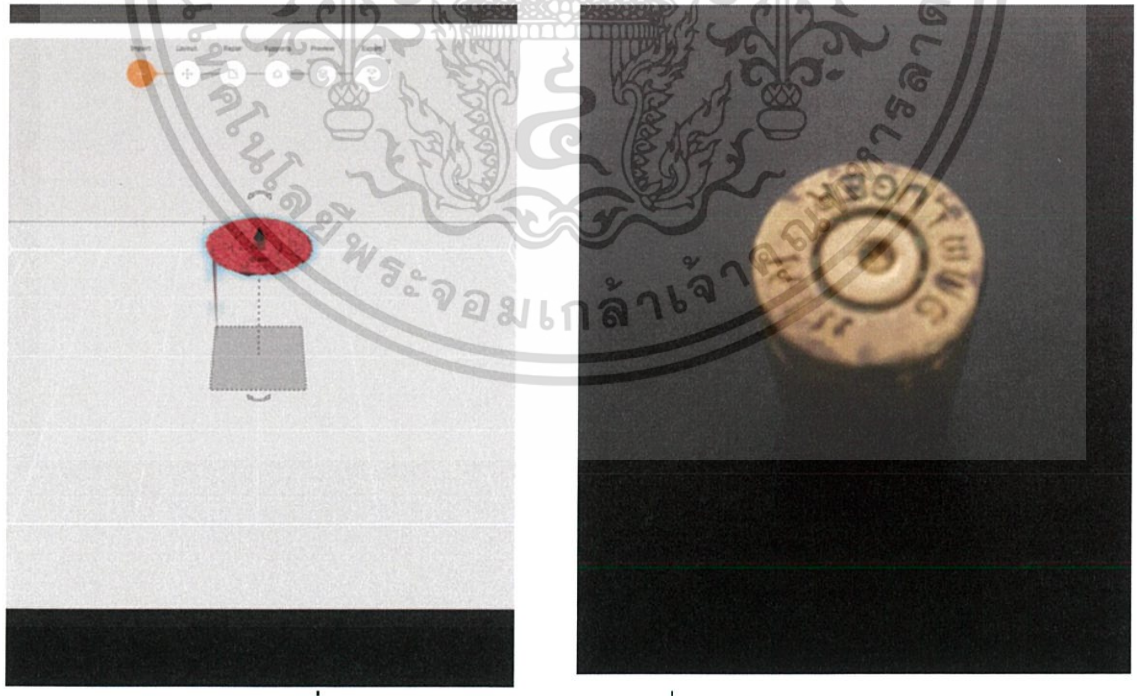
รูปที่ 5.2 ภาพจากการสแกนที่ไม่สามารถสแกนภายในได้

5.2.1.3 ภาพที่สแกนได้มีผิวที่ไม่เรียบ

ภาพที่ได้จากการสแกนจะมีความละเอียดต่ำไม่เป็นลักษณะเรียบมาความขรุขระ

5.2.1.4 ไม่สามารถสแกนวัตถุที่มีลายสลักขนาดเล็กได้

เนื่องจากภาพที่สแกนได้มีความละเอียดต่ำเมื่อสแกนชิ้นงานที่มีรายละเอียดชิ้นงานสูงจะทำให้รายละเอียดเล็กน้อยเช่นลายสลักในชิ้นงานนั้นหายไป

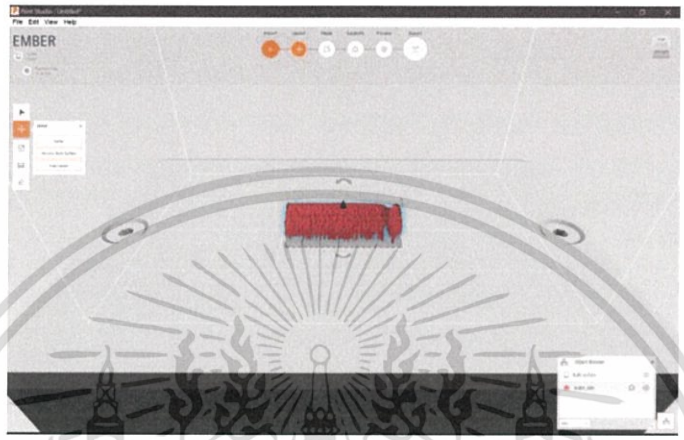


รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบระหว่างภาพที่สแกนได้กับวัตถุจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.5 ไม่สามารถวัตถุที่นำมาสแกนมีส่วนของเว้าหรือลึกลงไป

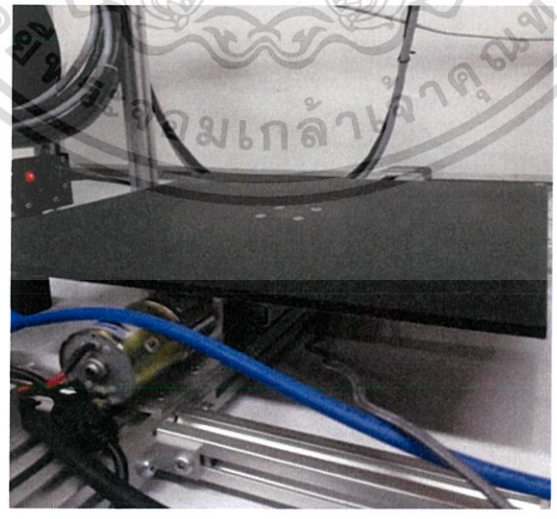
เนื่องจากการสแกนเป็นการสแกนไปในทิศทางเดียวทำให้เกิดมุมอับที่ไม่สามารถสแกนได้ ยิ่งถ้าเปป็นวัตถุที่มีส่วนโค้งเว้าลึกลงไปจะทำให้มีส่วนขาดหายจากการสแกนไปมาก แต่สามารถแก้ไขได้โดยสแกนจากอีกด้านแล้วนำมาประกอบกัน



รูปที่ 5.4 ภาพจากการสแกนวัตถุที่มีส่วยโค้งเว้า

5.2.2 ปัญหาเนื่องจากความเอียงของฐานรองชิ้นงานที่เครื่องสแกน

โครงสร้างที่ยึดของเครื่องสแกนเป็นลักษณะที่ประกอบเอง และด้านล่างของฐานเป็นเกลียวสำหรับเคลื่อนจึงทำให้เกิดการลาดเอียง และฐานรองอาจจะมีการโก่งโค้ง ในแวลาสแกนทำให้รูปของวัตถุมีความเอียงเกิดขึ้น

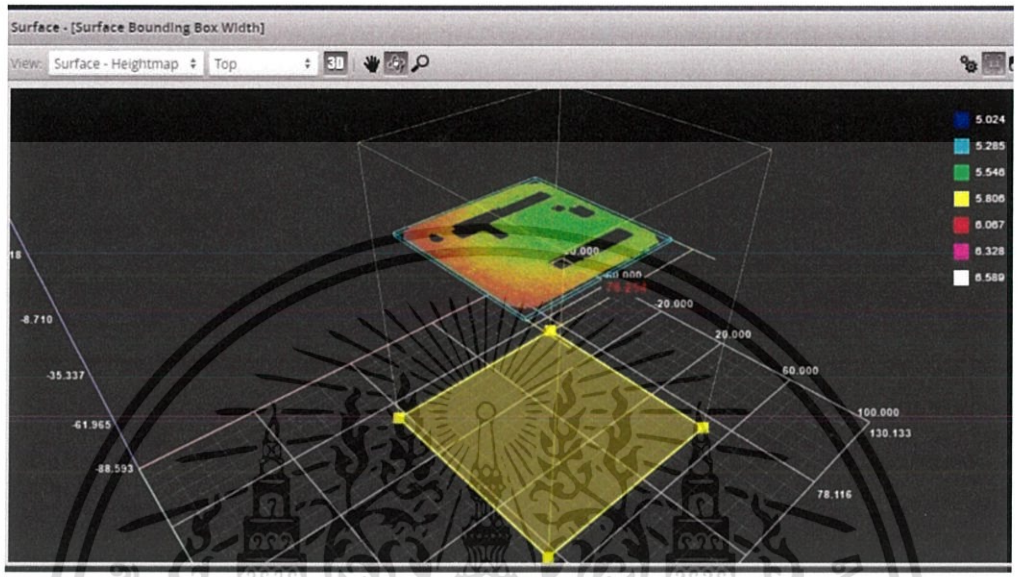


รูปที่ 5.5 ฐานรองชิ้นงานจากเครื่องสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ปัญหาเนื่องจากความสูงของวัตถุที่สแกนได้มีความคลาดเคลื่อนจากขนาดจริง

สาเหตุนี้เป็นปัญหาต่อเนื่องที่เกิดจากข้อที่แล้ว ฐานมีความโก่งโค้ง ทำให้ความสูงเกิดความคลาดเคลื่อน แต่เป็นเพียงความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยประมาณ 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 5.6 ความสูงของชิ้นงานจากการสแกน

5.2.4 ปัญหาจากกลิ่นของพลาสติกที่ใช้ในการพิมพ์

พลาสติกที่ใช้ในการพิมพ์เป็นชนิด ABS ซึ่งพลาสติกชนิดนี้เกิดการหลอมในหัวฉีดจะมีกลิ่นที่รุนแรง เมื่อสูดดมเข้าไปมากๆจะทำให้เกิดอันตรายกับผู้ที่อยู่รอบข้างได้

รูปที่ 5.7 เส้นพลาสติกที่ใช้พิมพ์ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5 ปัญหาเนื่องจากโปรแกรม

ไฟล์ที่ได้จากโปรแกรมสแกนที่ใช้งานไม่สามารถนำไปใช้พิมพ์ได้เลย จะต้องมีการนำไปแปลงไฟล์มาก่อน โดยไฟล์ที่ได้จากการสแกนจะเป็นไฟล์สกุล CSV แล้วนำไปแปลงแป็นไฟล์สกุล .STL โดยใช้โปรแกรม CSV Converter

5.3 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์

เครื่องพิมพ์สามมิติและเครื่องสแกนเนอร์ในปัจจุมันยังไม่ค่อยมีคนนำมาใช้งานร่วมกันมากนัก และผู้คนยังไม่ค่อยรู้จักเครื่องสแกนเนอร์ ทั้งนี้ในการสแกนวัตถุให้ได้ตามรูปร่างที่ต้องการเป็นได้ยาก โดยมีข้อจำกัดในการสแกนมากมาย และเครื่องพิมพ์ยังไม่สามารถพิมพ์ชิ้นงานตามรูปร่างที่ต้องการได้ดีเท่าที่ควร แต่ในอนาคตนั้นการพัฒนาสแกนเนอร์และการพิมพ์ในเชิงสามิติให้ใช้งานร่วมกันนั้น อาจแก้ไขข้อจำกัดต่างๆในการสแกนและพิมพ์ได้ ทั้งขนาด รูปร่าง ให้เหมือนกับวัตถุต้นแบบมากขึ้น ตัวสแกนและเครื่องพิมพ์อาจอยู่ในตัวเดียวกันเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1]Wikipedia “3D scanner” [online]
Available: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanner

[2] vcharkarn.com “เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ 3D printing” [online]
Available: http://www.vcharkarn.com/varticle/57825

[3] นัฐวัฒน์ โลหะเจริญ. “คู่มือการใช้งาน Repeiter Host” [Online]
Available: http://www.siamreprap.com/newsite/wordpress/reoetier-host-manual

[4] protothai. “How 3D Printing..Work” [Online]
Available: http://www.protothai.com/varticle/57825

[5] maximumdev. “เทคโนโลยีการพิพม์3มิติ : 3D printing” [Online]
Available: http://www.maximumdev.com/Knowledge/Technology/3D-printing.html

[6] การใช้งาน Repetier Host [Online]
Available: http://www.in2real3d.com/article/5/วิธีการใช้งาน-repetier-host-1-0-6-สำหรับการเครื่องพิมพ์-3-มิติ-3d-printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

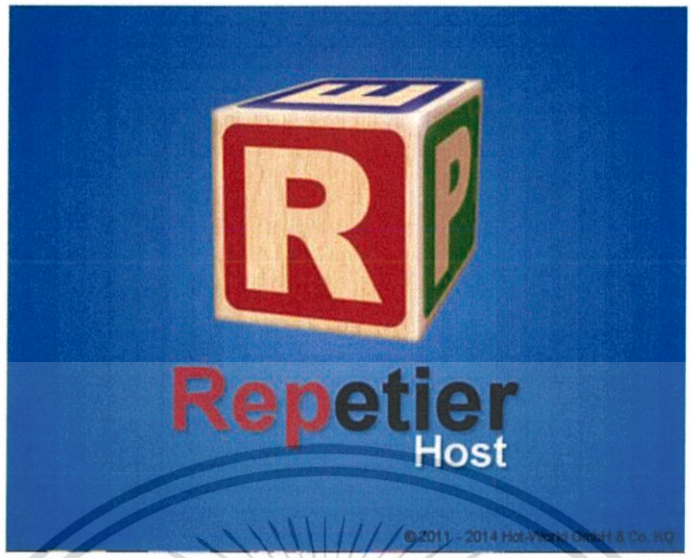
ภาคผนวก

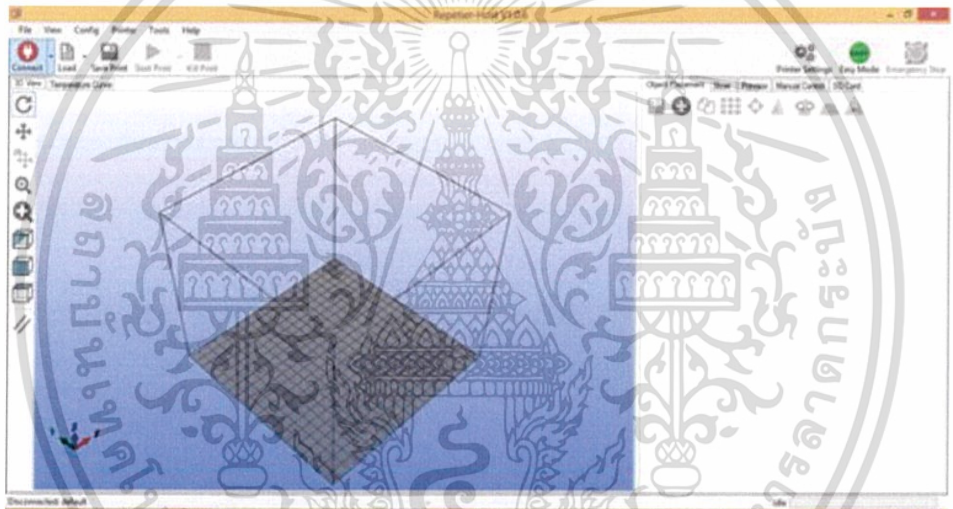
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

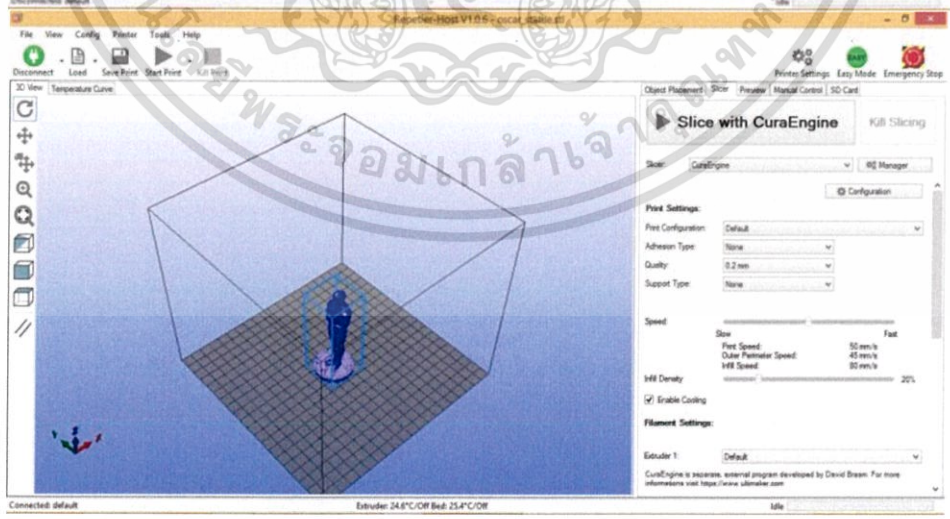
ภาคผนวก ก.

โปรแกรม Repetier Host

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





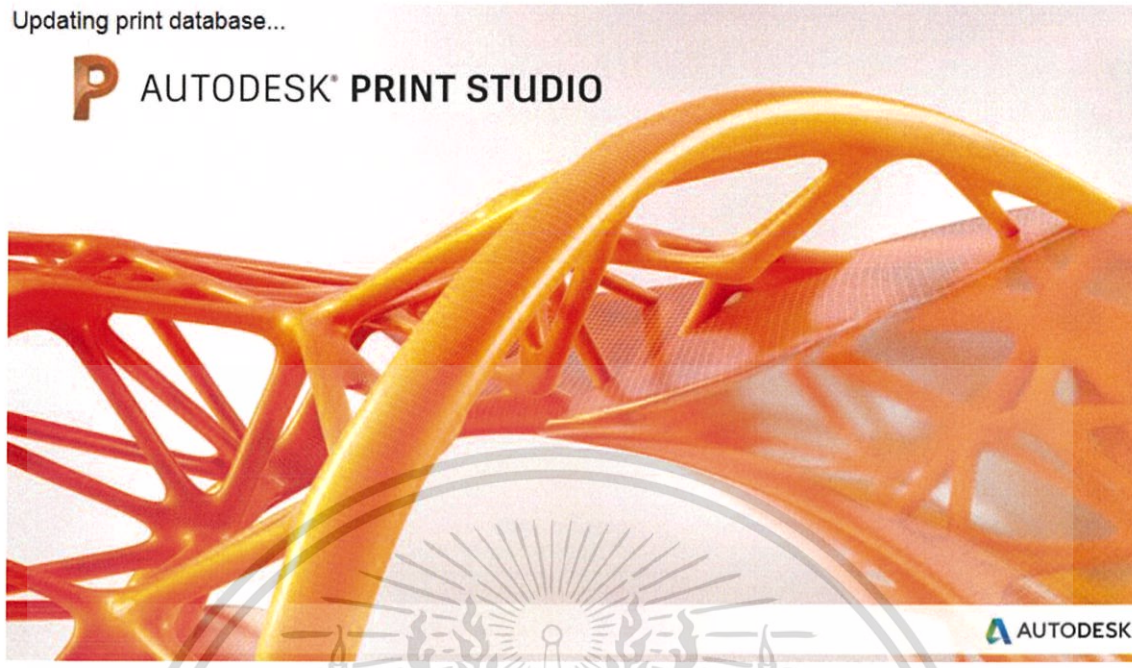


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรม Print Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



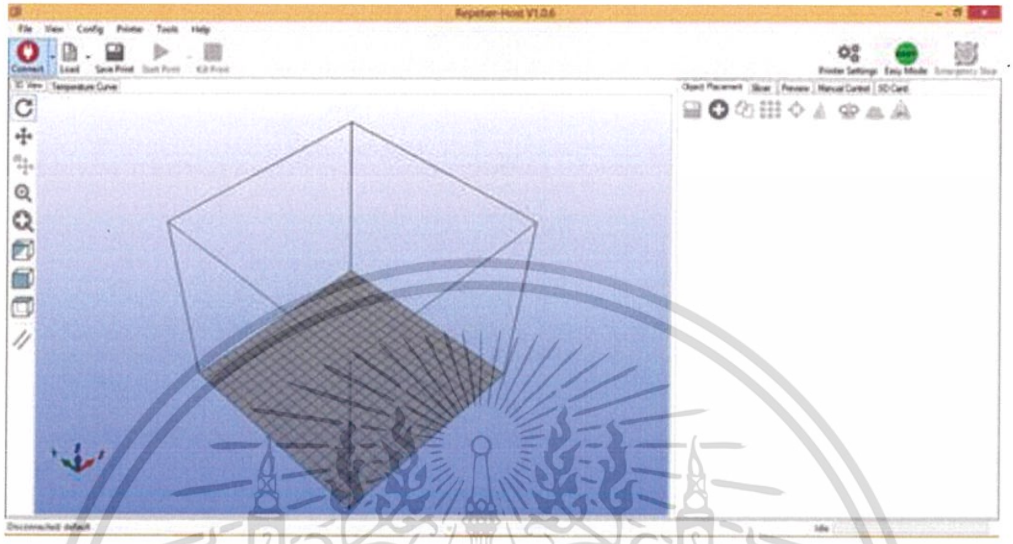
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
การตั้งค่าเครื่องพิมพ์สามมิติครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าเครื่องพิมพ์ ครั้งแรก

1) เมื่อเริ่มเรียก Repetier Host

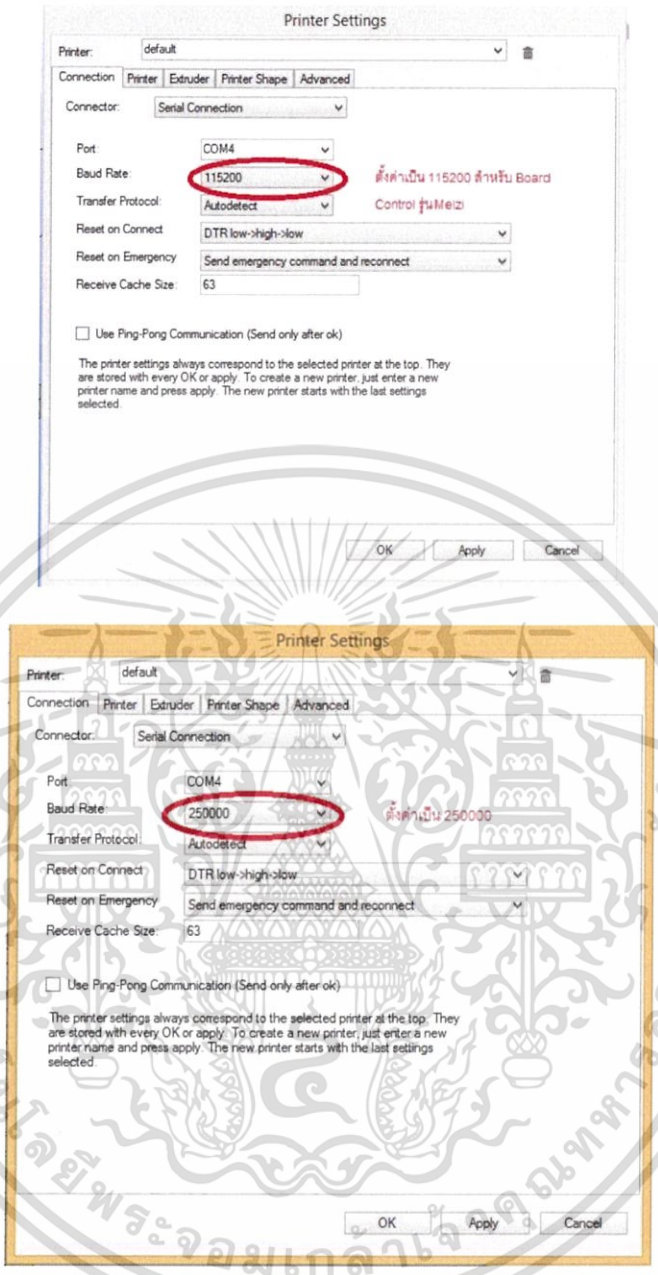


2) ตั้งค่า Printer โดยเลือก Printer Setting

3) ทำการตั้งค่า Baud Rate ให้เหมาะสมกับ Board Control

มักจะใช้ค่าใดค่าหนึ่ง 115200 หรือ 250000 และ แต่โรงงานผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

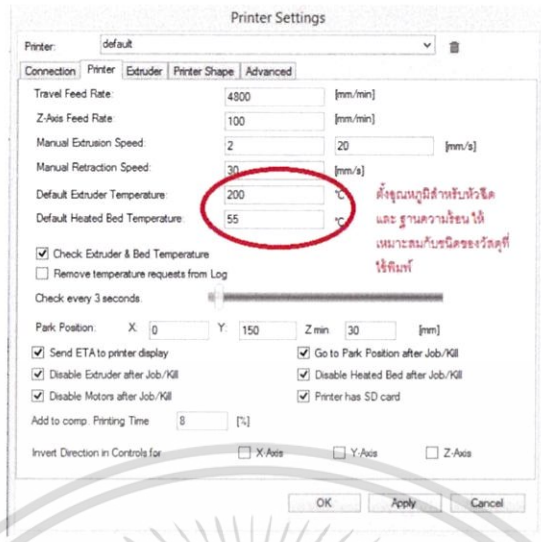


4) ตั้งค่า อุณหภูมิ Default ของหัวฉีด และ Heat bed ให้เหมาะสมกับวัสดุที่จะพิมพ์

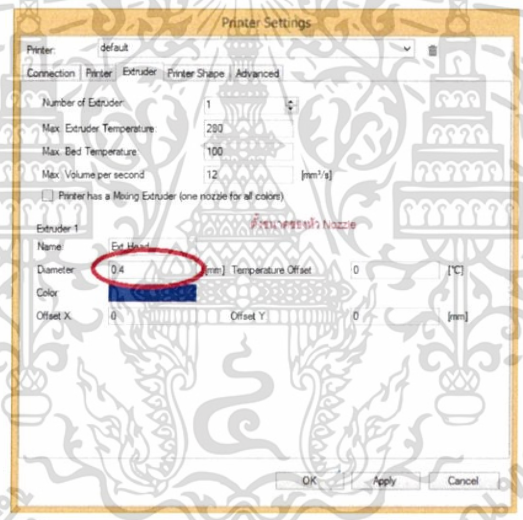
PLA (Extruder 180 - 200 C, Heated bed 50 - 60 C)

ABS (Extruder 200 - 220 C, Heated bed 90-110 C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

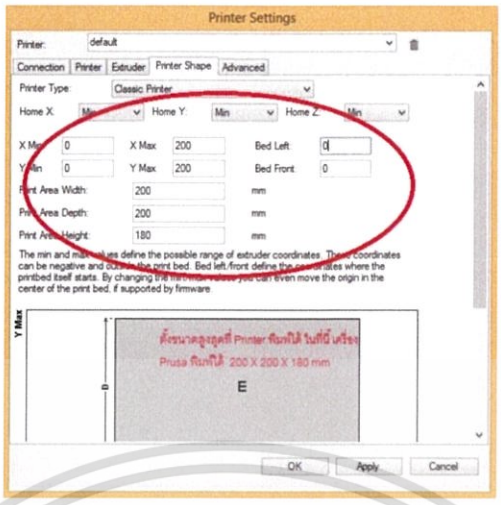


5) ตั้งค่า Nozzle ให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์ ในที่นี้ใช้เครื่องที่ Nozzle ขนาด 0.4



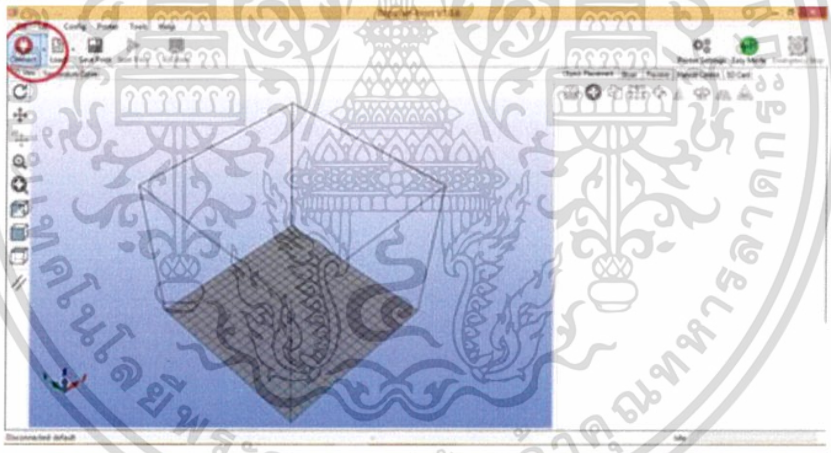
6) ตั้งค่าขนาดสูงสุดที่เครื่องจะพิมพ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>การใช้งานโปรแกรมเมื่อต้องการจะพิมพ์ชิ้นงาน</u>

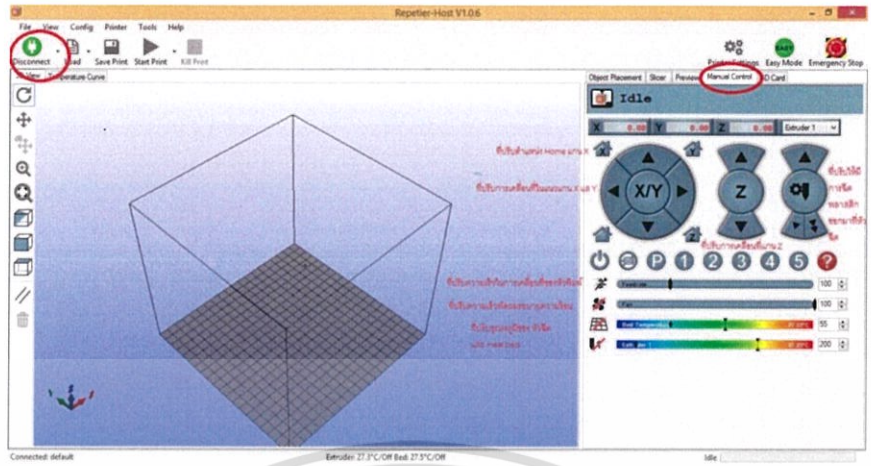
1) หลังจากที่มีการต่อเครื่องพิมพ์ เข้ากับ Computer โดยใช้สาย USB แล้ว ก็กด ปุ่ม Connect ตามภาพ และ เมื่อมีการ Connect เรียบร้อยแล้ว ปุ่มดังกล่าวจะกลายเป็นสีเขียว



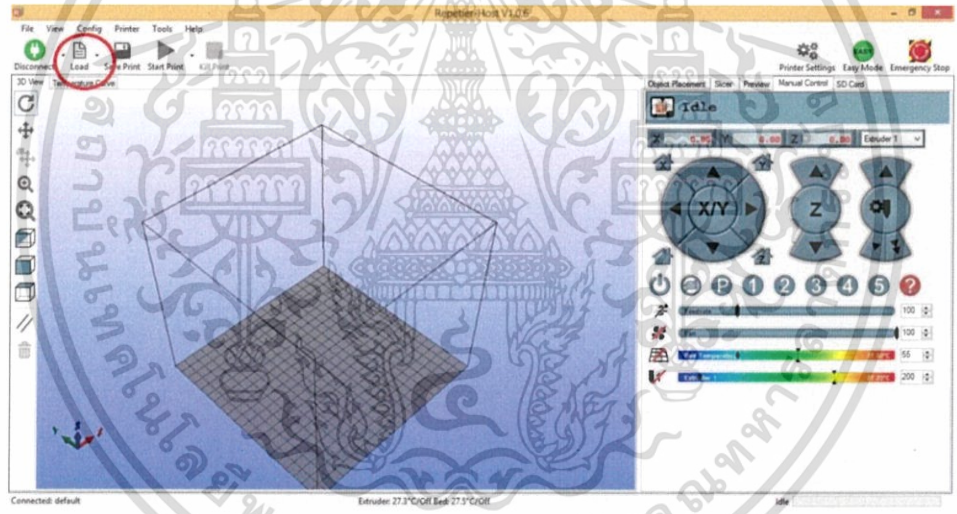
2) หลังจากที่ Connect ได้แล้ว เราสามารถเลือก tab: Manual Control ทางขวามือได้ จะสังเกตุปุ่มต่างๆ ที่สามารถใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องได้

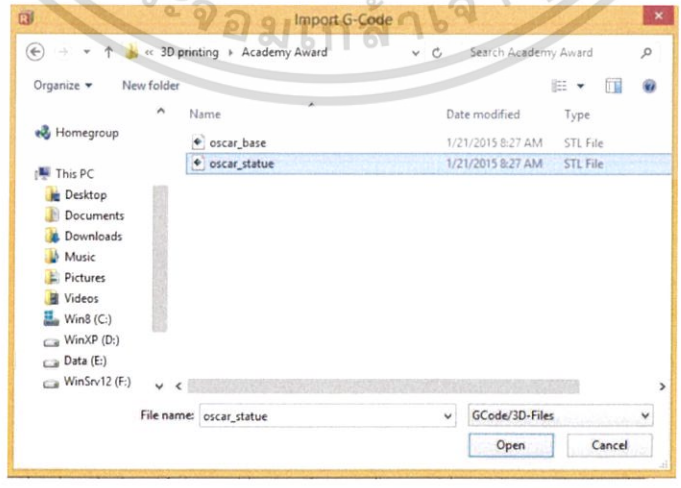
** ปุ่มที่บังคับให้มีการฉีดพลาสติก ออกนั้นจะไม่ทำงานจนกว่าจะมีการตั้งอุณหภูมิ และ เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่ตั้งไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



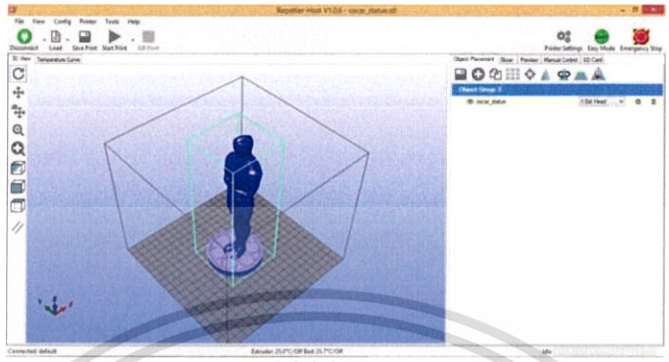
3) ให้กดปุ่ม Load เพื่อเลือกชิ้นงานที่ต้องการจะพิมพ์





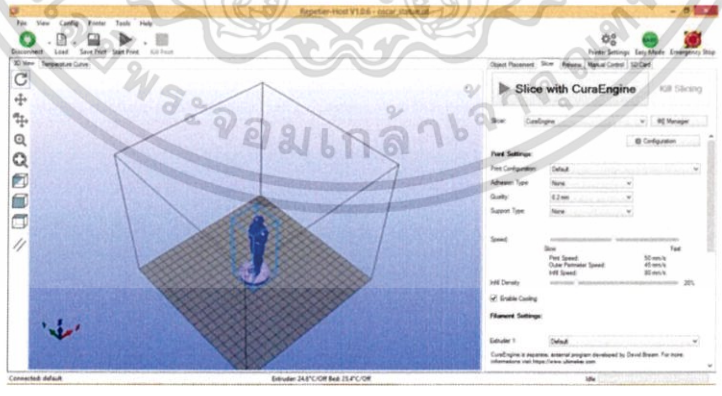
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เมื่อได้ชิ้นงานที่ต้องการจะพิมพ์แล้ว เราสามารถเลือกกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานที่ต้องการจะพิมพ์บน Heat bed ได้

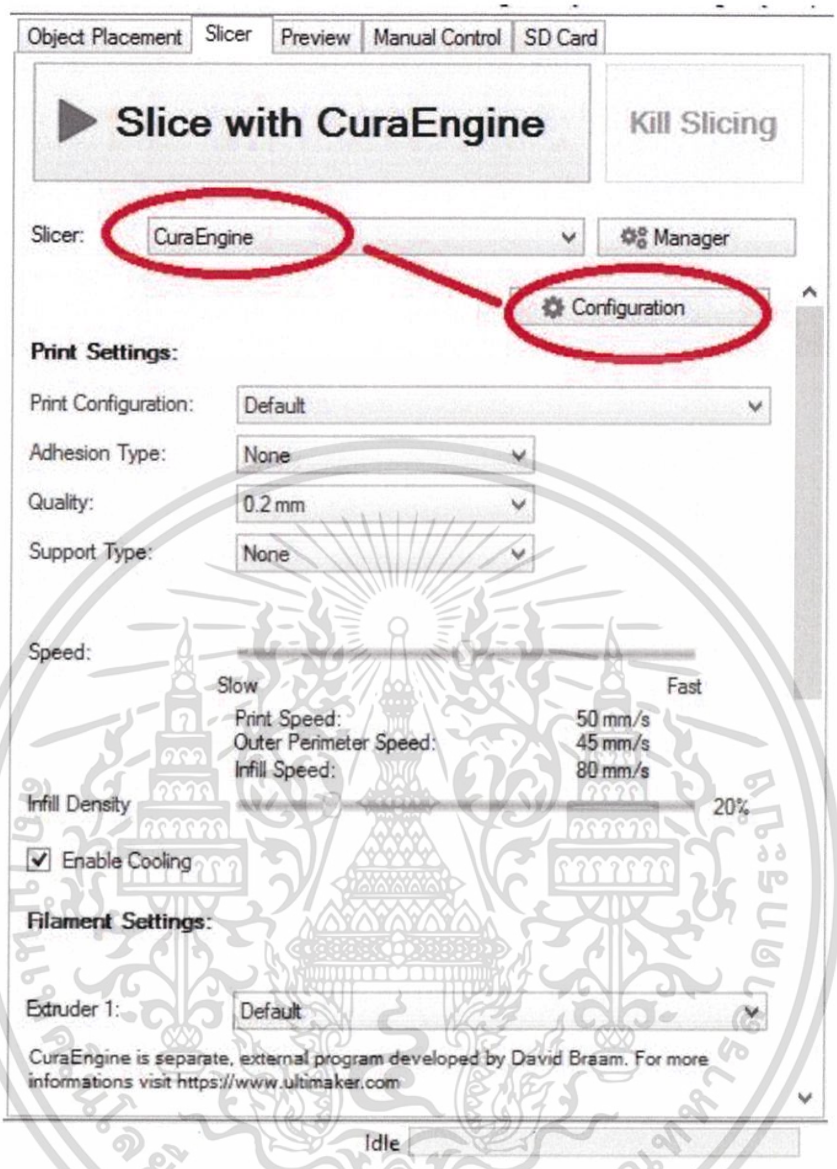


เราสามารถที่จะกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน, ย่อขยาย, หมุน, ตัด หรือ ทำการ Mirror ได้จากปุ่มดังภาพข้างล่าง

5) เลือก tab: slicer เพื่อทำการสร้างเส้นทางการทำงานของหัวพิมพ์ ให้ไปที่แถบ Slicer และ เลือก Slicer: CuraEngine แล้วกด Configuration

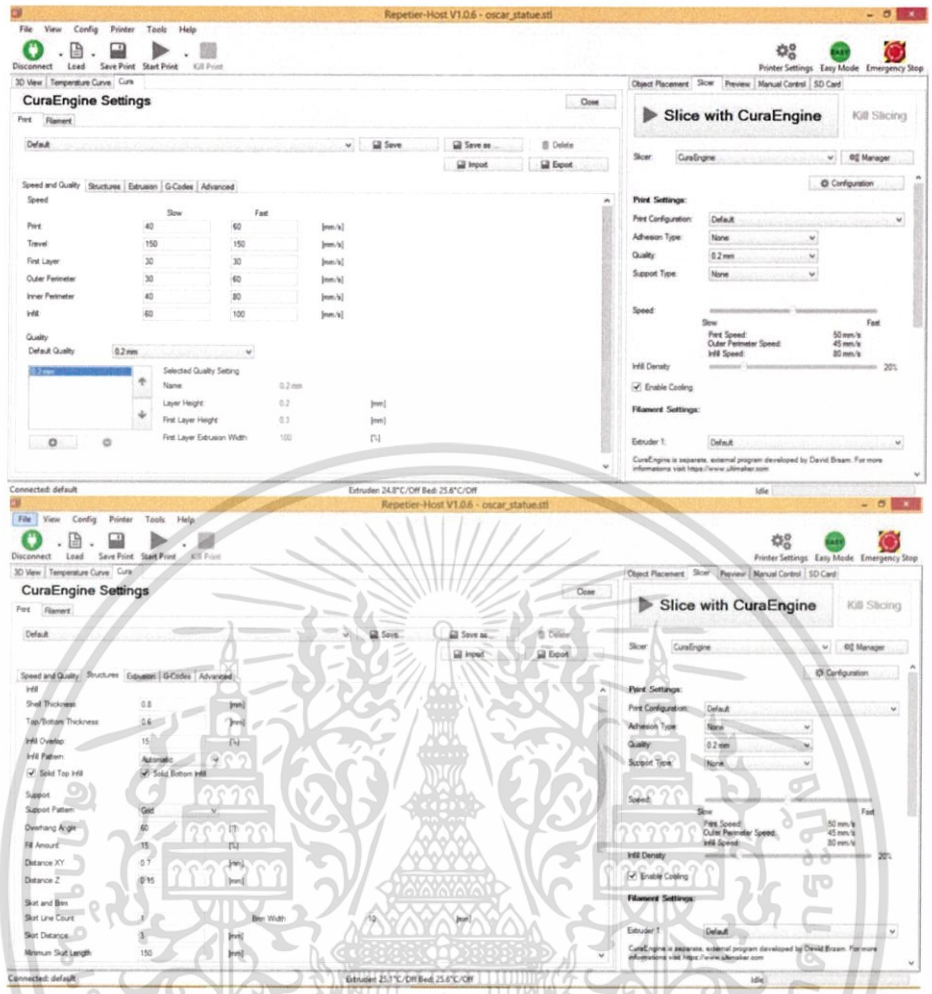


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



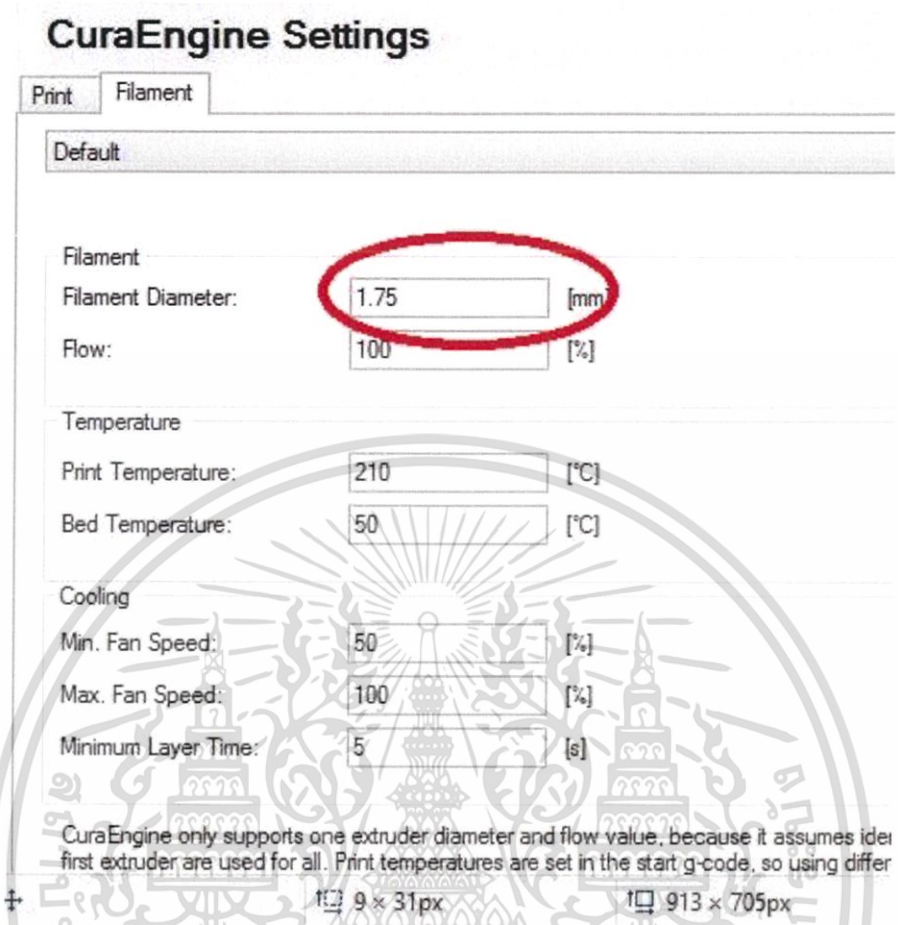
5) เลือก tab: slicer เพื่อทำการสร้างเส้นทางการทำงานของหัวพิมพ์ โดยเบื้องต้นนี้ หากพิมพ์ชิ้นงานที่ยังไม่ซับซ้อนก็ให้ยึดค่า Default ไปก่อน ซึ่งความจริงแล้ว ค่าใน slicer นั้นมีรายละเอียดมากมาย ซึ่งจำเป็นต้องเก็บเอาไว้กล่าวใน ตอนต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



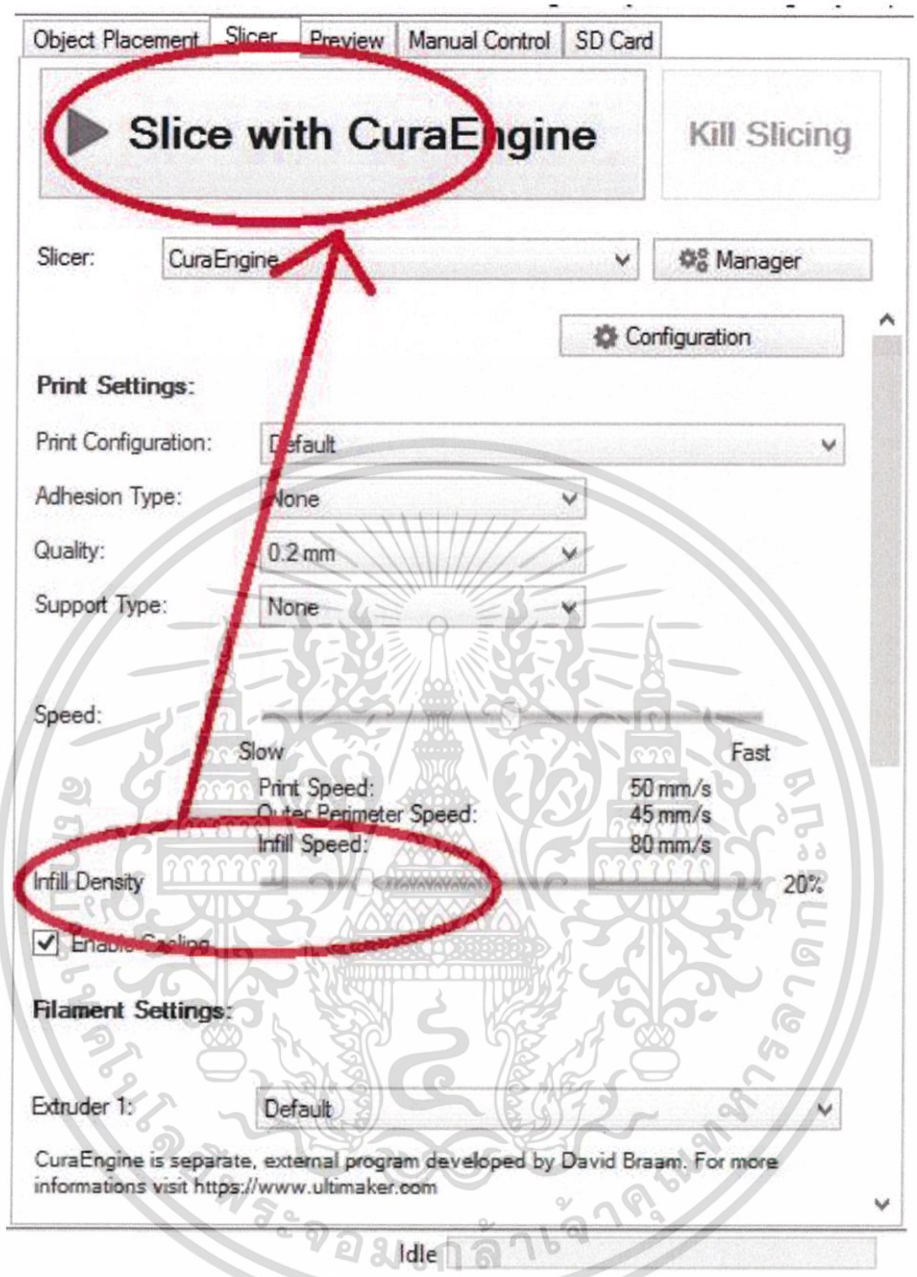
6) ใน Slice ใน Tab: Filament ให้ set ค่าของขนาดของ Filament ให้เหมาะสมกับขนาด Filament ที่เครื่องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



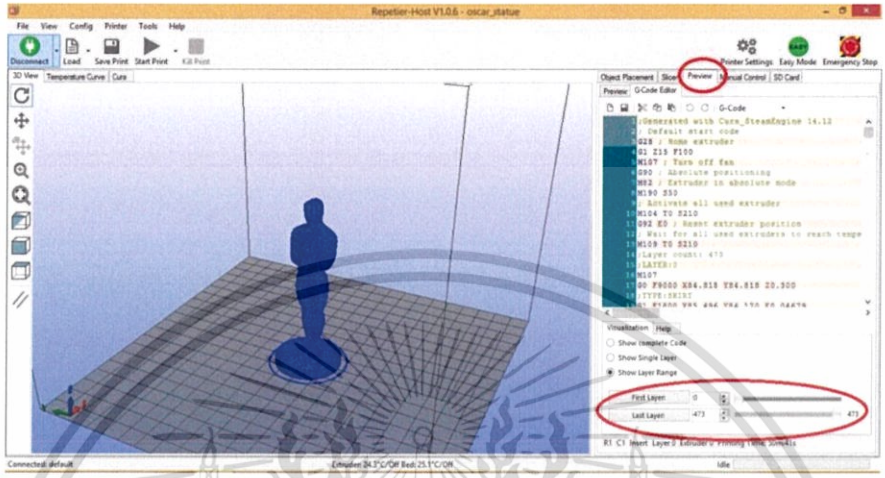
7) หลังจากตั้งค่าต่างๆใน Slicer เรียบร้อยแล้ว ให้กลับไปที่ tab: Slicer ทางขวามือ แล้วเลือกขนาด Infill ที่ต้องการ โดยค่า infill นั้นก็คือค่าที่กำหนดความหนาแน่นของเส้นพลาสติกภายใน ถ้า infill เท่ากับ 100 % ชิ้นงานฐ์ได้จะเป็นชิ้นงานตัน จากนั้นก็กดฐ่ม Slice with curaEngine เพื่อทำการ Slice ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



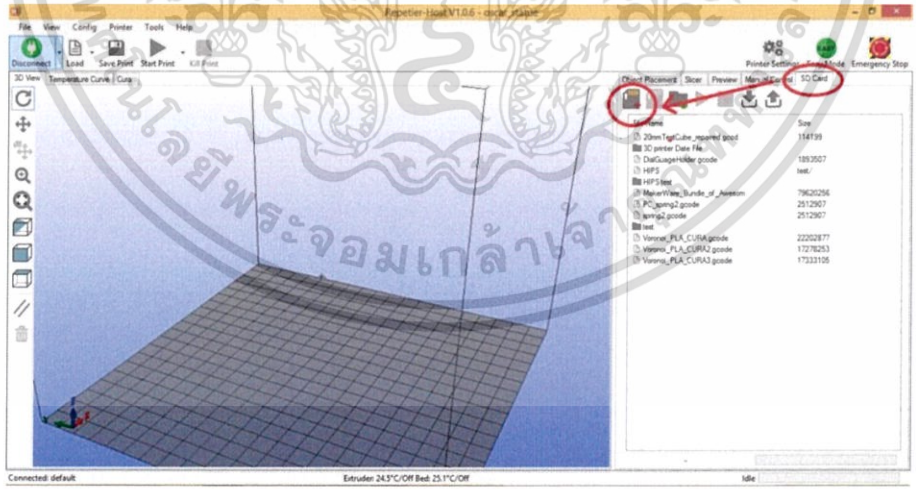
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) หลังจากที่ Slice เสร็จ เราสามารถที่จะ Preview ดูได้จาก Tab:Preview



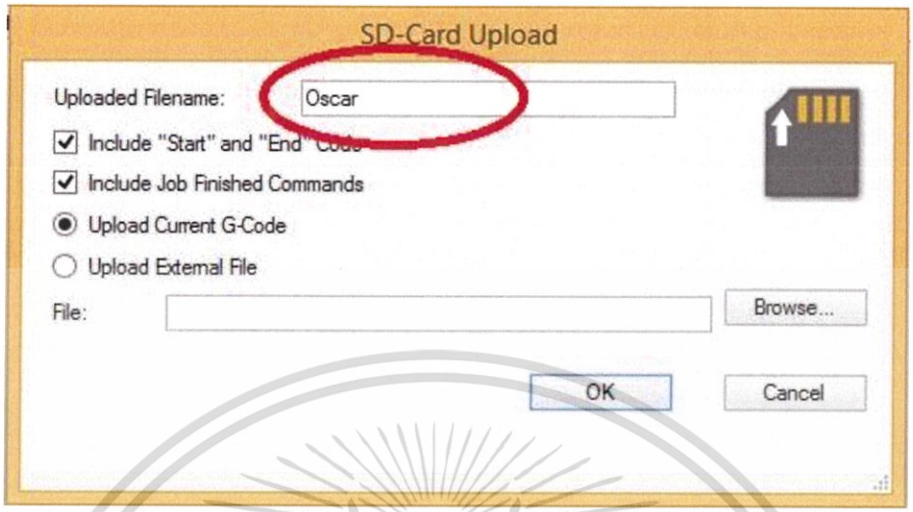
9) หลังจากนั้นสามารถที่จะสั่งพิมพ์ได้เลย การสั่งพิมพ์นั้นสามารถสั่งให้พิมพ์โดยตรงผ่าน สาย USB ได้เลย แต่วิธีนี้จำเป็นต้องมี Computer ต่อเอาไว้ตลอดเวลาและต้องไม่ให้ computer ไปอยู่ใน Sleep mode ในระหว่างการพิมพ์ ผมจึงไม่ค่อยแนะนำ ให้พิมพ์จาก SD card จะปลอดภัยกว่า

โดยไปที่ tab:SD card แล้ว กดปุ่มดังภาพข้างล่าง

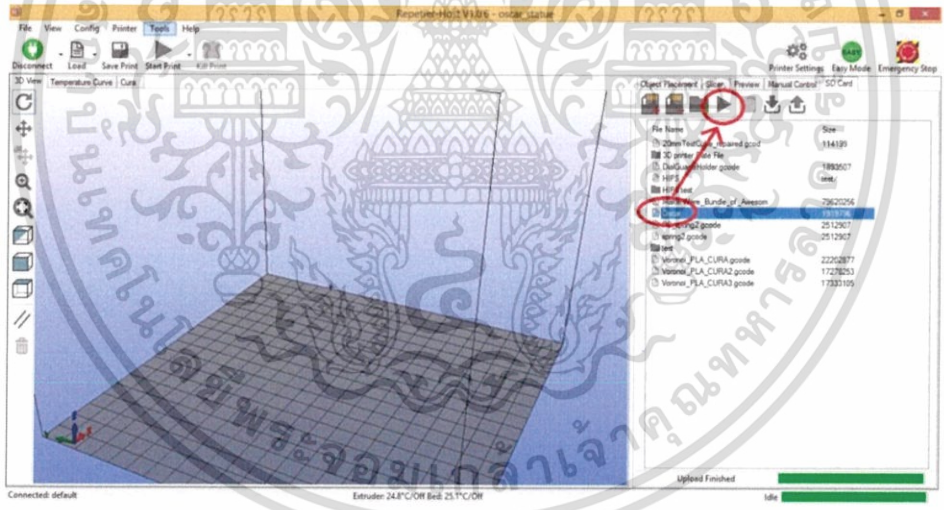


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อ File ที่ต้องการจะ Save ลงไปใน SD card.



เมื่อมีการ save ข้อมูลลงใน SD card เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถที่จะเลือก File และ สั่งพิมพ์ตามภาพข้างล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้