เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ : ส่วนโปรแกรม

3D PRINTER : PROGRAMMING PART

ผไทจิต ฉายาวงศ์

ภาคร ประทีปตำรง

ศักดิ์ชัย จันทร์กล้าย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ : ส่วนโปรแกรม

3D PRINTER : PROGRAMMING PART

ผไทชิต ฉายาวงศ์

ภากร ประทีปดำรง

ศักดิ์ชัย จันทร์คล้าย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3D PRINTER : PROGRAMMING PART

PATHAICHIT CHAWONG

PAKORN PRATEEPDUMRONG

SAKCHAI CHANKLAI

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ : ส่วนโปรแกรม
3D PRINTER : PROGRAMMING PART

ผู้จัดทำ นายผไทชิต ฉายาวงศ์ รหัส 53011015
นายภากร ประทีปดำรง รหัส 53011228
นายศักดิ์ชัย จันทร์คล้าย รหัส 53011553

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ : ส่วนโปรแกรม

โดย
นายผไทชิต ฉายาวงศ์ 53011015
นายภากร ประทีปดำรง 53011228
นายศักดิ์ชัย จันทร์คล้าย 53011553

อาจารย์ที่ปรึกษา
ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอทฤษฎีและการออกแบบเครื่องพิมพ์แบบสามมิติ โดยประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญคือ ส่วนโครงสร้าง ส่วนหัวฉีด ส่วนชุดขับมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ 3 แกนและสำหรับป้อนพลาสติกเข้าหัวฉีด และส่วนโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องพิมพ์ โดยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รับผิดชอบในส่วนของโปรแกรม

ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากการศึกษาการทำงานของโปรแกรมที่จำเป็นซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมโซลิดเวิร์ค โปรแกรมสไลซ์ทรีอาร์ และโปรแกรมพรอนเทอร์เฟซ โดยโปรแกรมโซลิดเวิร์คจะใช้สำหรับออกแบบชิ้นงานที่ต้องการขึ้นรูป ส่วนโปรแกรมสไลซ์ทรีอาร์ใช้สำหรับแปลงไฟล์ .STL ที่ได้จากโปรแกรมโซลิดเวิร์คให้เป็น Gcode และโปรแกรมพรอนเทอร์เฟซใช้สำหรับโหลดไฟล์ Gcode เพื่อใช้ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องพิมพ์ทั้ง 3 แกน อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตั้งค่าอุณหภูมิของหัวฉีดและควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่ป้อนพลาสติกเข้าหัวฉีดอีกด้วย จากการทดลองโดยการตั้งค่าของเครื่องพิมพ์ที่เหมาะสม พบว่าเครื่องพิมพ์แบบสามมิติสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3D PRINTER : PROGRAMMING PART

By
Mr. Pathaichit Chayawong 53011228
Mr. Pakorn Prateepdumrong 53011015
Mr. Sakchai Chanklai 53011553

Advisors
Prof.Dr. Vanchai Riewruja
Asst.Prof. Thepjit Cheypoca
Asst.Prof.Dr. Wandee Petchmaneelumka

Academic Year 2013

ABSTRACT

This thesis presents theory and implementation of 3D printer. There are four major parts including hardware, injector, motor driver for movement of 3 axes and plastic feed into injector, and programming for control printer. Responsibility of this project is programming part.

Procedure of this project starts from study the related programs including SolidWorks, Slic3r and Pronterface programs. SolidWorks program is used to design the model. Slic3r program is employed to convert .STL file from SolidWorks program to Gcode file. Pronterface program is used for loading Gcode file to control the movement of 3-axis printer. Moreover, this program is used to set temperature of injector and control motor speed of plastic feeder into injector. Experimental results with appropriate values setting of printer show that the 3D printer can print the prototype. The error is acceptable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจากคณาจารย์ที่ปรึกษาอันได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า และผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา รวมทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และโปรแกรมที่สำคัญในการดำเนินโครงงาน ตลอดจนให้คำปรึกษา กระตุ้นการทำงาน และติดตามความคืบหน้ามาโดยตลอด คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานเป็นอย่างดี รวมถึงคำแนะนำ ข้อคิดดีๆ เมื่อเกิดปัญหา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณเพื่อการทำโครงงานในครั้งนี้ คำสั่งสอนดีๆ และแรงบันดาลใจในการสร้างความคิดใหม่ๆ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์

ผู้จัดทำ
นายผไทชิต ฉายาวงศ์
นายภากร ประทีปดำรง
นายศักดิ์ชัย จันทร์คล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดทำ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เทคนิคการสร้างชิ้นงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ	3
2.1.1 การใช้โพลีเมอร์ชนิดไวแสงในการขึ้นรูปชิ้นงาน (Photopolymerization)	3
2.1.2 การใช้เลเซอร์หรือกาวในการเชื่อมผงวัสดุให้เป็นชิ้นงาน (Granular Materials Binding)	4
2.1.3 การใช้พลาสติกร้อนเรียงตัวขึ้นเป็นชิ้นงาน (Extrusion Process)	6
2.2 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติ	7
2.2.1 ส่วนโครงสร้าง	7
2.2.2 ส่วนหัวฉีด	8
2.2.2.1 เส้นพลาสติกแบบ ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	8
2.2.2.2 เส้นพลาสติกแบบ PLA (Polylactic Acid หรือ Polylactide)	9
2.2.2.3 เส้นพลาสติกแบบ PVA (Polyvinyl Alcohol)	9
2.2.3 ส่วนชุดขับมอเตอร์	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.4 ส่วนโปรแกรม	10
2.2.4.1 STL ไฟล์	12
2.2.4.2 การเขียนไฟล์ชิ้นงานสามมิติ	12
2.2.4.3 สกุลไฟล์ที่ระบบต้องการ	13
2.2.4.4 การควบคุมเครื่องพิมพ์สามมิติในการสร้างชิ้นงาน	13
บทที่ 3 หลักการออกแบบการทำงาน	14
3.1 การจัดเก็บข้อมูลชิ้นงาน	14
3.2 ชนิดสกุลไฟล์ที่ระบบต้องการ	14
3.3 การตั้งค่าองค์ประกอบของโปรแกรมและเครื่องพิมพ์สามมิติให้สมดุลกัน	15
3.3.1 แบบเชิงพาณิชย์	15
3.3.2 แบบฟรีแวร์	15
3.3.2.1 โปรแกรม Slic3r	15
3.3.2.2 โปรแกรม Pronterface	19
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	24
4.1 การทดลองใช้โปรแกรม	24
4.2 ชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูป	27
4.4.1 ชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์	27
4.4.2 ชิ้นงานที่สมบูรณ์	28
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	29
5.1 สรุปผลการทดลอง	29
5.1.1 โปรแกรม SolidWorks	29
5.1.2 โปรแกรม Slic3r	29
5.1.3 โปรแกรม Pronterface	29
5.2 ปัญหาที่พบ	29
5.3 ข้อเสนอและแนวทางแก้ไข	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	30
ภาพผนวก	31
ภาคผนวก ก คู่มือของโปรแกรมต่างๆ	32
ก.1 โปรแกรม Pronterface	32
ก.2 โปรแกรม Slic3r	37
ภาคผนวก ข โปสเตอร์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการสร้างด้วยวิธี Stereo Lithograph Apparatus	4
2.2 กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคนิค Selective Laser Sintering	5
2.3 กระบวนการสร้างด้วยวิธี 3DP	6
2.4 กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคนิค FDM	7
2.5 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติแบบ Moving Bed	8
2.6 ตัวอย่างเส้นพลาสติก	9
2.7 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการทำงาน	10
2.8 ตัวอย่างโปรแกรม SolidWorks	11
2.9 ตัวอย่างโปรแกรม Pronterface	12
3.1 ผังขั้นตอนการทำงานโดยรวมของโปรแกรมทั้งหมด	14
3.2 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม	16
3.3 ไฟล์ที่ Save ไว้เป็น .STL	16
3.4 การแปลงไฟล์เป็น Gcode	17
3.5 โหมด Print Setting	17
3.6 โหมด Filament Setting	18
3.7 โหมด Printer Setting	18
3.8 โปรแกรม Pronterface	19
3.9 ตัวอย่างไฟล์ Gcode ที่สร้างไว้	20
3.10 ตัวอย่างไฟล์ Gcode ที่แสดงออกมา	20
3.11 ตัวอย่างการปรับค่า ก่อนการพิมพ์รูปชิ้นงานในแต่ละครั้ง	20
3.12 หน้าต่างการปรับค่าหัวฉีด ในโหมด Print Setting	21
3.13 หน้าต่างโปรแกรม Slic3r ในโหมด Print Setting	21
3.14 หน้าต่างโปรแกรม Pronterface ในโหมด Print Setting	22
4.1 ไฟล์ต้นแบบที่สร้างโดยโปรแกรม SolidWorks	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 การ Save ไฟล์ต้นแบบเป็น .STL	25
4.3 หน้าต่างโปรแกรม Slic3r	25
4.4 การแปลงไฟล์ .STL เป็น Gcode	26
4.5 หน้าต่างโปรแกรม Pronterface ที่เรียกไฟล์ Gcode ขึ้นมา	26
4.6 ชิ้นงานที่เกิดความเสียหาย	27
4.7 ชิ้นงานที่สมบูรณ์	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

เครื่องพิมพ์สามมิติ เป็นการพิมพ์ด้วยกระบวนการพิมพ์สามแกน ให้มีรูปร่างเหมือนจริงจากรูปแบบดิจิตอล ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์สามมิติเข้ามามีบทบาททั้งในด้านการผลิต และการออกแบบทางสถาปัตยกรรม งานทางด้านวิศวกรรม รวมไปถึงในด้านการแพทย์ โดยที่การทำงานของเครื่องมี 4 ส่วนหลักด้วยกัน คือส่วนของหัวฉีดพลาสติก ส่วนของโปรแกรม ส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์ และส่วนโครงสร้างเครื่อง การพิมพ์ชิ้นงานสามมิติ เป็นกระบวนการพิมพ์ให้มีรูปร่างเหมือนของจริงจากรูปแบบดิจิตอล เครื่องพิมพ์แบบสามมิติเครื่องแรกถูกสร้างขึ้นในปี 1984 โดย 3D Systems Corp โดย Chuck Hull เป็นนักประดิษฐ์เครื่องพิมพ์แบบสามมิติที่ทันสมัยและเป็นผู้ริเริ่มเทคโนโลยีมาตรฐาน DEF

หลักการทั่วไป การสร้างงานสามมิติจะใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ หรือซอฟต์แวร์ในการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนไหวของเครื่องดิจิตอลตัดตามขวาง ความต่อเนื่องสำหรับการพิมพ์ขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้ จะสร้างวัสดุเป็นชั้นๆ รวมกันวางบนแพลตฟอร์มทีละชั้นจนเสร็จสมบูรณ์ สุดท้ายจะได้เป็นรูปแบบสามมิติที่ได้รับการพิมพ์เป็นกระบวนการแบบ WYSIWYG ที่เป็นรูปแบบเสมือน และรูปแบบจำลองทางกายภาพเกือบจะเหมือนกัน การติดต่อระหว่างซอฟต์แวร์ CAD และเครื่องพิมพ์จะเป็นรูปแบบไฟล์ .STL เป็นรูปแบบไฟล์ที่สร้างขึ้นเข้าเครื่องพิมพ์และไฟล์ VRML หรือ WRL จะใช้สำหรับเทคโนโลยีการพิมพ์ 3D ที่สามารถพิมพ์สีได้เต็มรูปแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดทำ

1. เพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่สนใจและตรงกับสายการศึกษา
2. ทำการศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะสามารถควบคุมเครื่องพิมพ์สามมิติได้
3. ศึกษาและทำความเข้าใจค่าองค์ประกอบต่างๆ ของตัวเครื่องและของโปรแกรมควบคุม
4. สามารถควบคุมเครื่องให้สร้างชิ้นงานออกมาในระดับที่ยอมรับได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานของโปรแกรม SolidWorks, Slic3r และ Pronterface
2. ทำการตั้งค่าการทำงานของโปรแกรม SolidWorks, Slic3r และ Pronterface ให้ทำงานสอดคล้องกัน
3. ศึกษาและทดลองใช้โปรแกรม SolidWorks, Slic3r และ Pronterface เพื่อสร้างชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเครื่องพิมพ์สามมิติที่เป็นเครื่องต้นแบบได้
2. นำความรู้ด้านวิศวกรรมมาใช้และสามารถสร้างชิ้นงานออกมาเป็นรูปธรรมได้
3. สามารถนำผลงานมาพัฒนาและต่อยอดความรู้เพื่อนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้
4. ทักษะความสามารถและการปรับตัวในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.5 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง หลักการสร้างเครื่องพิมพ์สามมิติ โครงสร้าง หัวฉีด วงจรควบคุมและโปรแกรมที่ใช้ควบคุม

บทที่ 3 หลักการออกแบบ แสดงถึงความเกี่ยวข้องของทุกโปรแกรมในแต่ละหน้าที่การทำงาน รวมถึงขั้นตอนตั้งแต่การสร้างชิ้นงานในอุดมคติจนกระทั่งออกมาเป็นชิ้นงานสามมิติโดยสมบูรณ์

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองสร้างชิ้นงานจากเครื่องพิมพ์สามมิติ

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การทำชิ้นงานพลาสติกหรือโลหะต้นแบบหรืองานเฉพาะที่มีจำนวนไม่มาก วิธีการและเครื่องมือที่นิยมใช้กันคือใช้เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) กัดวัสดุทำเป็นแม่แบบขึ้นมา ซึ่งต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญ รวมถึงใช้งบประมาณค่อนข้างสูง กว่าที่จะได้ต้นแบบมาใช้งาน เมื่อมีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ 3 มิติขึ้นมา กระบวนการแบบเดิมๆ ก็เริ่มเปลี่ยนหากจะมองในเชิงเปรียบเทียบ เครื่องพิมพ์ 3 มิติก็คือเครื่อง CNC แต่มีการเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยมีการเปลี่ยนจากหัวกัดเป็นหัวฉีดพลาสติก (ในกรณีที่เป็นเครื่องพิมพ์ 3 มิติสำหรับงานพลาสติก) ด้านการทำงานจะต่างกัน โดยเครื่อง CNC ใช้หัวสว่านติดกับดอกสว่านแบบต่างๆ ในการแกะสลัก ตัด เจาะวัตถุดิบให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ มีระบบมอเตอร์เคลื่อนที่ไปในทิศทาง 3 มิติ (แกน X, Y และ Z) ในขณะที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติก็ใช้การเคลื่อนที่ของมอเตอร์เหมือนกับเครื่อง CNC แต่ที่ต่างกันคือ มีหัวฉีดที่จะฉีดหรือโรยพลาสติกเป็นชั้นๆ เรียงตัวขึ้นไป สร้างเป็นรูปทรงต่างๆ ในแต่ละชั้นมีความละเอียดในระดับมิลลิเมตร นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาเทคนิคอื่นๆ ทำให้เครื่องพิมพ์ 3 มิติสร้างสรรค์งานได้จากหลากหลายวัสดุ และมีความละเอียดเพิ่มขึ้น ซึ่งก็ต้องแลกด้วยราคาที่แพงขึ้นด้วย

2.1 เทคนิคการสร้างชิ้นงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

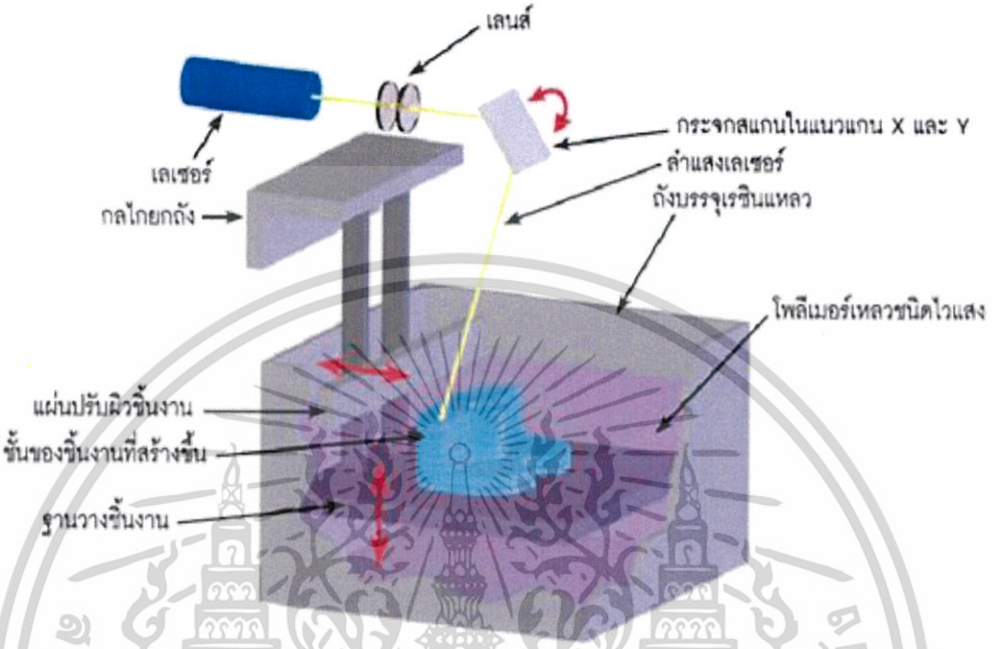
ในปี ค.ศ. 2011 เริ่มมีการเปิดตัวจำหน่ายเครื่องพิมพ์ 3 มิติที่ใช้เทคนิคการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว (Rapid Prototype) ออกมา นับเป็นการสร้างปรากฏการณ์ใหม่แก่วงการสร้างโมเดลต้นแบบ จากนั้นมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีเครื่องพิมพ์ 3 มิติออกมาจำหน่ายหลายรุ่น หลายราคา ส่วนเทคนิคการสร้างชิ้นงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติสรุปได้ 3 วิธีดังนี้

2.1.1 การใช้โพลีเมอร์ชนิดไวแสงในการขึ้นรูปชิ้นงาน (Photopolymerization)

เป็นเทคนิคที่ใช้แสงเพื่อขึ้นรูปจากวัสดุของเหลวให้กลายเป็นของแข็ง โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปชิ้นงานแบบ Stereo Lithography Apparatus (SLA) ที่คิดค้นโดย Chuck Hull จาก 3D Systems หลักการคือ ใช้วัสดุประเภทโพลีเมอร์เหลวที่สามารถแข็งตัวได้ เมื่อถูกกระตุ้นจากการฉายแสงอัลตร้าไวโอเล็ตหรือ UV (Ultra Violet) จาก UV เลเซอร์ โดยมีกระบะใส่เรซิ่นเหลวและมีระบบควบคุมให้ยกขึ้นและเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เพื่อสร้างชิ้นงานทีละชั้นจากล่างขึ้นบน แล้วสแกนยิงแสง UV เลเซอร์ในแนวราบ เพื่อเปลี่ยนให้โพลีเมอร์เหลวชนิดไวต่อแสงเป็นของแข็งตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยชิ้นงานที่มีส่วนโค้งเว้า หรือมีรูปทรงที่แปลกๆ หรือมีความละเอียดซับซ้อนมาก อาจจะต้องสร้างส่วนที่ใช้ค้ำยันและรองรับเรียกว่า ซับพอร์ต (Support) ขึ้นมาพร้อมๆ กับชิ้นงาน เมื่อขึ้นรูปชิ้นงานเสร็จก็ตัดส่วนซับพอร์ตนี้ออกไป ความแข็งแรงของวัสดุที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิคนี้จะมีในระดับหนึ่งพอๆ กับพลาสติกทั่วไป ตัวชิ้นงานที่ได้มีความละเอียดเรียบในระดับหนึ่ง ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรมวาดแบบ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังสามารถสร้างชิ้นส่วนกลไกต่างๆ เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบได้ หรือใช้เป็นวัสดุชิ้นส่วนจริงในเครื่องมือต่างๆ ได้เลย



รูปที่ 2.1 กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคนิค Stereo Lithography Apparatus

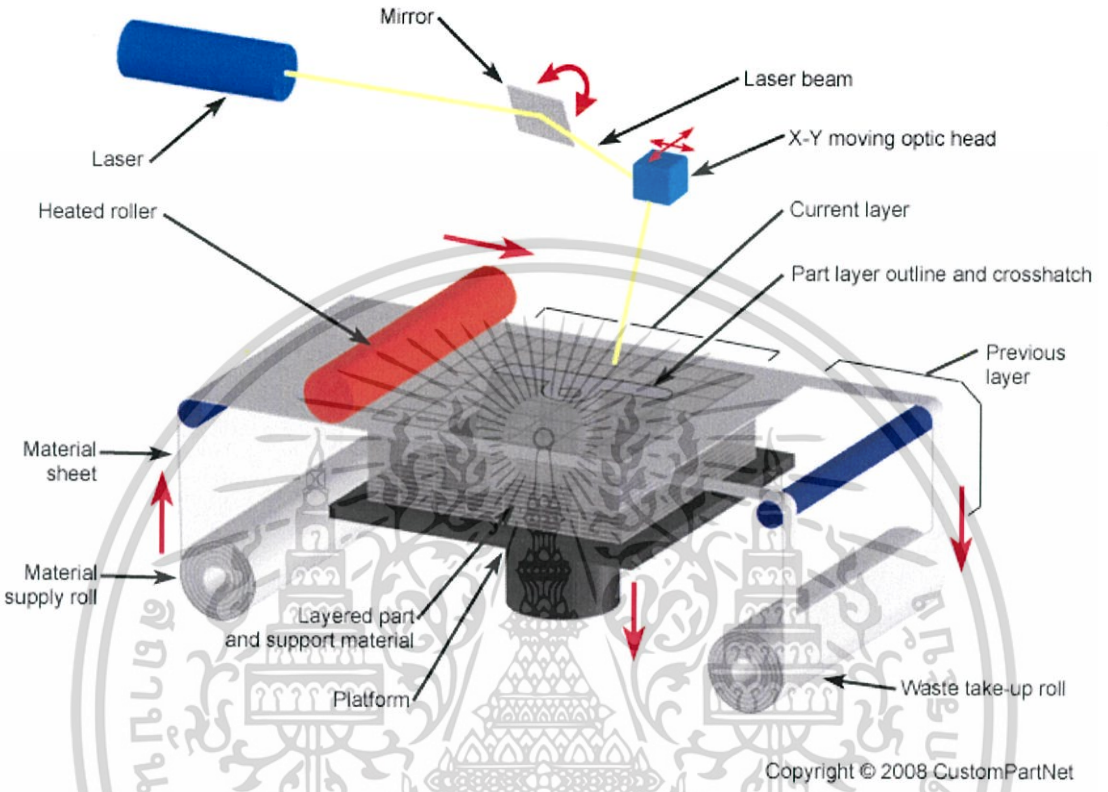
จากเทคนิค SLA มีผู้พัฒนาต่อไปเป็นเทคนิค Micro Stereo Lithography เป็นเทคนิคที่เหมาะสำหรับการสร้างต้นแบบที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งเรียกว่า วิธีการขึ้นรูปวัสดุแบบ PolyJet เป็นการใช้หัวฉีดขนาดเล็กหลายๆ หัวฉีดเรซิ่นเหลวลงไปบนแท่นวางชิ้นงานพร้อมๆ กับการฉายแสง UV เพื่อทำให้เรซิ่นเหลวนี้แข็งตัวทันที ด้วยเทคนิคนี้ทำให้ไม่ต้องมีกระบะโพลีเมอร์เหลวขนาดใหญ่ ทำให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

2.1.2 การใช้เลเซอร์หรือกาวในการเชื่อมผงวัสดุให้เป็นชิ้นงาน (Granular Materials Binding)

เป็นเทคนิคที่ใช้วัสดุที่เป็นผงเล็กๆ เมื่อได้รับความร้อนแล้วแข็งตัว จะเรียกเทคนิคนี้ว่า Selective Laser Sintering (SLS) โดยส่วนมากใช้วัสดุที่เป็นผงพลาสติก เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำขึ้นรูปได้ง่าย ใช้ความร้อนจากเลเซอร์ที่ฉายไปยังตำแหน่งที่เป็นส่วนหน้าตัดขวางของชิ้นงาน ทำให้ผงพลาสติกเล็กๆ รอบบริเวณที่ถูกฉายแสงเลเซอร์นี้หลอมละลายและยึดเกาะกัน โดยยึดเกาะกับชั้นที่อยู่ก่อนหน้านี้ด้วย เพื่อให้เกิดเป็นโครงร่างรูปทรง 3 มิติขึ้นมาจากการเลื่อนแท่นใส่ผงพลาสติกลงเล็กน้อยในแนวดิ่ง จากนั้นจะกวาดผงพลาสติกมาคลุมทับส่วนที่ให้ความร้อนไปแล้ว ทำการฉายแสงเลเซอร์ใหม่ จะวนทำกระบวนการนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทั้งรูปทรงที่ได้เขียนแบบไว้ จากนั้นผงพลาสติกส่วนอื่นที่ไม่โดนความร้อนจากเลเซอร์จะถูกลมเป่าออกไปเหลือเพียงชิ้นงานที่หลอมละลายแล้วแข็งตัว เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

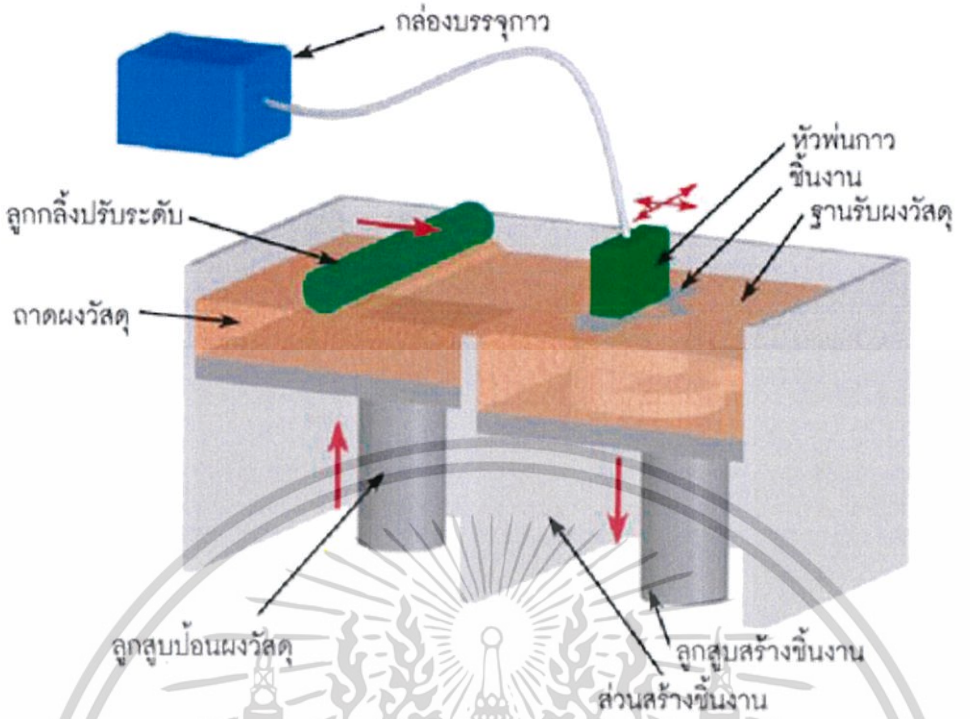
รูปทรงที่สมบูรณ์ เทคนิคนี้ใช้เวลามากในการขึ้นรูปชิ้นงาน ผิววัสดุจะหยาบและความแข็งแรงจะน้อยกว่าวัสดุที่ขึ้นรูปด้วยวิธี Stereo Lithography



รูปที่ 2.2 กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคนิค Selective Laser Sintering

ยังมีอีกเทคนิคหนึ่งคือ การพ่นกาวลงไปยังผงพลาสติกให้ติดกันเป็นโครงสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ วิธีการแบบนี้เรียกว่า Three Dimensional Printing หรือ 3DP โดยหลักการทำงานของเทคนิคนี้คือ พ่นกาวด้วยหัวฉีดลงไปบนกระบะที่มีผงแป้งที่เกลี่ยหน้าให้เรียบไว้แล้ว ผงพลาสติกบริเวณที่โดนกาวก็จะติดแข็งตัว วิธีนี้สามารถเลือกให้ชิ้นงานมีสีต่างๆ แตกต่างกันได้ โดยผสมสีลงไปในกาวที่ใช้ ซึ่งก็เหมือนกับการพิมพ์หมึกลงไปบนกระดาษของเครื่องพิมพ์แบบอิงก์เจ็ตนั่นเอง ทำให้รูปทรง 3 มิติที่สร้างขึ้นมีความแข็งตัวและมีสีสันที่แตกต่างกันไปด้วย แต่วัสดุที่ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้จะมีความเปราะบางมากกว่าวิธีการขึ้นรูปแบบชิ้นงานอื่น จึงเหมาะกับการทำชิ้นงานต้นแบบมากกว่านำไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

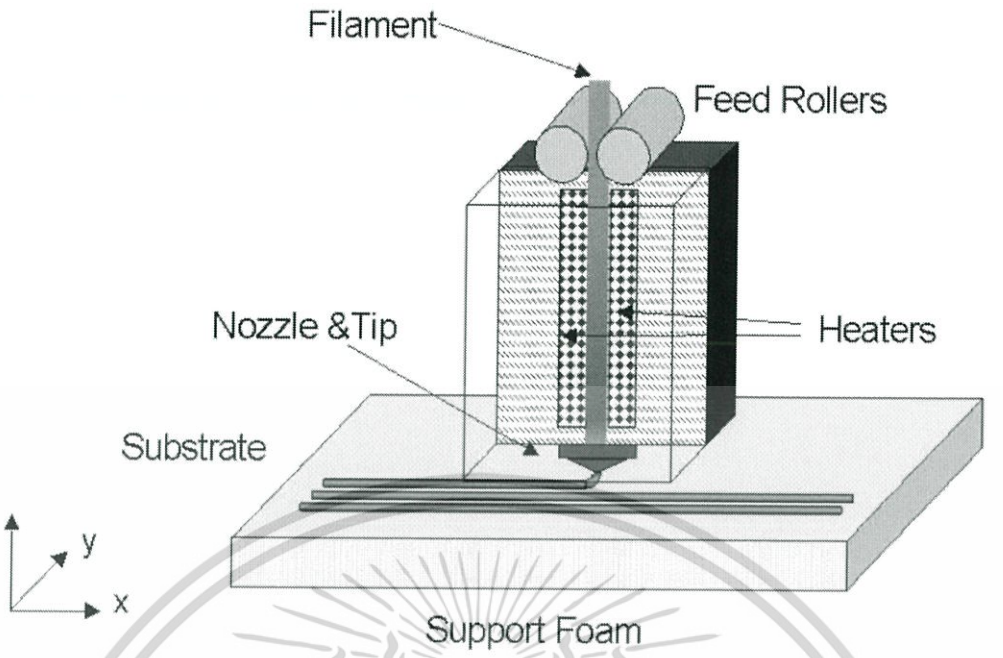


รูปที่ 2.3 กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเทคนิค 3DP

2.1.3 การใช้พลาสติกร้อนเรียงตัวขึ้นเป็นชิ้นงาน (Extrusion Process)

เป็นวิธีที่นิยมและมีการพัฒนากันมากที่สุด เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปมีหลากหลาย ราคาไม่แพง มีการพัฒนาชุดควบคุมและซอฟต์แวร์ในแบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) เทคนิคนี้ใช้เส้นพลาสติกมาผ่านหัวที่ให้ความร้อนจนพลาสติกละลายเป็นของเหลวแล้วฉีดหรือโรยเรียงเป็นชั้นๆ เรียกเทคนิคการขึ้นรูปแบบนี้ว่า Fused Deposition Modeling หรือ FDM โดยมีการฉีดส่วนรองรับสำหรับรูปทรงที่โค้งงอ หรือมีความซับซ้อน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงไม่ให้ล้มระหว่างการขึ้นรูปชิ้นงาน เมื่อขึ้นรูปเสร็จแล้วก็จะตัดออกได้ในภายหลัง ชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิคนี้จะมีผิวชิ้นงานที่ไม่เรียบ มีลักษณะเป็นชั้นๆ เนื่องจากขึ้นรูปด้วยการเรียงตัวเชื่อมติดกันของเส้นพลาสติกขนาดเล็กมากๆ ความแข็งแรงของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุของเส้นพลาสติกที่นำมาใช้ ซึ่งก็คือ ABS และ PLA โดย ABS มีความแข็งแรงมากกว่า PLA แต่ PLA ปลอดภัย ไม่ไวไฟ และไม่มีกลิ่นฉุนในขณะขึ้นรูปชิ้นงาน เนื่องจาก PLA ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคนิค FDM

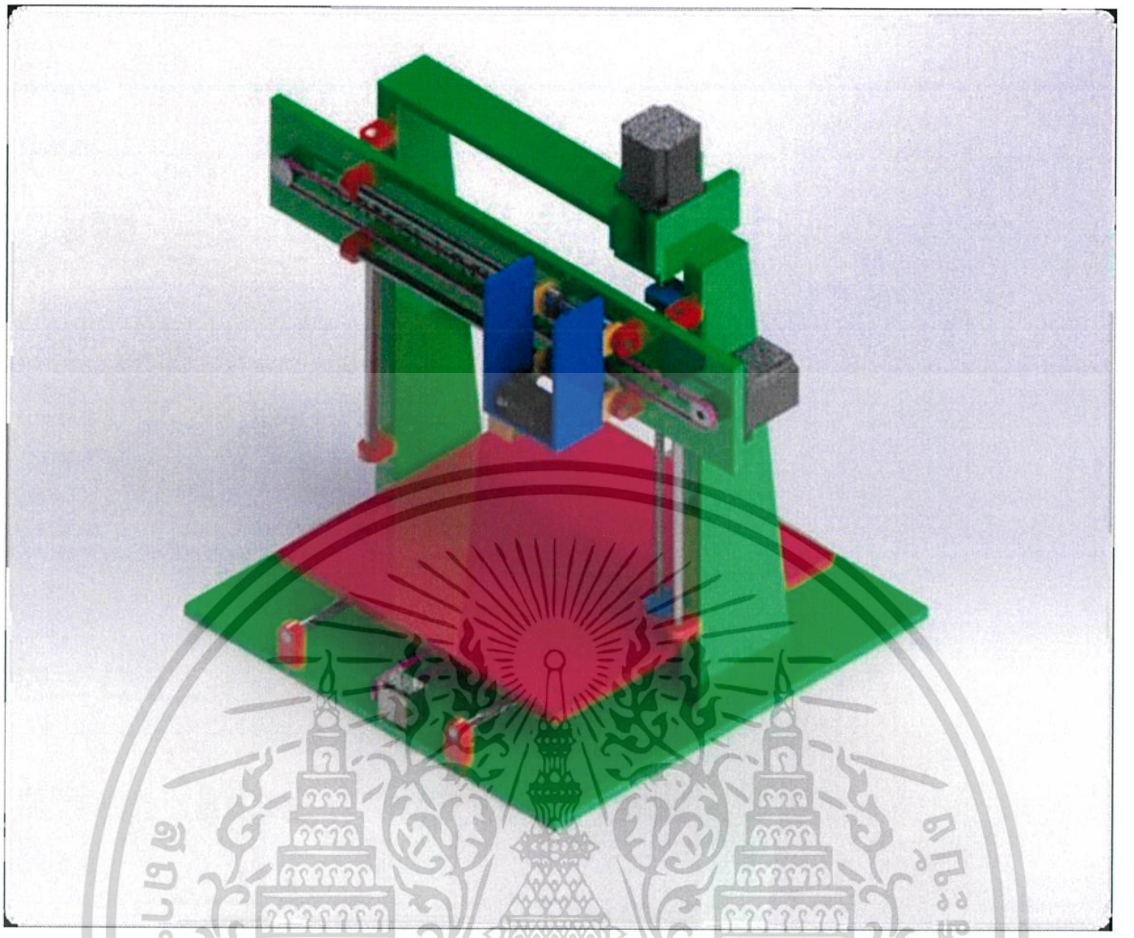
2.2 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติ

เครื่องพิมพ์ 3 มิติที่นิยมผลิตและใช้งานมากที่สุดคือ เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิค FDM เนื่องจากกลไกของตัวเครื่องพิมพ์มีความซับซ้อนน้อย ใช้งบประมาณต่ำสุดเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิคอื่น ในโครงงานนี้ทำการศึกษาและออกแบบส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบสามมิติแบบนี้เป็นหลัก เครื่องพิมพ์แบบสามมิติแบ่งโครงสร้างหลักออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนโครงสร้าง ส่วนหัวฉีด ส่วนชุดขับมอเตอร์ และส่วนโปรแกรม

2.2.1 ส่วนโครงสร้าง

โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติที่ได้ทำการศึกษานี้ เลือกใช้แบบ Moving Bed เป็นเทคนิคที่เลื่อนฐานวางชิ้นงานในแนวแกน Y เท่านั้น ส่วนหัวฉีดจะติดกับลิเนียร์สไลด์หรือตัวเลื่อนความแม่นยำสูง เพื่อเลื่อนในแนวแกน X พร้อมกับฉีดเส้นพลาสติกลงบนฐานวางชิ้นงาน และเลื่อนขึ้นในแนวแกน Z ทุกครั้งเมื่อขึ้นแบบชิ้นงานในแต่ละชั้นเสร็จแล้ว การเลื่อนในแนวแกน X และ Y จะใช้ลิเนียร์สไลด์ช่วยในการเคลื่อนที่ ทำให้การขึ้นรูปชิ้นงานมีความเร็วไม่มากนัก โครงสร้างของเครื่องที่ง่ายไม่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติแบบ Moving Bed

2.2.2 ส่วนหัวฉีด

หัวฉีดร้อน นอซเซิล (Nozzle) หรือบางครั้งเรียกว่า Hot End เป็นส่วนที่ให้ความร้อนกับเส้นพลาสติกที่ป้อนเข้ามาจากส่วนควบคุมการป้อนเส้นพลาสติกหรือ Extruder โดยอุณหภูมิที่หัวฉีดนี้จะอยู่ในช่วงที่ทำให้เส้นพลาสติกหลอม ซึ่งมีค่าประมาณ 190 ถึง 250 องศาเซลเซียส (ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นพลาสติก) มีตัวตรวจจับและวัดอุณหภูมิเป็นตัวตรวจสอบและส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมอุณหภูมิ หัวฉีดร้อนนี้ทำมาจากโลหะ บรรจุในบล็อกอะลูมิเนียม และมีแผ่นระบายความร้อนติดอยู่ที่ตัวถังด้วย โดยรูของหัวฉีดมีขนาดอยู่ที่ 0.2 ถึง 0.8 มม. รูที่มีขนาดเล็กจะทำให้ฉีดพลาสติกออกมาได้ละเอียด ทำให้ได้ชิ้นงานที่เรียบเนียนยิ่งขึ้น

วัสดุที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานในเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบ FDM วัตถุดิบที่สำคัญคือ เส้นพลาสติกหรือ Filament มีด้วยกันหลายวัสดุและหลายสี เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 เส้นพลาสติกแบบ ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

เป็นเส้นพลาสติกที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่งในงานพิมพ์ชิ้นงาน 3 มิติ โดยใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดร้อนอยู่ที่ 215 ถึง 250 องศาเซลเซียส แต่มีข้อเสียคือ เมื่อหลอมแล้วจะเกิดไอระเหยออกมาที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยง เส้นพลาสติก ABS นี้มีส่วนผสมของอะซิโทน (Acetone) ทำให้พื้นผิว

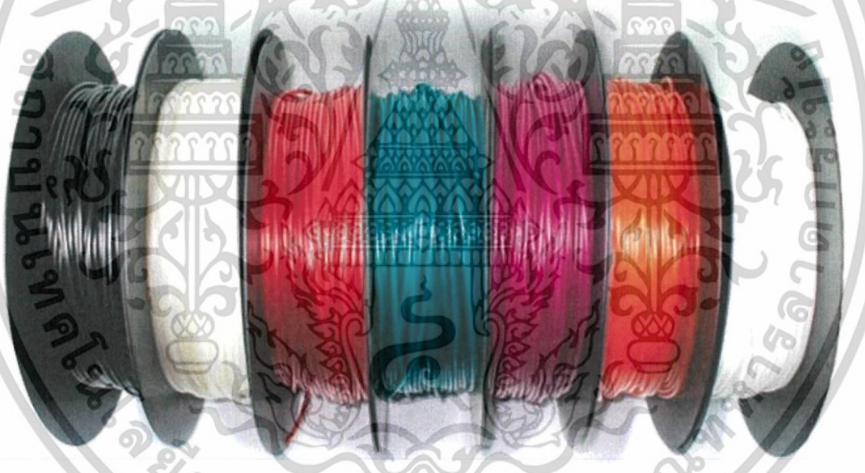
ของชิ้นงานที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วมีความเรียบเนียน เงางามเมื่อใช้ ABS ในการพิมพ์ชิ้นงานจำเป็นที่จะต้องใช้ฐานวางชิ้นงานแบบร้อน

2.2.2.2 เส้นพลาสติกแบบ PLA (Polylactic Acid หรือ Polylactide)

เป็นเส้นพลาสติกที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบชีวภาพ เช่น ข้าวโพดหรือมันฝรั่ง ใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดพลาสติกอยู่ที่ 160 ถึง 220 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นพลาสติก PLA หลอมจะมีกลิ่นคล้ายๆ กับข้าวโพดคั่ว ซึ่งไม่เป็นอันตราย และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นเมื่อใช้ PLA ในการพิมพ์ชิ้นงานก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ฐานวางชิ้นงานแบบร้อน แต่ถ้าใช้ก็จะทำให้ฐานของชิ้นงานเรียบเนียนขึ้น โครงงานนี้เลือกใช้พลาสติกชนิดนี้และไม่ใช้ฐานวางชิ้นงานแบบร้อน

2.2.2.3 เส้นพลาสติกแบบ PVA (Polyvinyl Alcohol)

เป็นเส้นพลาสติกชนิดพิเศษที่มีการผสมผสานกันหลายสี ใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดพลาสติกอยู่ที่ 190 องศาเซลเซียส วัสดุแบบนี้ละลายน้ำได้ ชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเส้นพลาสติกชนิดนี้อาจจะต้องระวังเรื่องความชื้น เพราะอาจส่งผลใช้ชิ้นงานสลายไปได้



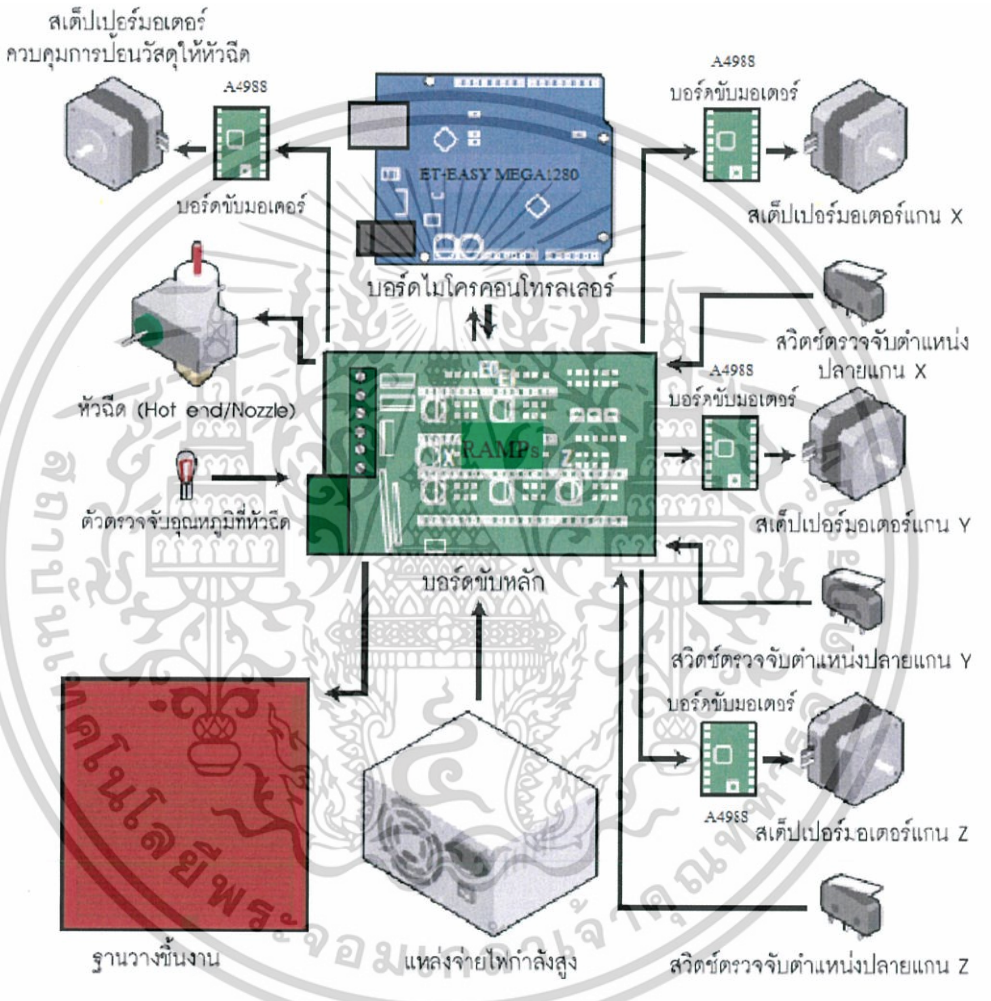
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเส้นพลาสติก

2.2.3 ส่วนชุดขับมอเตอร์

จากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงระบบและวงจรควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบ FDM บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมหลัก โดยเชื่อมต่อกับส่วนอื่นผ่านวงจรขับหลักที่ได้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟตรงกระแสไฟฟ้าสูง เพื่อจ่ายให้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) ผ่านบอร์ดขับมอเตอร์ เพื่อควบคุมให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามสเต็ปที่ต้องการซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของฐานวางชิ้นงาน มีสเต็ปปิ้งมอเตอร์อีกตัวหนึ่งทำงานเพื่อรีดให้เส้นพลาสติกผ่านเข้าไปยังหัวฉีดภายใต้การควบคุมให้มีความร้อนที่เหมาะสมกับชนิดของเส้นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการตรวจสอบอุณหภูมิที่หัวฉีดด้วย ชิ้นส่วนในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมในส่วนชุดขับมอเตอร์ ได้แก่ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จำนวน 4 ตัวต่อเข้าบอร์ดขับมอเตอร์ A4988 และต่อเข้ากับบอร์ดขับหลัก Shield for Arduino หรือ RAMPs 1.4 โดยบอร์ดหลักนี้จะเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ End Stop ตัวตรวจจับอุณหภูมิที่หัวฉีดจ่ายไฟให้แก่หัวฉีดและประกอบเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA 1280 (ARDUINO MEGA)



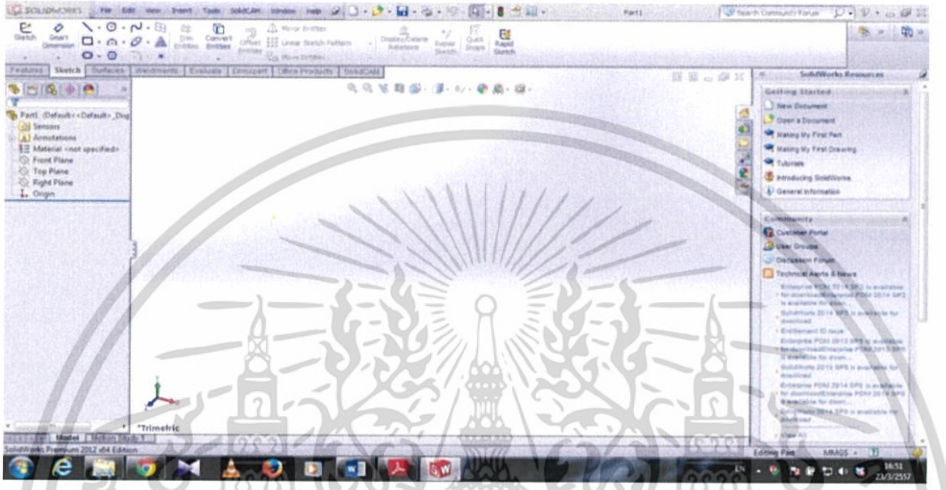
รูปที่ 2.7 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการทำงาน

2.2.4 ส่วนโปรแกรม

มีให้เลือกหลายตัวเช่น SolidWorks Autocad Autodesk หรือ Sketchup ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องจัดซื้อเพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์เหล่านี้มาใช้งานอย่างถูกต้อง บางตัวอาจมีให้ทดลองใช้งานฟรีในระยะเวลาจำกัดแบบฟรีแวร์ (Freeware) ถ้าถามว่าผู้ใช้งานสามารถออกแบบสร้างชิ้นงานสามมิติ โดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ได้หรือไม่คำตอบคือได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ในกลุ่มฟรีแวร์หรือแบบโอเพนซอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

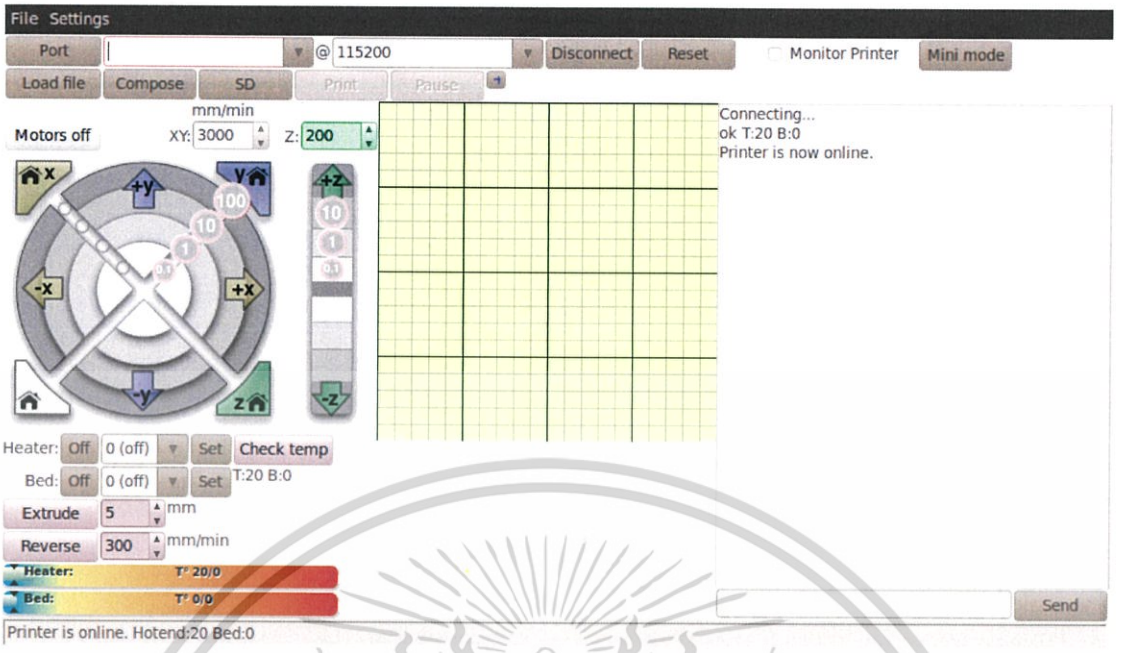
(Open Source) หากแต่ฟังก์ชันการใช้งานอาจมีไม่ครบถ้วน แต่ก็ใช้สร้างชิ้นงานสามมิติได้ในระดับหนึ่ง มีผู้พัฒนาหลากหลายตัวที่สะดวกมากที่สุดตอนนี้คือซอฟต์แวร์วาดชิ้นงานสามมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเก็บข้อมูลไว้ในระบบ Cloud ทำให้เข้าถึงการใช้งานได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต หรือสมาร์ตโฟนและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในที่นี้ขอยกตัวอย่างโปรแกรมคือ SolidWorks โดยในรูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม SolidWorks



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างโปรแกรม SolidWorks

Pronterface เป็นอีกหนึ่งซอฟต์แวร์ที่พัฒนาให้มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง ปรับแต่ง ตั้งค่าได้อย่างอิสระ จึงเหมาะกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบโอเพนซอร์ส เช่น RepRap หรือรุ่นอื่นๆ เพียงตั้งค่าให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์ที่ทำการพัฒนาขึ้นเท่านั้น ตัวซอฟต์แวร์มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนตำแหน่ง แนวการวางชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน ควบคุมตำแหน่งของระบบเคลื่อนที่ในระนาบต่างๆ ของเครื่องพิมพ์ ควบคุมการให้ความร้อนและอุณหภูมิของหัวฉีดร้อนและฐานวางชิ้นงานแบบร้อนผ่าน GUI ของซอฟต์แวร์ได้ และมีกราฟแสดงค่าอุณหภูมิตลอดการทำงาน เชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ผ่านพอร์ต USB หรือนำไฟล์เอาต์พุตคัดลอกลงใน SD การ์ด เพื่อนำไปเสียบที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วพิมพ์ชิ้นงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างโปรแกรม Pronterface

2.2.4.1 STL ไฟล์

ไฟล์ Stereolithography จัดโดยทั่วไปเป็นไฟล์ CAD ที่ใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานการออกแบบ Stereolithography ซึ่งใน Stereolithography เรียกได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นสำหรับกระบวนการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว นำมาใช้สำหรับการผลิตและการพัฒนาขององค์ประกอบดิจิตอล 3D CAD ของโครงการ เนื้อหาของไฟล์ Stereolithography เหล่านี้อาจประกอบด้วยวัตถุดิจิตอลออกแบบ 3D นำไปใช้เป็นองค์ประกอบของโครงการ CAD แบบจำลองหลักสำหรับการสร้างต้นแบบการออกแบบทางเลือกหลายไฟล์ Stereolithography เหล่านี้จะถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับการจัดเก็บไฟล์ CAD ในรูปแบบมาตรฐานแบบบูรณาการที่มีคุณสมบัติที่ช่วยให้ข้อมูลที่จะอ่านและตีความโดยโปรแกรม CAD จำนวนมาก ไฟล์ Stereolithography เหล่านี้จะบูรณาการกับ CAD ข้อกำหนดการรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับรูปแบบไฟล์ .STL และมาตรฐานการเข้ารหัสบางอย่างจะยังดำเนินการในเนื้อหาของไฟล์ Stereolithography เหล่านี้สำหรับการจัดเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ .STL ไฟล์

2.2.4.2 การเขียนไฟล์ชิ้นงานสามมิติ

ไฟล์ชิ้นงานที่ใช้ในการป้อนข้อมูลให้เครื่องพิมพ์สามมิตินั้น ต้องเขียนด้วยโปรแกรมที่ให้ค่าสกุลไฟล์ออกมาเป็น .STL โดยโปรแกรมที่เลือกใช้นั้นคือ โปรแกรม SolidWorks ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เพื่อการออกแบบรูปทรงต่างๆ รวมไปถึงชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ทั้งสองมิติและสามมิติ โดยสามารถเลือกจัดเก็บไฟล์ได้ทั้งในสกุล .STL และ Gcode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 สกุลไฟล์ที่ระบบต้องการ

จากที่หัวข้อที่แล้วได้กล่าวไว้ เมื่อได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการแล้ว จะสามารถจัดเก็บชิ้นงานได้ทั้งในสกุล .STL และ Gcode แต่เนื่องจากไฟล์ Gcode ที่ได้จากการจัดเก็บข้อมูลโดยตรงจาก SolidWorks จะเป็นไฟล์เพื่อการตัดหรือเจาะชิ้นงานเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้ในการขึ้นรูปสร้างชิ้นงานสามมิติได้ จึงต้องใช้โปรแกรม Slic3r ในการแปลง .STL มาเป็น Gcode

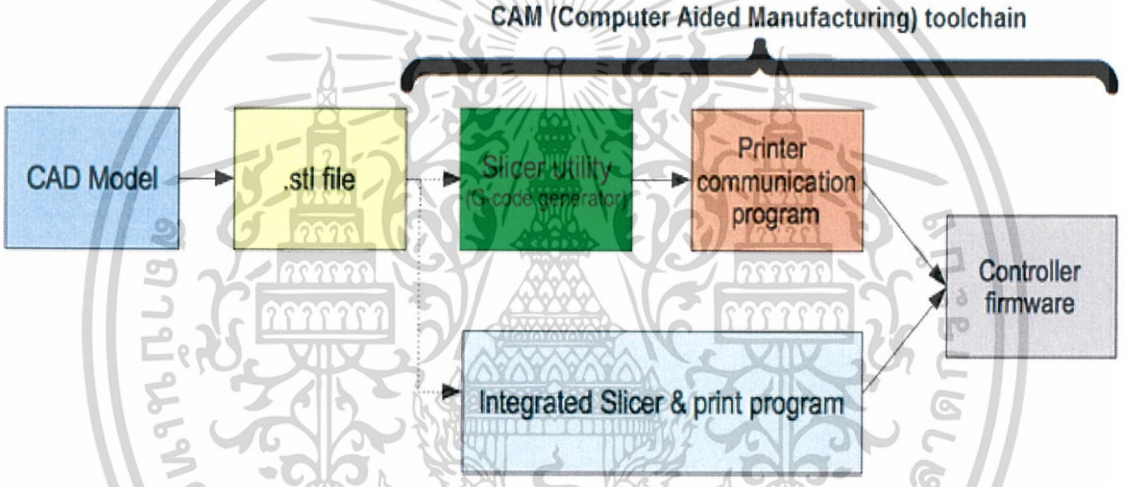
2.2.4.4 การควบคุมเครื่องพิมพ์สามมิติในการสร้างชิ้นงาน

การสร้างชิ้นงานนั้นต้องใช้ Gcode เป็นข้อมูลที่ป้อนให้เครื่องพิมพ์สามมิติในการสร้างชิ้นงานโดยผ่านโปรแกรม Pronterface ซึ่งเป็นโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของเครื่องโดยเมื่อป้อน Gcode เข้าไป Pronterface จะอ่านค่าแล้วเปลี่ยนมาเป็นพิกัดในการเดินทางของหัวฉีดแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบการทำงาน

การสร้างชิ้นงานสามมิติโดยเครื่องพิมพ์สามมิติจะต้องอาศัยการทำงานของหลายโปรแกรม ได้แก่ SolidWorks, Slic3r และ Pronterface ซึ่งทั้งสามโปรแกรมนี้ต้องทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ แต่ละโปรแกรมมีหลักการทำงานและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงต้องเข้าใจหลักการการทำงานของแต่ละโปรแกรม แล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่างๆ อันประกอบด้วย ประเภทการจัดเก็บข้อมูลชิ้นงาน ชนิดของไฟล์ที่ระบบต้องการ การตั้งค่าองค์ประกอบของโปรแกรมและเครื่องพิมพ์สามมิติให้สมดุลกัน



รูปที่ 3.1 ผังขั้นตอนการทำงานโดยรวมของโปรแกรมทั้งหมด

3.1 การจัดเก็บข้อมูลชิ้นงาน

ในโปรแกรม Solidworks สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้ง .STL และ Gcode โดยการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ ระบบต้องการต้องการสกุลไฟล์ Gcode แต่ไฟล์ Gcode ที่ได้จาก SolidWorks นั้นมีเพื่อการตัดหรือเจาะชิ้นงานเท่านั้นไม่สามารถนำมาใช้ขึ้นรูปชิ้นงานสามมิติได้ จึงต้องจัดเก็บเป็นไฟล์ .STL

3.2 ชนิดสกุลไฟล์ที่ระบบต้องการ

สกุลไฟล์ที่ระบบต้องการนั้นคือ Gcode เพื่อการขึ้นรูปชิ้นงานสามมิติ จึงต้องใช้โปรแกรม Slic3r โดยการนำข้อมูล .STL ที่ได้จาก SolidWorks เข้ามาทำการแปลงไฟล์เป็น Gcode เพื่อส่งต่อไปยังโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตั้งค่าองค์ประกอบของโปรแกรมและเครื่องพิมพ์สามมิติให้สมดุลกัน

การควบคุมการสร้างชิ้นงานต้องใช้ Gcode เพื่อเป็นข้อมูลในการระบุพิกัดการเดินทางของหัวฉีดในแต่ละจุด โดยการนำข้อมูล Gcode ที่ได้จากโปรแกรม Slic3r มา และเพื่อความสมบูรณ์ในการสร้างชิ้นงานจำเป็นต้องตั้งค่าองค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมให้เข้ากับเครื่องพิมพ์สามมิติ ทั้งความเร็วในการเคลื่อนที่แต่ละแกน อุณหภูมิของหัวฉีด ณ จุดเริ่มต้นการฉีดและคงอุณหภูมิไว้ตลอดการสร้างชิ้นงาน โดยการตั้งค่าโปรแกรมในการสั่งสร้างชิ้นงานมีการตั้งค่าเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการสร้างชิ้นงานเห็นได้จากในหน้าต่าง โดยเราสามารถจัดแบ่งโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ได้เป็น 2 ประเภทคือ

3.3.1 แบบเชิงพาณิชย์

มีให้เลือกหลายตัว เช่น SolidWorks Autocad Autodesk หรือ Sketchup ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องจัดซื้อเพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์เหล่านี้มาใช้งานอย่างถูกต้อง บางตัวอาจมีให้ทดลองใช้งานฟรีในระยะเวลาจำกัด

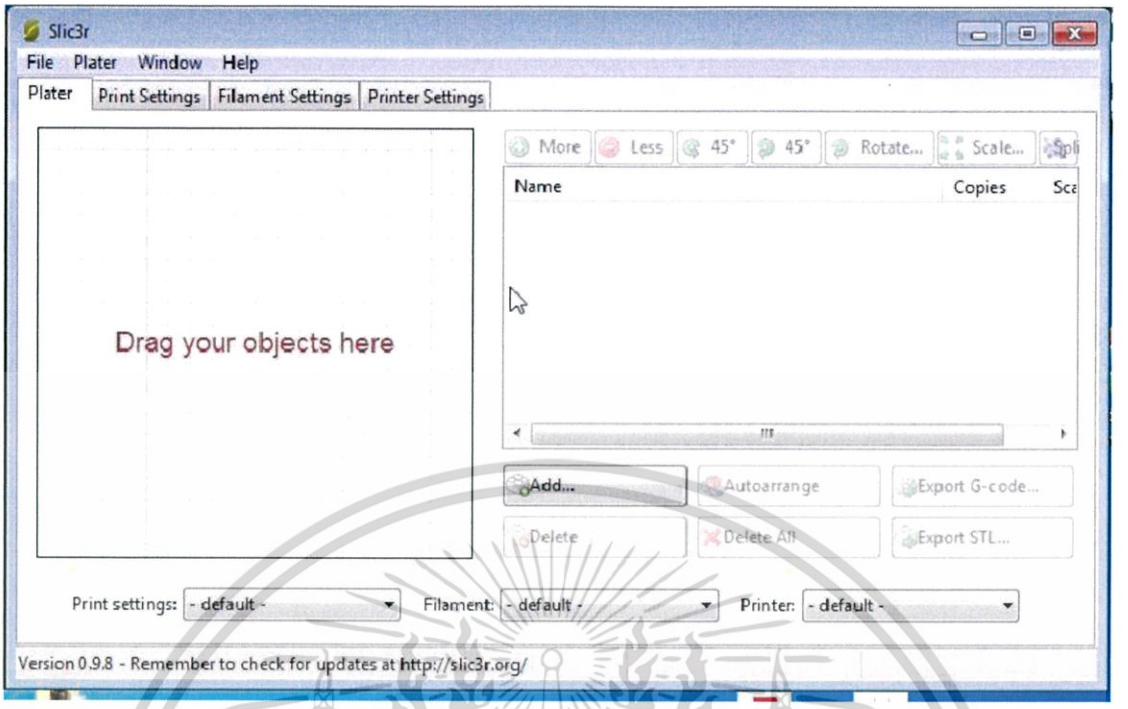
3.3.2 แบบฟรีแวร์

ถ้าถามว่าผู้ใช้งานสามารถออกแบบสร้างชิ้นงาน 3 มิติ โดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ได้หรือไม่ คำตอบคือ ได้ โดยใช้ซอฟต์แวร์ในกลุ่มฟรีแวร์ หรือแบบโอเพนซอร์ส หากแต่ฟังก์ชันการใช้งานอาจมีไม่ครบถ้วน แต่ก็ใช้สร้างชิ้นงาน3 มิติได้ในระดับหนึ่ง มีผู้พัฒนาหลากหลาย ตัวที่สะดวกมากที่สุดตอนนี้คือ ซอฟต์แวร์วาดชิ้นงาน 3 มิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เก็บข้อมูลไว้ในระบบ Cloud ทำให้เข้าถึงการใช้งานได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ตโฟน และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในที่นี้ขอยกตัวอย่าง 2 โปรแกรมคือ

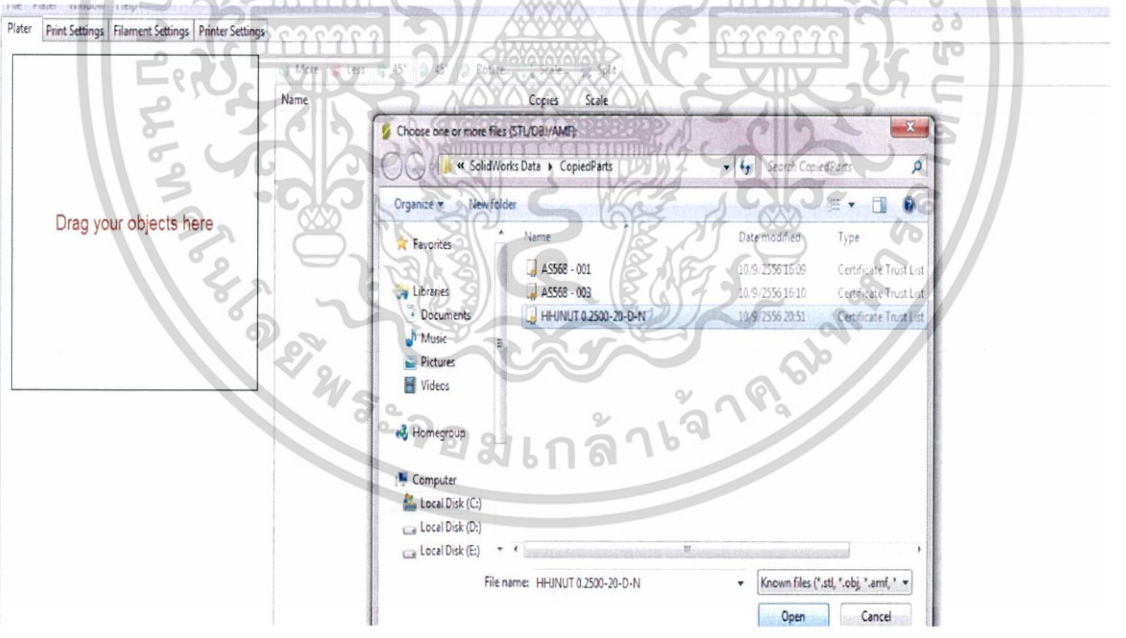
3.3.2.1 โปรแกรม Slic3r

เป็นโปรแกรมที่ใช้แปลงค่าไฟล์งานให้เป็นไฟล์ Gcode เพื่อนำไปใช้ในการแปลงค่าให้แก่ตัวหัวฉีด เพื่อที่จะทำการฉีดตัวงานออกมา เป็นฟรีแวร์ที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ โดยเราสามารถเลือกไฟล์งานซึ่งเป็นสกุลไฟล์ .STL ที่ได้จัดเก็บไว้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.3 และทำการแปลงไฟล์งานเป็น Gcode โดยเลือกคำสั่ง Export Gcode และทำการ Save

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

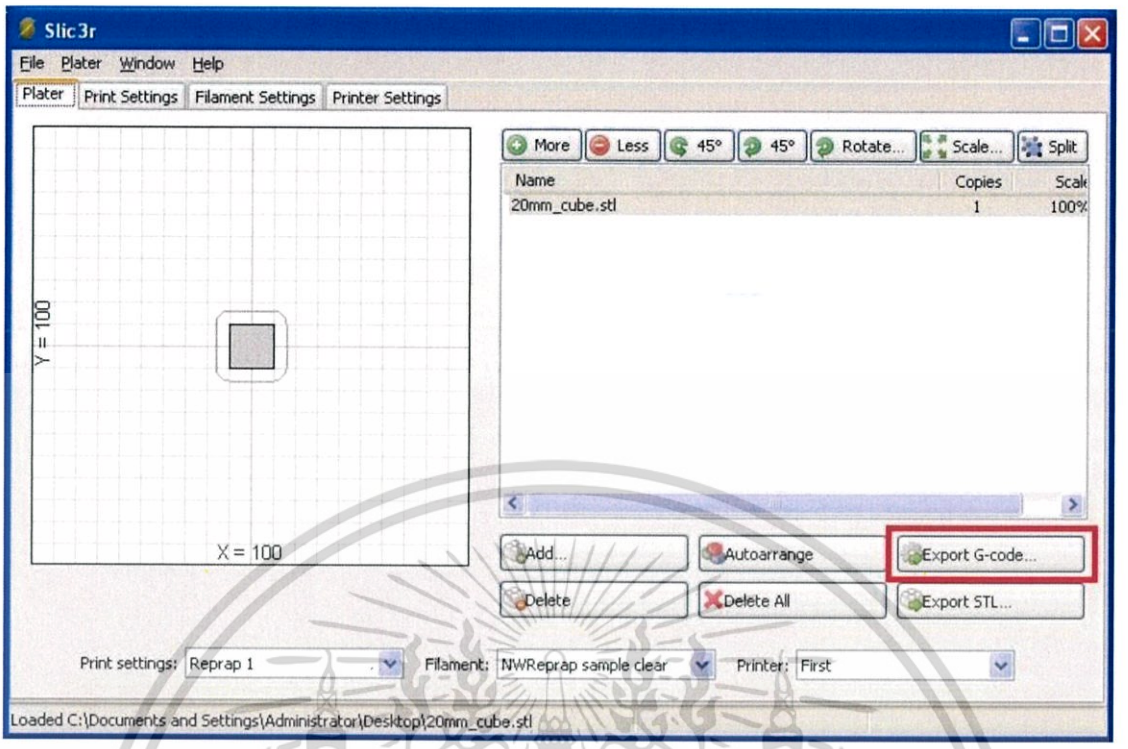


รูปที่ 3.2 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Slic3r



รูปที่ 3.3 ไฟล์ที่ Save ไว้เป็น .STL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

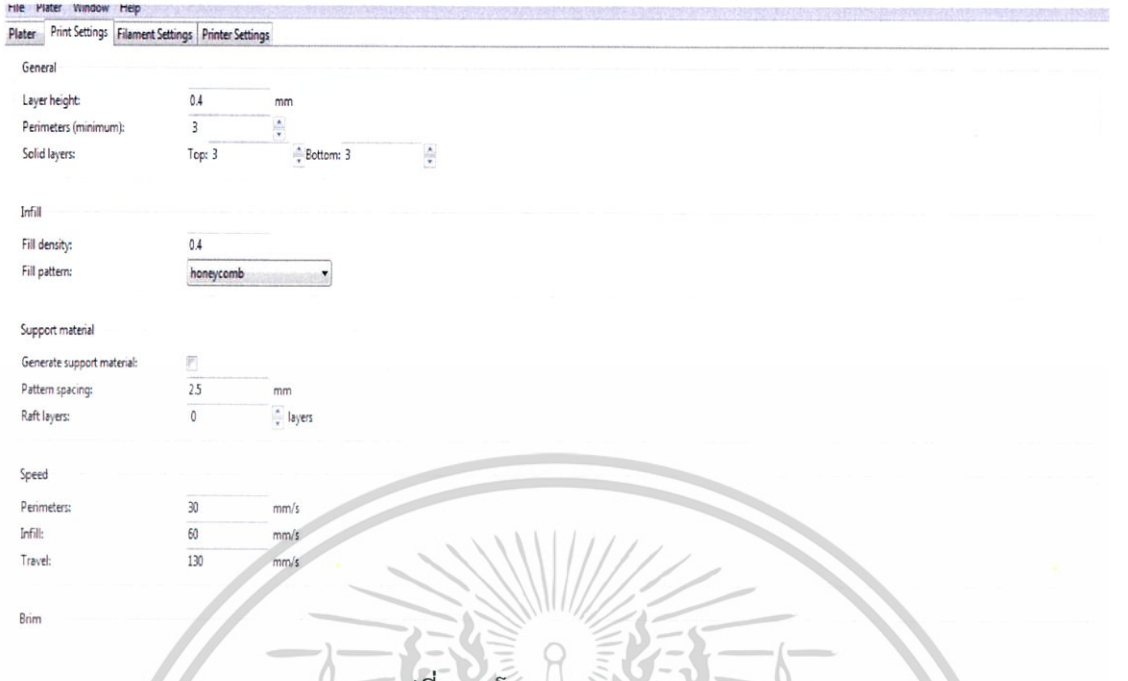


รูปที่ 3.4 การแปลงไฟล์เป็น Gcode

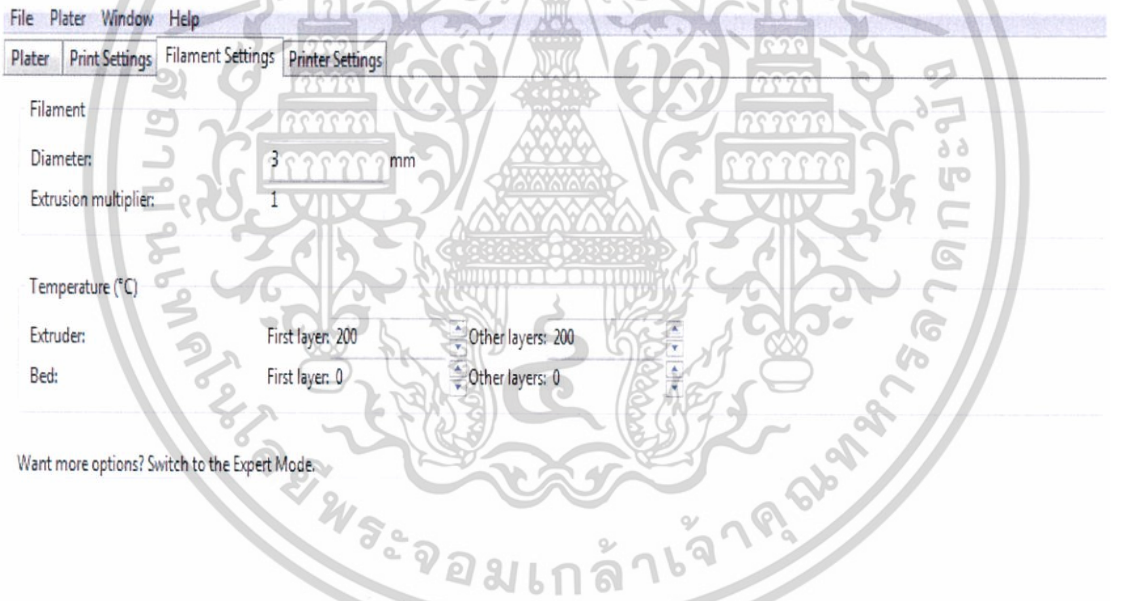
ในการปรับค่าต่างๆ เราสามารถเข้าปรับค่า และทำการตั้งค่าในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้สอดคล้องกับตัวชิ้นงานเอง โดยทำการปรับค่าในสามโหมดการทำงานได้แก่

1. Print Setting เพื่อทำการปรับค่าในการ Print ในแต่ละครั้ง
2. Filament Setting เพื่อปรับค่า Filament และค่า Temperature
3. Printer Setting เพื่อปรับค่าตัวเครื่องและลักษณะการ Print และปรับค่าตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

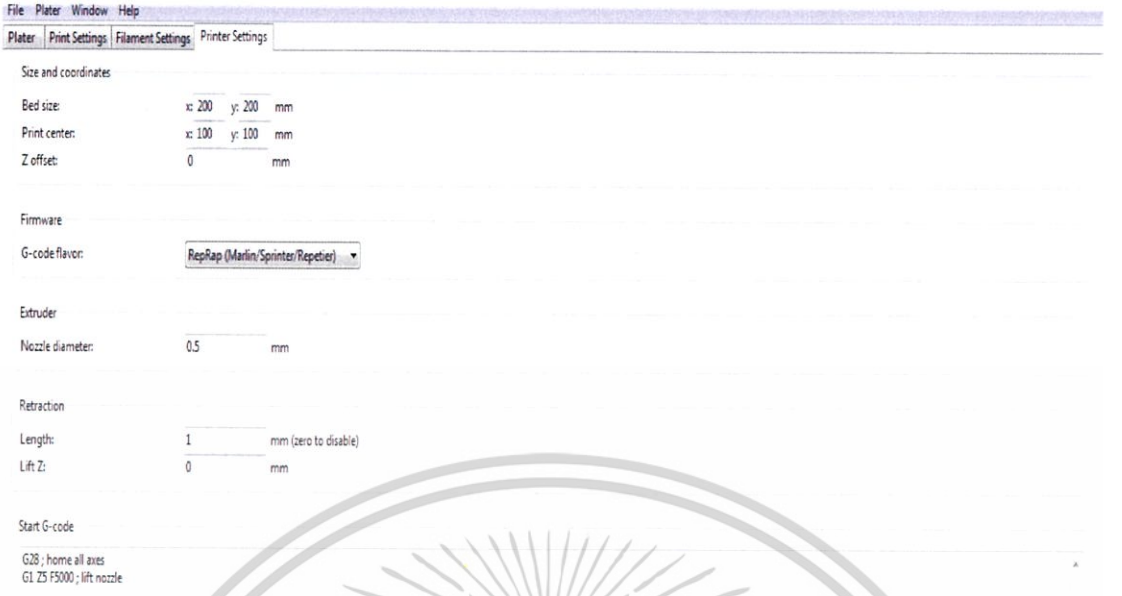


รูปที่ 3.5 โหมด Print Setting



รูปที่ 3.6 โหมด Filament Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

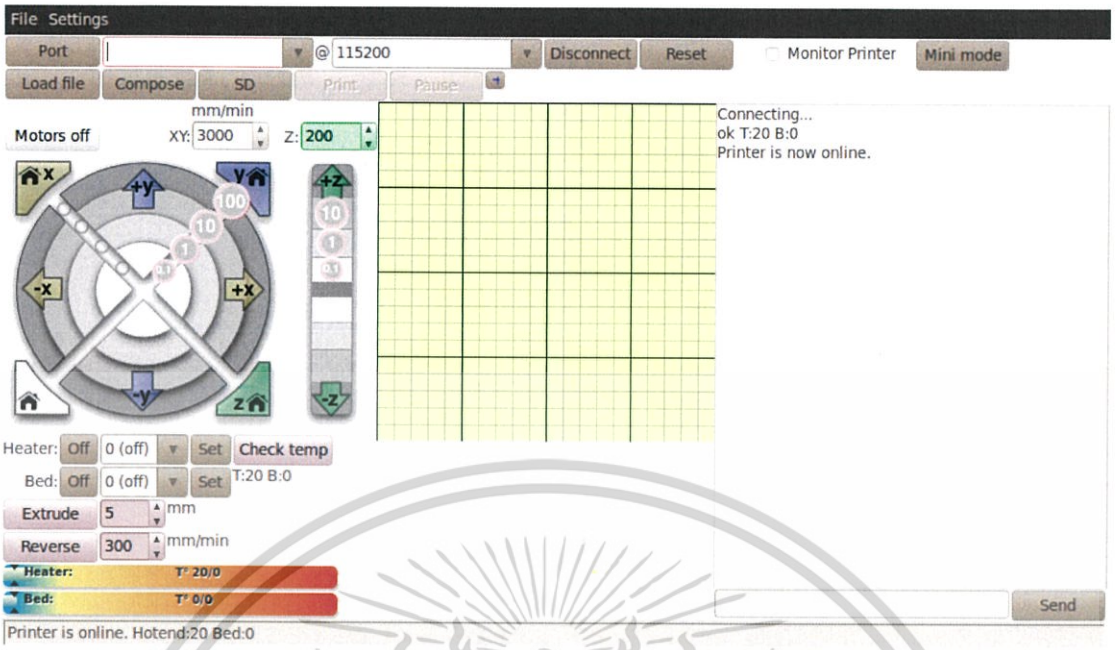


รูปที่ 3.7 โหมด Printer Setting

3.3.2.2 โปรแกรม Pronterface

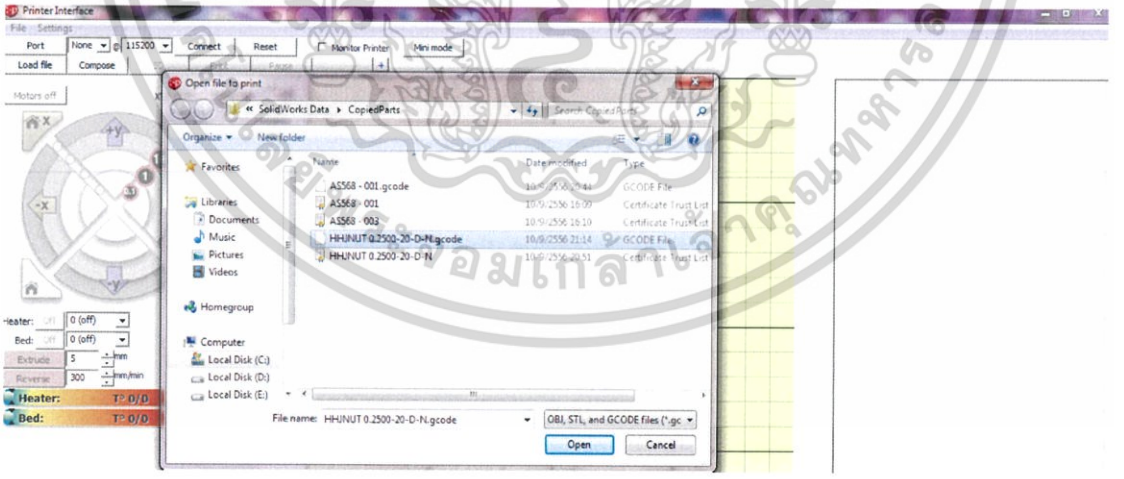
เป็นอีกหนึ่งซอฟต์แวร์ที่พัฒนาให้มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง ปรับแต่ง ตั้งค่าได้อย่างอิสระ จึงเหมาะกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบโอเพนซอร์ส เช่น RepRap หรือรุ่นอื่นๆ เพียงตั้งค่าให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์ที่ทำการพัฒนาขึ้นเท่านั้น ตัวซอฟต์แวร์มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนตำแหน่ง แนวการวางชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน ควบคุมตำแหน่งของระบบเคลื่อนที่ในระนาบต่างๆ ของเครื่องพิมพ์ ควบคุมการให้ความร้อนรวมถึงการคงอุณหภูมิของหัวฉีดร้อนและฐานวางชิ้นงานแบบร้อนผ่าน Graphical User Interface ของซอฟต์แวร์ได้ และมีกราฟแสดงค่าอุณหภูมิตลอดการทำงาน เชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ผ่านพอร์ต USB หรือนำไฟล์เอาต์พุตคัดลอกลงใน SD การ์ด เพื่อนำไปเสียบที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วพิมพ์ชิ้นงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



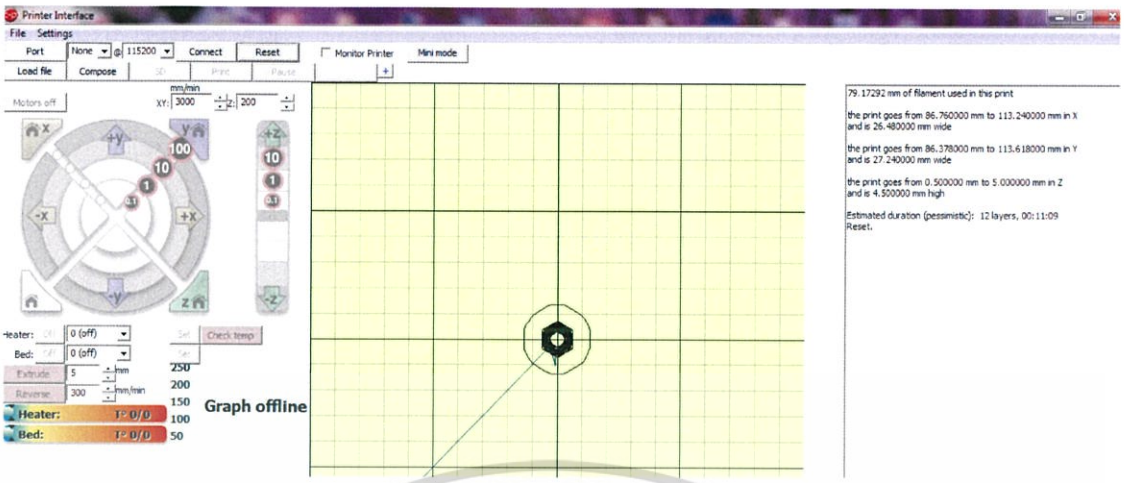
รูปที่ 3.8 โปรแกรม Pronterface

เราสามารถสั่งการทำงานโดยเปิดโปรแกรม Pronterface เพื่อนำ Gcode มาสร้างตำแหน่งชิ้นงานเลิกไฟล์ Gcode ที่สร้างไว้ โดยคลิ๊กที่ File->Open -> เลือกไฟล์ Gcode เมื่อเลือกเสร็จให้กด Print เพื่อทำการ Print งานสามารถเลือกดูค่าต่างๆ ได้ที่ Setting->Option สามารถเลือกปรับค่าและตั้งค่าในการ Print ได้ โดยคลิก Setting->Slicing Setting

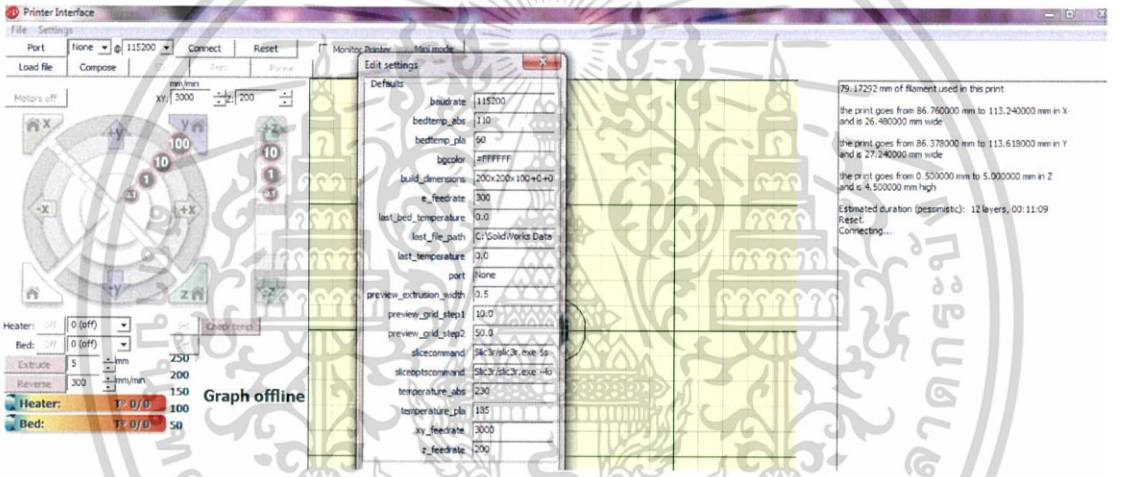


รูปที่ 3.9 ตัวอย่างไฟล์ Gcode ที่สร้างไว้

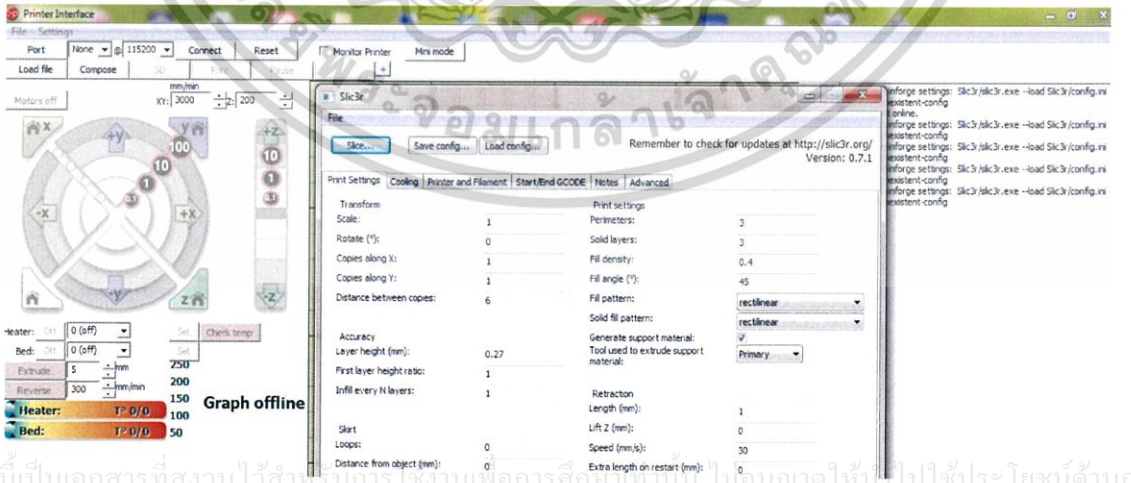
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างไฟล์ Gcode ที่แสดงออกมา



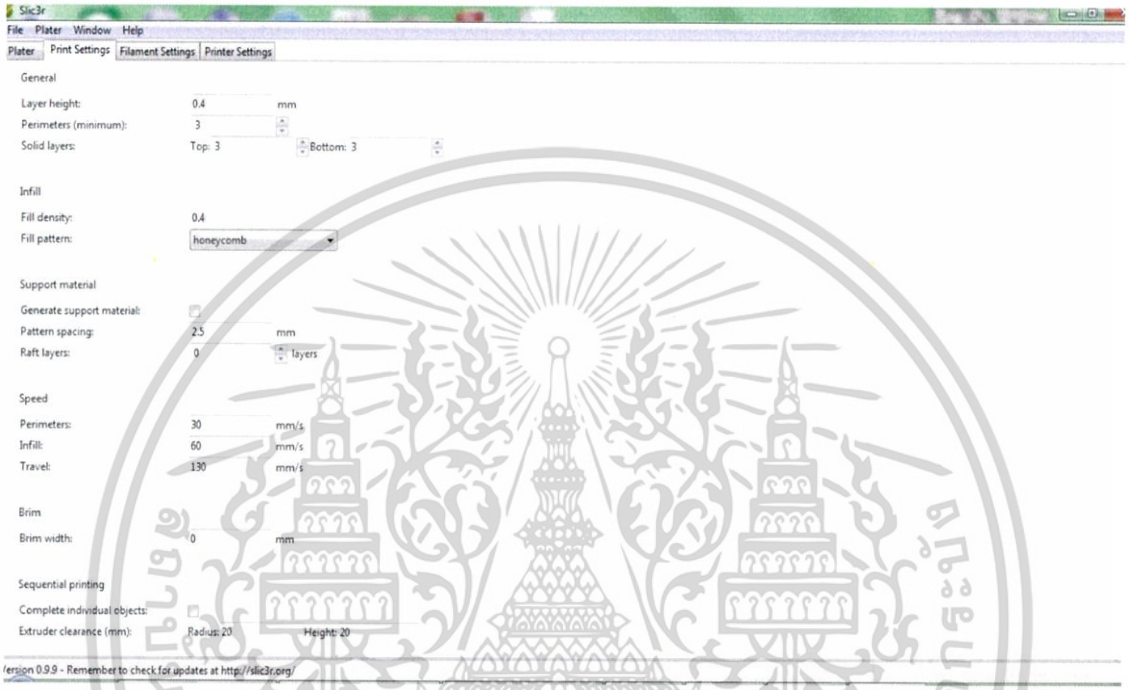
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการปรับค่าก่อนการพิมพ์รูปชิ้นงานในแต่ละครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 หน้าต่างการปรับค่าหัวฉีดในโหมด Print Setting

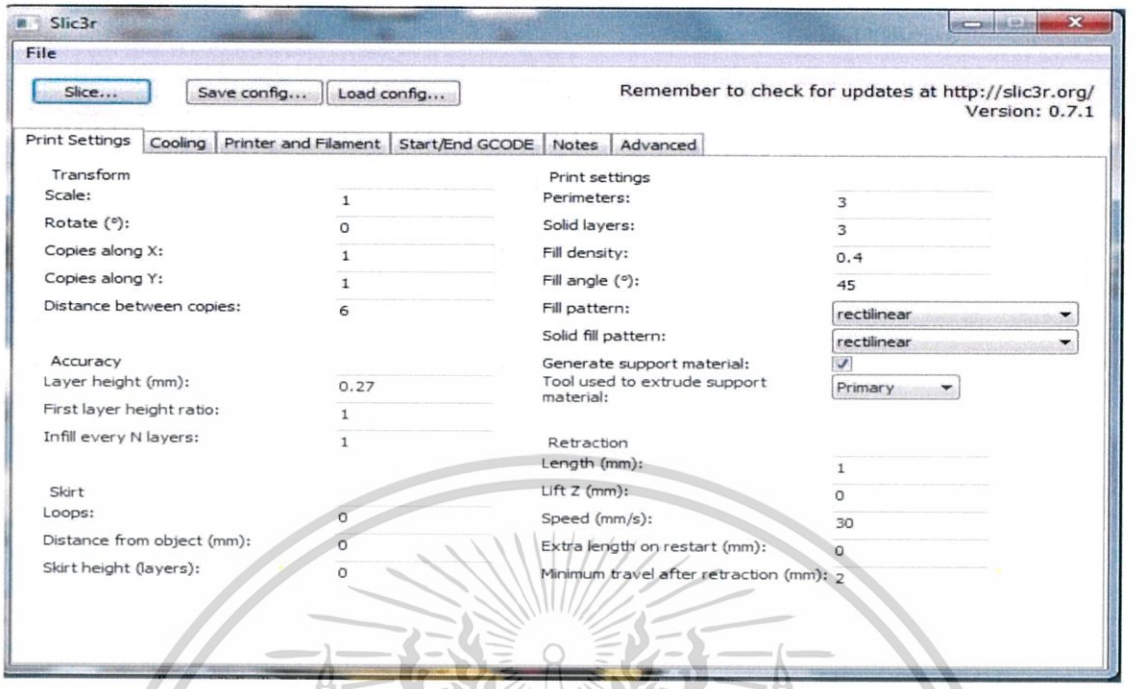
ข้อสังเกตจากการทดลองทำให้เกิดข้อสังเกตได้ว่า ในขั้นตอนการสร้างไฟล์ Gcode และขั้นตอนการสั่งเครื่องให้สร้างชิ้นงานมีการตั้งค่าในแบบที่คล้ายกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการสั่งสร้างชิ้นงาน โดยเห็นได้จากหน้าต่างของโปรแกรม Pronterface และ Slic3r ที่เหมือนกันดังรูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 หน้าต่างโปรแกรม Slic3r ในโหมด Print Setting

รูปที่ 3.13 หน้าต่างการตั้งค่าของโปรแกรม Slic3r มีการตั้งค่าทั้ง Print Setting Filament Setting และ Printer Setting ซึ่งเหมือนกับใน Pronterface ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 หน้าต่างโปรแกรม Pronterface ในโหมด Print Setting

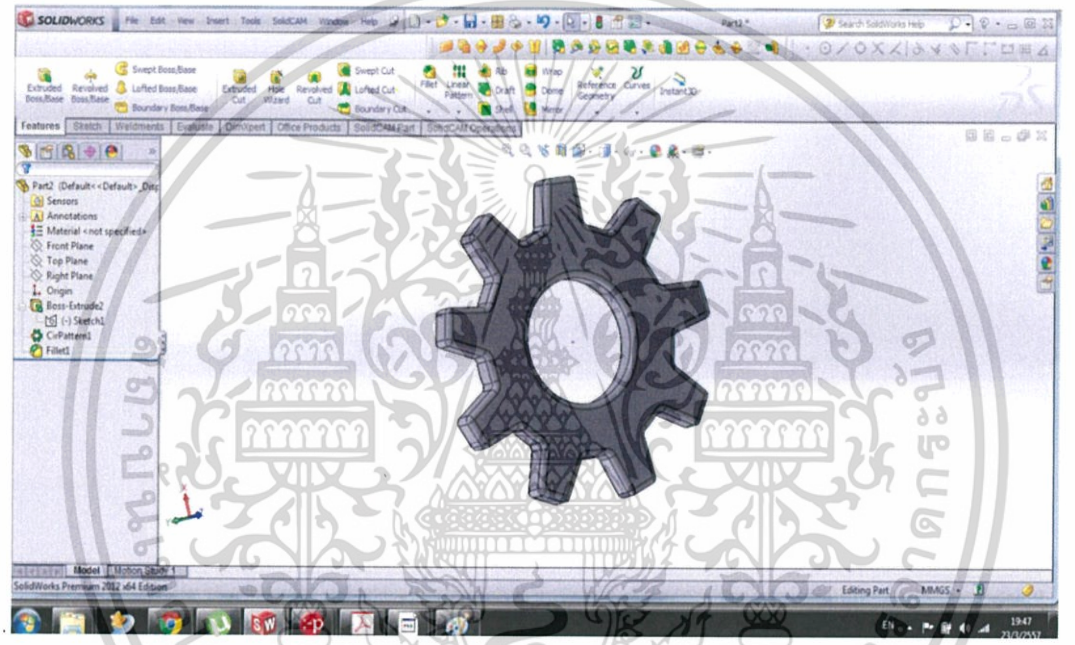
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองใช้โปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม คือ SolidWorks, Slic3r และ Proterface รวมถึงผลการทดลองจากการสร้างไฟล์ต้นแบบออกมาเป็นชิ้นงานต้นแบบ

4.1 การทดลองใช้โปรแกรม

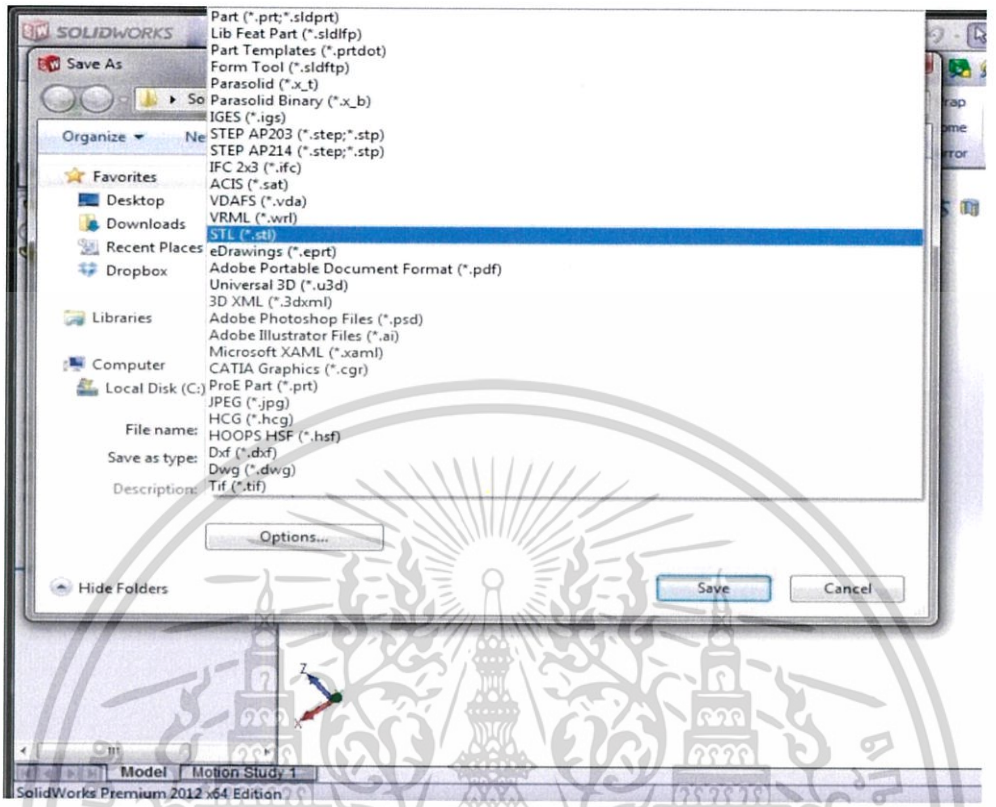
1. สร้างไฟล์ต้นแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบ



รูปที่ 4.1 ไฟล์ต้นแบบที่สร้างโดยโปรแกรม SolidWorks

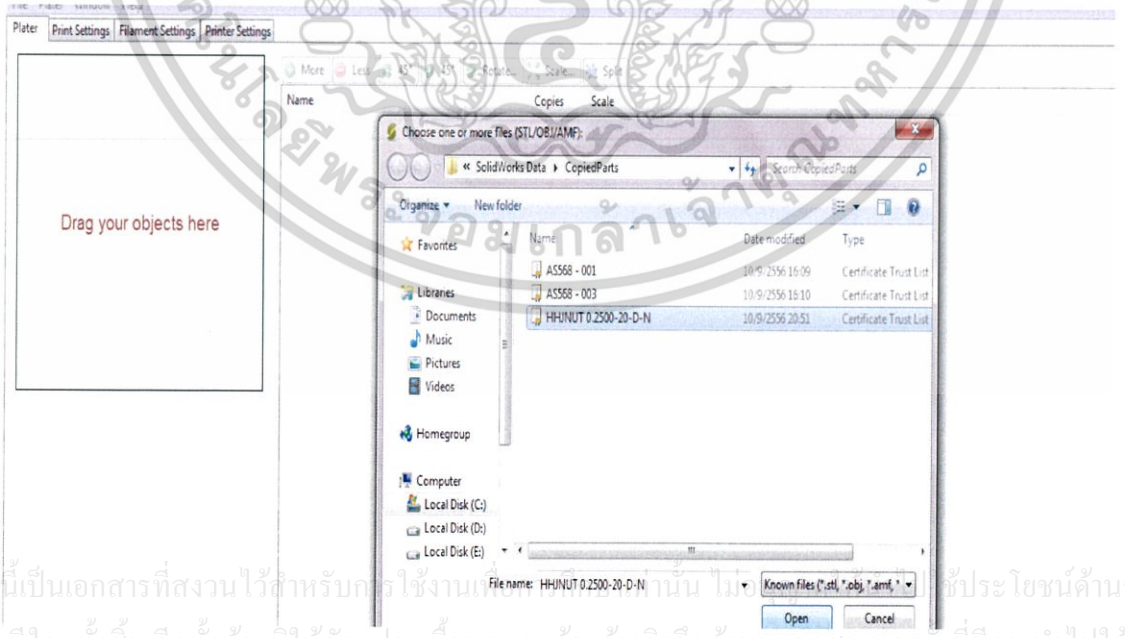
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการ Save ไฟล์ต้นแบบเป็นไฟล์ .STL ในโปรแกรม SolidWorks



รูปที่ 4.2 การ Save ไฟล์ต้นแบบเป็น .STL

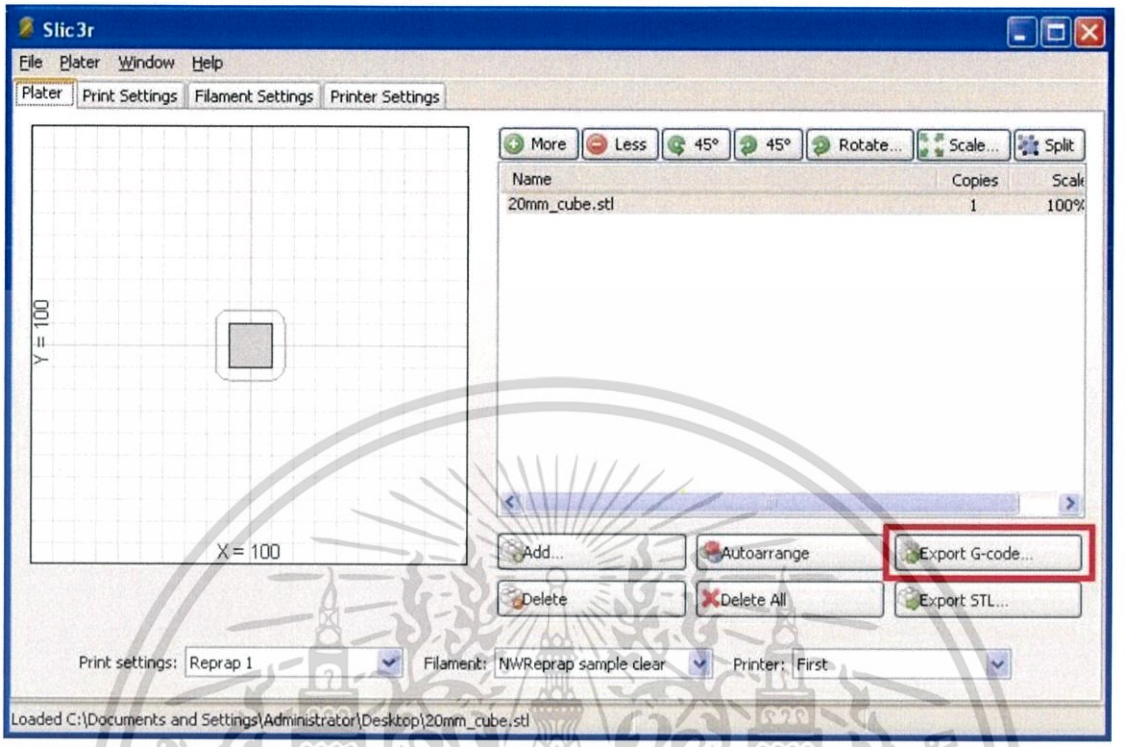
3. เปิดไฟล์ .STL ที่ได้จากการจัดเก็บไว้แล้วด้วยโปรแกรม Slic3r



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

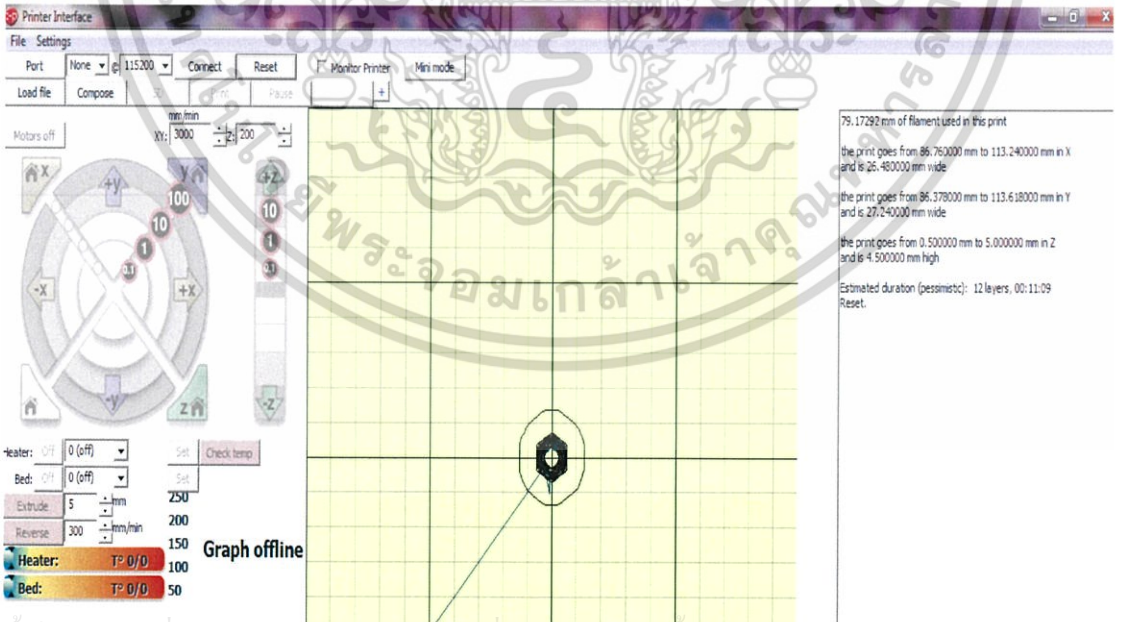
รูปที่ 4.3 หน้าต่างโปรแกรม Slic3r

4. ทำการแปลงไฟล์ .STL เป็นไฟล์ Gcode ในโปรแกรม Slic3r



รูปที่ 4.4 การแปลงไฟล์ .STL เป็น Gcode

5. เปิดไฟล์ Gcode ที่ได้ทำการแปลงเรียบร้อยด้วยโปรแกม Pronterface



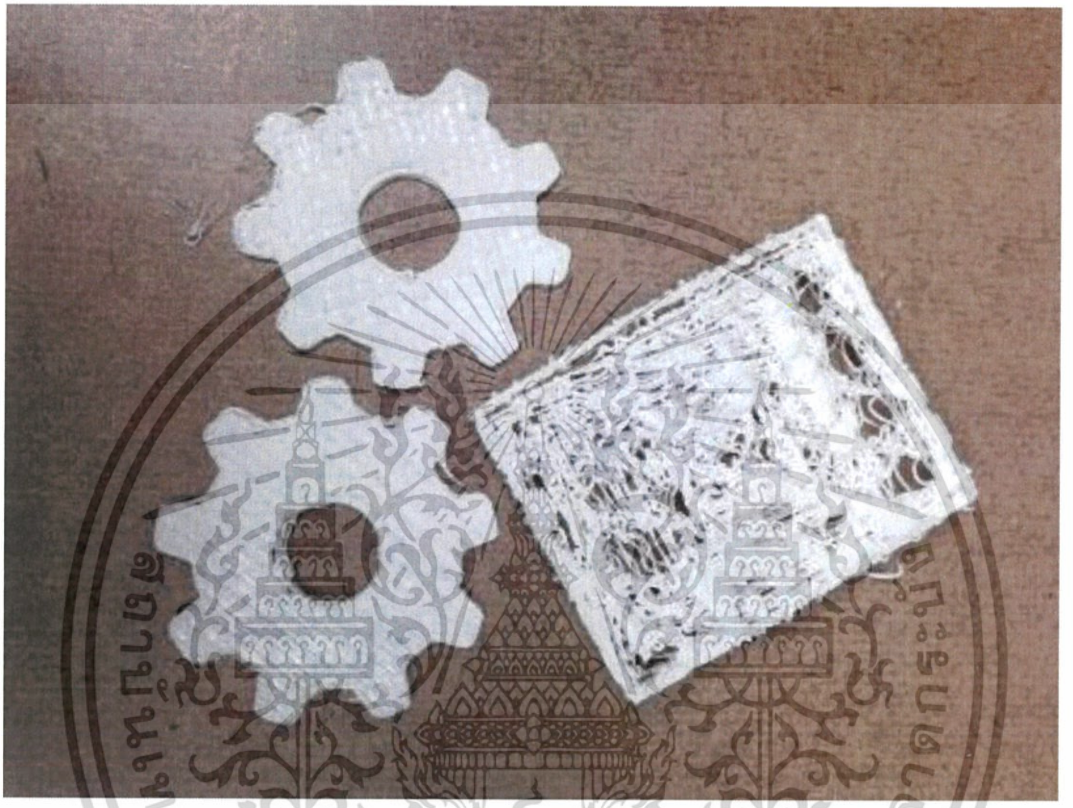
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 หน้าต่างโปรแกรม Pronterface ที่เรียกไฟล์ Gcode ขึ้นมา

4.2 ชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูป

4.4.1 ชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์

เมื่อทำการตั้งค่าที่ไม่สอดคล้องกันไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของหัวฉีดหรือการป้อนพลาสติกเข้าที่หัวฉีด จะทำให้ชิ้นงานที่ได้เกิดความเสียหายขึ้นได้



รูปที่ 4.6 ชิ้นงานที่เกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ชิ้นงานที่สมบูรณ์

เมื่อทำการปรับค่าจนได้การตั้งค่าที่เหมาะสม ชิ้นงานที่ได้จะมีความสมบูรณ์

รูปที่ 4.7 ชิ้นงานที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าเครื่องพิมพ์สามมิติจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม คือ โปรแกรม SolidWorks, Slic3r และ Pronterface ซึ่งจากการทดลองใช้โปรแกรมสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 โปรแกรม SolidWorks

โปรแกรม SolidWorks เป็นโปรแกรมออกแบบ 3 มิติที่ใช้งานง่ายที่สุด SolidWorks มีความสามารถครอบคลุมการเขียนแบบทุกอย่าง มีโปรแกรมเสริมเพิ่มเติมความสามารถที่หลากหลาย สามารถออกแบบชิ้นงานที่เราต้องการ เพื่อนำไปใช้กับเครื่องพิมพ์สามมิติ

5.1.2 โปรแกรม Slic3r

โปรแกรม Slic3r เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแปลงไฟล์ 3 มิติให้เป็น Gcode เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรม Pronterface ในการสั่งให้เครื่องพิมพ์สามมิติสั่งทำงานตามที่เราต้องการ

5.1.3 โปรแกรม Pronterface

โปรแกรม Pronterface เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่โหลดไฟล์ Gcode จากโปรแกรม Slic3r ที่ได้ทำการแปลงเอาไว้มาทำการติดต่อกับบอร์ดของเครื่องพิมพ์สามมิติ และเป็นโปรแกรมที่คอยตั้งค่าต่างๆ ให้กับการทำงานของเครื่อง ควบคุมการเคลื่อนที่ ควบคุมอุณหภูมิ ตามที่เราต้องการให้เหมาะสมกับวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องพิมพ์สามมิติ

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ในการออกแบบชิ้นงานผู้จัดทำไม่มีความชำนาญในตัวของโปรแกรม SolidWorks จึงเกิดความล่าช้าและไม่ได้ประสิทธิภาพ

2. การตั้งค่าโปรแกรม Pronterface เกิดปัญหาบางประการ เนื่องจากเครื่องพิมพ์สามมิติไม่สามารถรับค่าที่ได้จากการตั้งค่าได้ จึงทำให้เครื่องไม่ทำงาน ไม่สามารถพิมพ์ชิ้นงานได้

5.3 ข้อเสนอและแนวทางแก้ไข

1. ควรศึกษาโปรแกรมให้มีความชำนาญ เพื่อสามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การตั้งค่าควรตั้งค่าให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์สามมิติ หรือทดลองหาค่าที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "**แนะนำการเริ่มต้นการใช้งานง่ายๆของโปรแกรม SolidWorks สำหรับมือใหม่**" [Online].เข้าถึงได้จาก http://drawing99.blogspot.com/2013/03/SolidWorks.html

[2] "**คู่มือการใช้งานโปรแกรม Slic3r.**" [Online].เข้าถึงได้จาก http://siamreprap.com/index.php/download/category/1softwaremanual?download=2:Slic3r - manual -download

[3] "**การเริ่มต้นใช้งานของโปรแกรม Pronterface.**"[Online].เข้าถึงได้จาก http://www.plasticscribbler.com/tutorial/getting-started/item/21getting-started-with-Pronterface#.Uy Lc5Pl_t9M

[4] ปริญญา พงษ์สิน, ทรงคุณ ศรีเจริญ และวรวุฒิ วงศ์สินธน. (2008).**เทคโนโลยีการสร้างต้นแบบรวดเร็ว.** Defence Technology Institute (Public Organisation).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

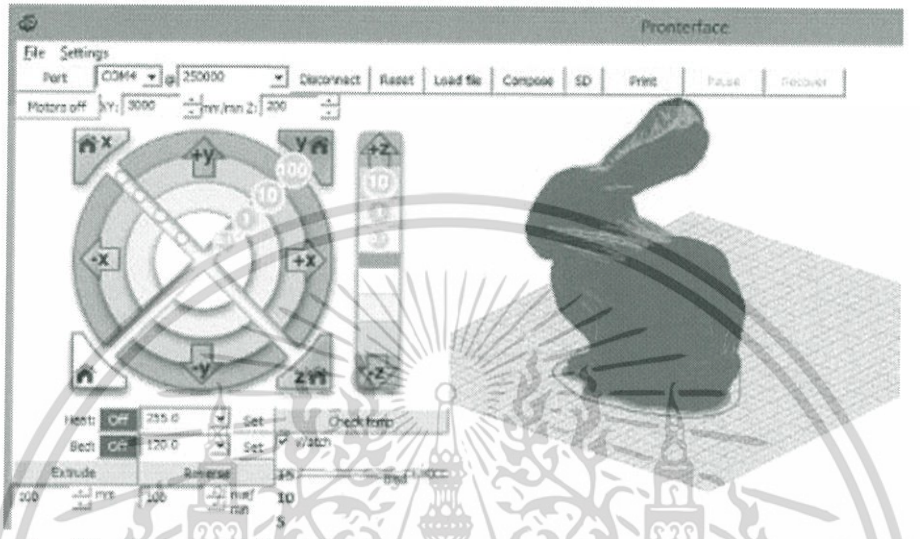
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือของโปรแกรมต่างๆ

ก.1 โปรแกรม Pronterface



Learn the basics of Pronterface with this tutorial.

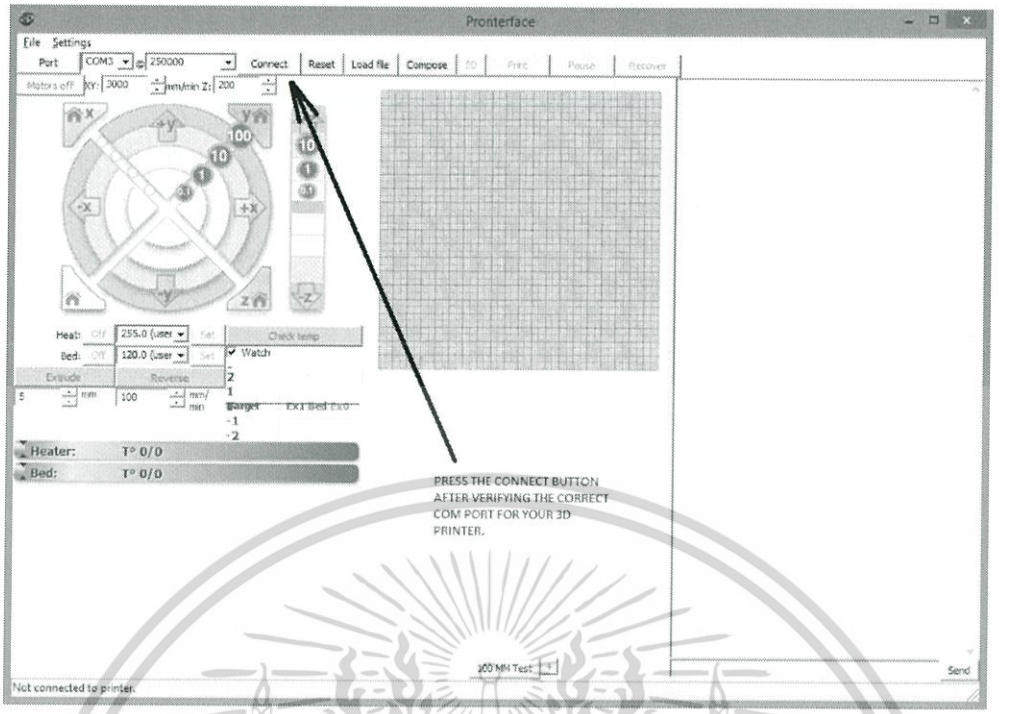
Pronterface is a graphical interface for the host software supplied with your printer. It is part of a set of software from Printrun– a group of Gcodeutility applications. It is with Pronterface that you can control your 3D printer. This guide assumes you already have all the required software installed. If you do not already have the required software installed, please visit our guide on how to install it.

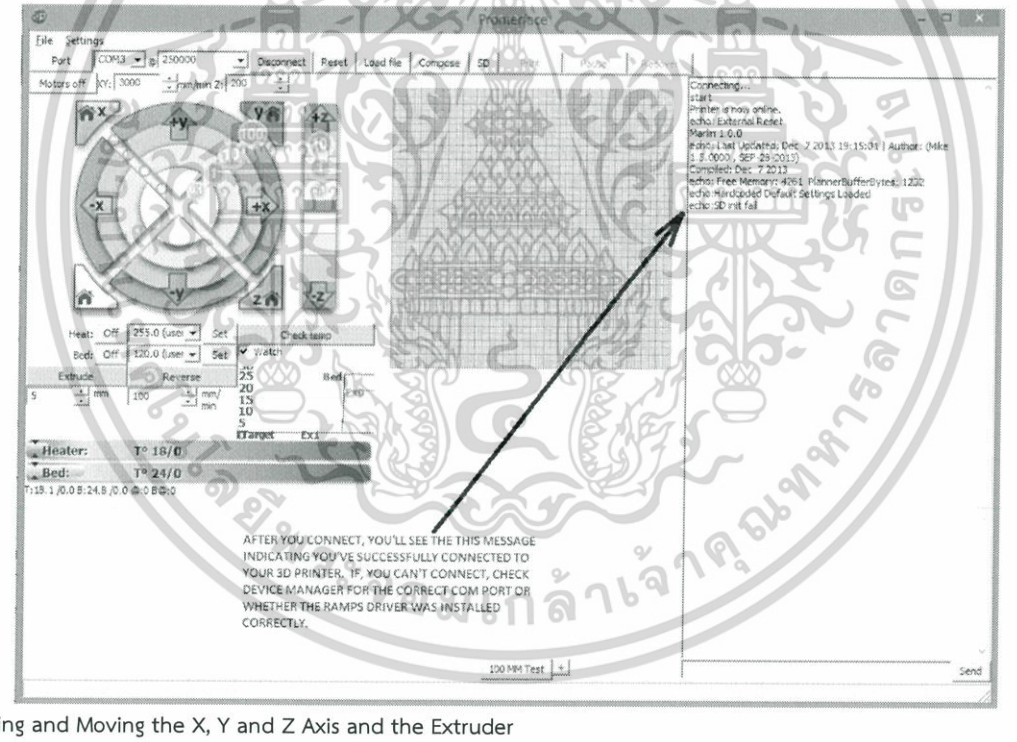
Connecting to your printer

Start by connecting your 3D printer to you computer via a USB cable. Connect the provided power supply to the 3D printer and plug the power supply into a power outlet. Next open Pronterface by navigating to the directory you have installed Pronterface in (i.e. C:\Pronterface) and double click on the Pronterface.exe icon. After Pronterface loads select the com port your 3D printer is connected to and then set the baud rate to 250000. Next click on the connect button. You will see a message in the right column of Pronterface indicating that

The printer has successfully connected

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





Homing and Moving the X, Y and Z Axis and the Extruder

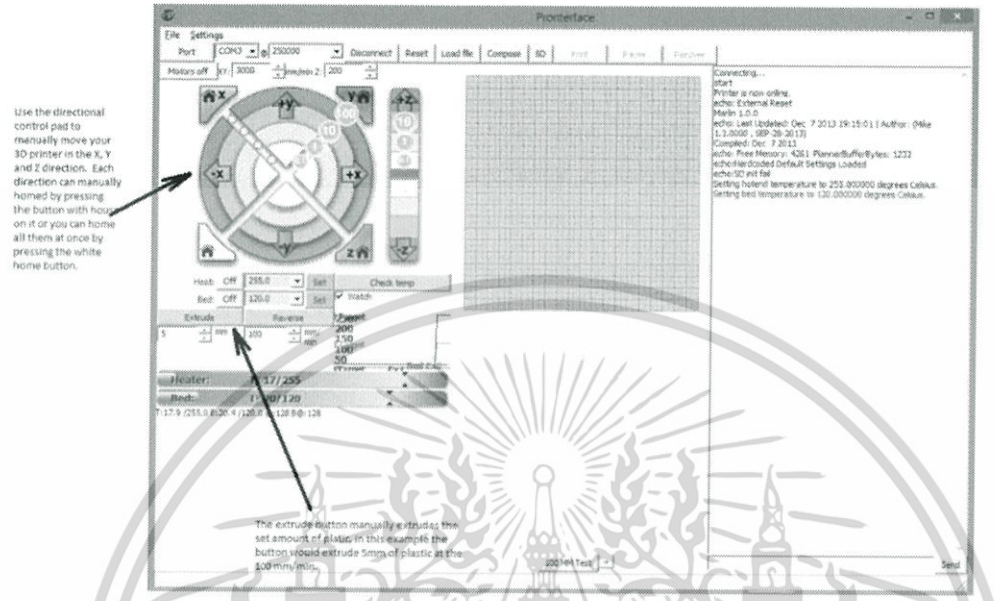
Once connected you can use Pronterface to manually control the X, Y, and Z axis plus the extruder. Before manually moving an axis, you may want to home the axis before hand to prevent the axis from over shooting its boundary. After the axis is homed it will not be able to travel past its maximum set limit of 204mm. To home an axis (moving the axis to its zero start position), press the X-home, Y-home, or Z-home icon to home the X, Y, or Z axis respectively. When a print is started (if you use the provided software and the predefined parameters to slice the model) the printer will automatically home each axis so it is not necessary to home the axis' before printing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น สงวนลิขสิทธิ์โดยสถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

After homing you may move any axis, X, Y, or Z by pressing the X+, X-, Y+, Y-, or Z+, Z- directional icons. The X and Y directions have 4 distances to choose from to move at a time—.1mm, 1mm, 10mm, or 100mm in either the plus or negative direction. The Z axis directions has 3 distances to choose from–.1mm, 1mm, and 10mm. When an axis is at its home position it is at zero. You can move each axis of your Asterid printer 204mm from the home position. Starting from zero press the icon in the positive direction. To move towards the home position move in the negative direction. You can also change the rate at which the X, Y and Z axis move by

entering a value in the XY mm/min dialog box and the Z mm/min dialog box, however, we recommend using the default values of 2000 mm/min for the X and Y axis and 200 for the Z axis.

You can also manually control the extruder motor using Pronterface, but be sure that heater is turned on before doing so, see the instructions below for more information. The distance and speed of the manual control is set right below the extrude button. The default values are 5mm at 100mm/min.

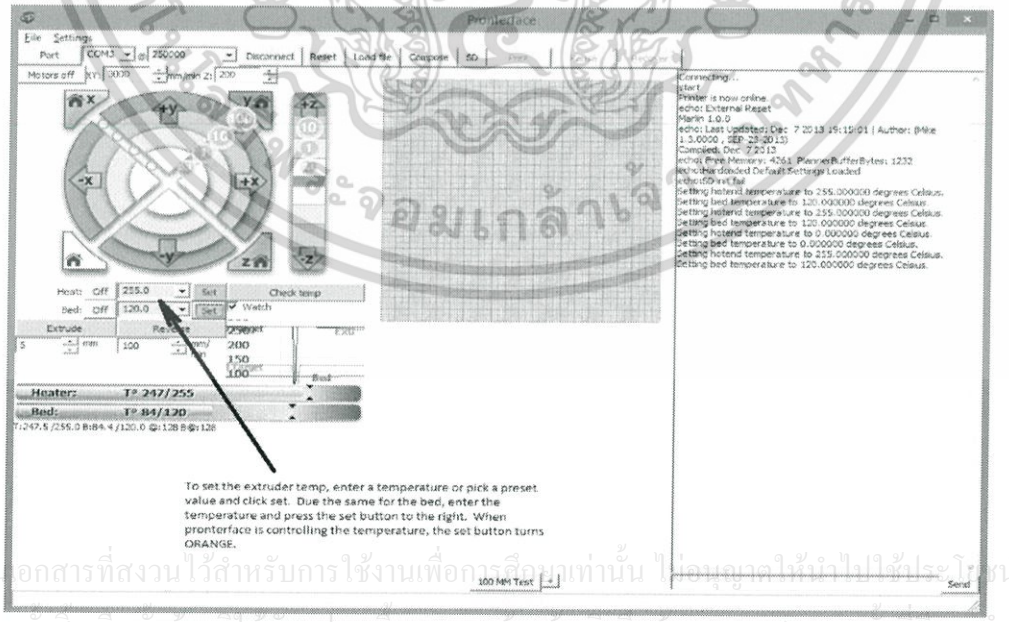


Nozzle and Heated bed settings

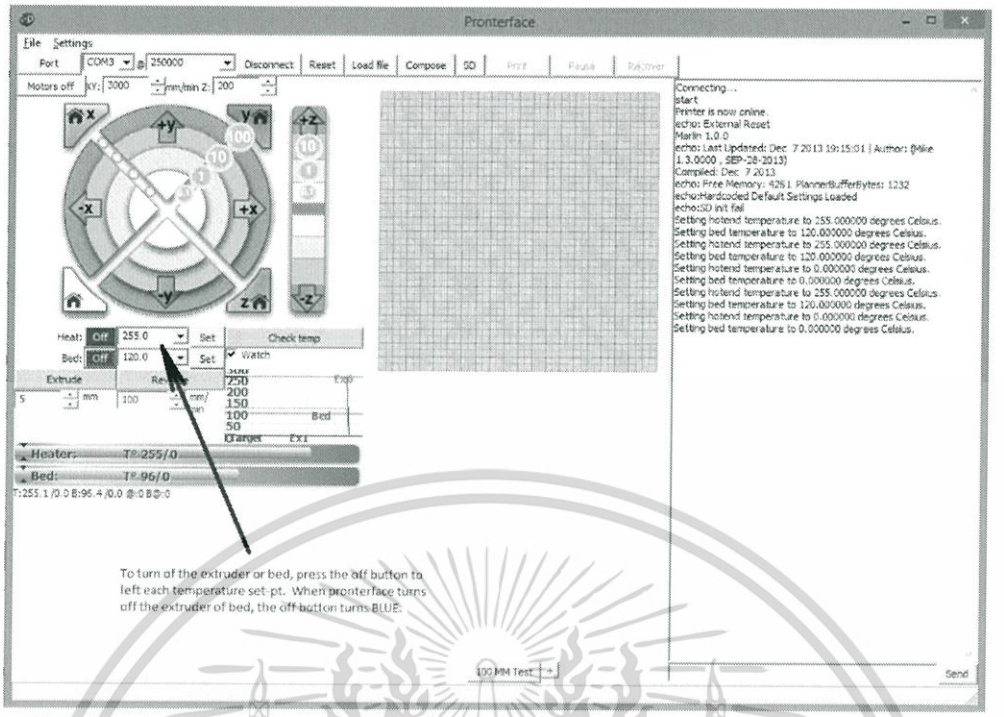
Underneath the directional controls for moving an axis are the nozzle heater and heated bed controls.

To set the temperature of the nozzle use the pull down menu following Heater:, to select a predefined temperature or enter a temperature manually and press set. To turn the nozzle heater off, press the Off button next to Heater:.

To set the temperature of the heated bed (if you model of printer has a heated bed) use the pull down menu following Bed:,to select a predefined temperature or enter a temperature manually and press Set. To turn the heated bed off, press the Off button next to Bed: You can monitor the temperature of the nozzle and bed by selecting the Watch option and then viewing the graph of real time temperature value. Or, you can press the Check Temp to view the actual temperature in the console on the right of Proterface.

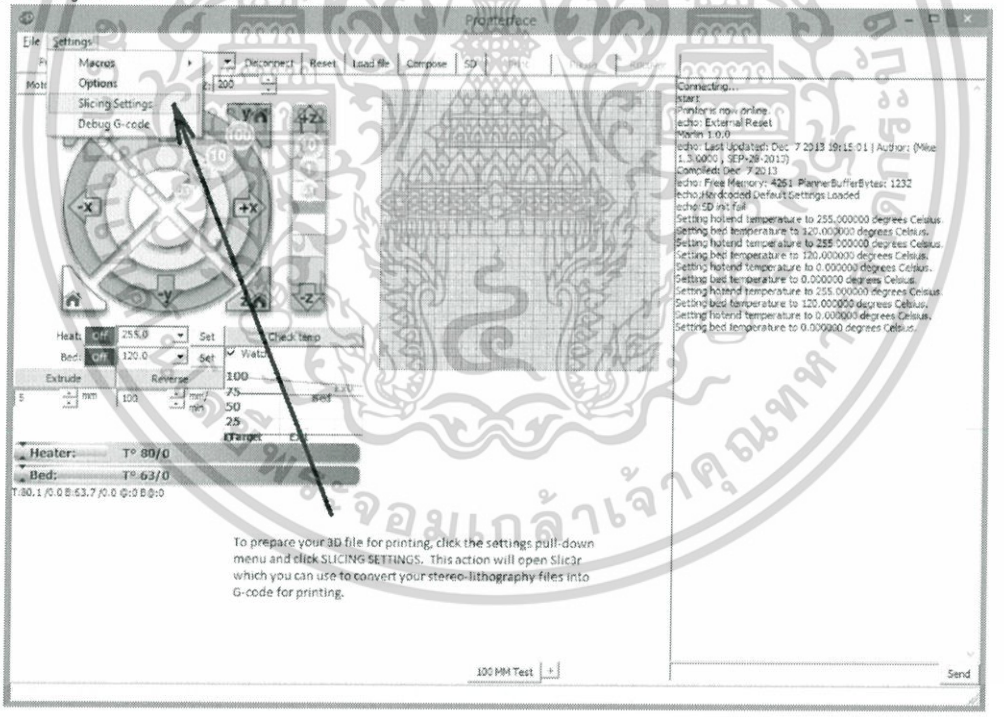


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



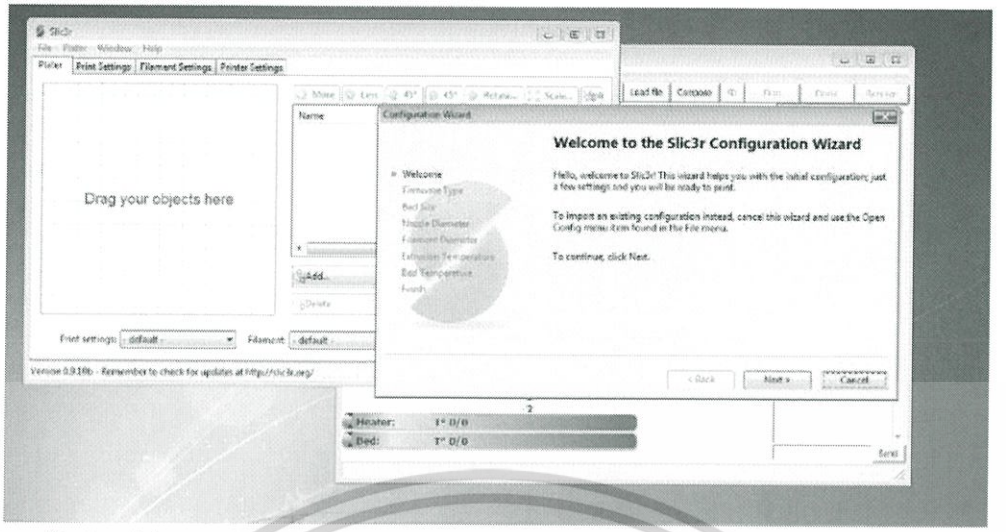
Opening Slic3r from Pronterface

From the pull down menu in the toolbar select Settings then choose Slicing options. This will open the program Slic3r. Click here for a tutorial on using Slic3r for more information.



If this is your first time opening Slic3r then you will be prompted with the Slic3r configuration wizard. Select cancel on this wizard and Slic3r will now load the 3 pre-configured profiles for your Asterid Series 3D printer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

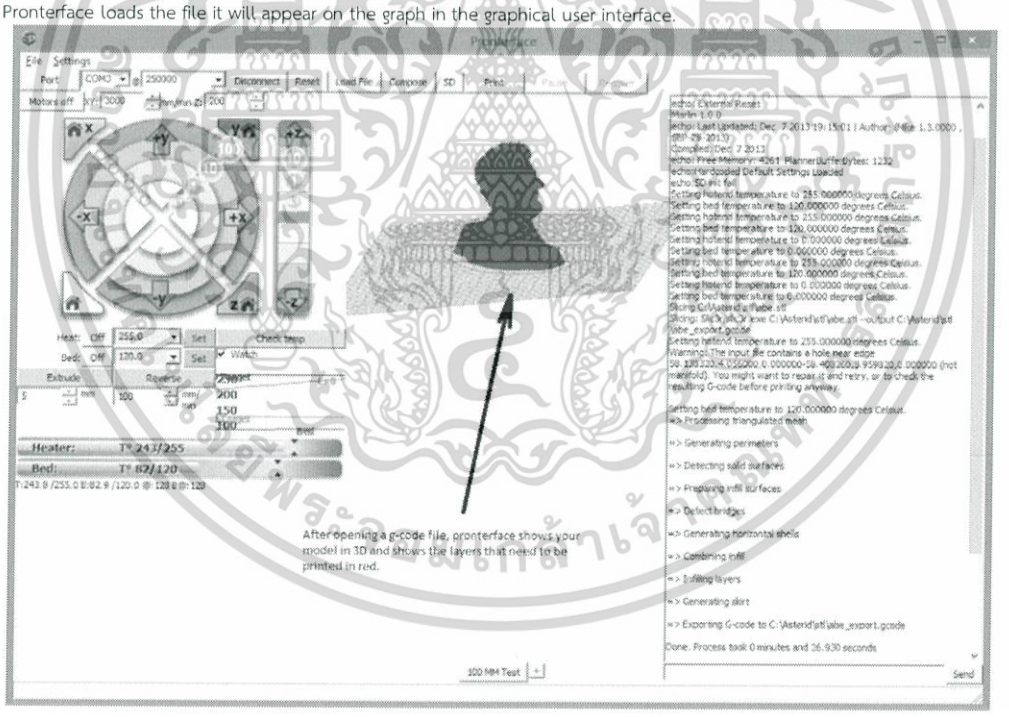


Opening a file to print

Your Asterid 3D printer uses Gcodeto know what to print. The slicing program will convert a stereolithography (.STL) file of a 3D model into the necessary Gcodethat your printer can understand. Once the file has been exported into the needed Gcodeformat you can open that file in Pronterface for printing. For more information and instructions on how to slice please visit our Getting Started with Slic3r article for more information.

To open the G-code, navigate to the pull down menu on the Pronterface toolbar and select File, open... Navigate to the folder you exported the Gcodefile into and select that file and then press OK.

When Pronterface loads the file it will appear on the graph in the graphical user interface.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 โปรแกรม Slic3r

การติดตั้งโปรแกรม Slic3r

ให้ทำการ Download โปรแกรม Silc3r ที่http://Slic3r.org/download โดยให้เลือกระบบปฏิบัติการที่ต้องการลง เช่น Windows, Mac หรือ Linux แต่ถ้ามีโปรแกรม Pronterface, Repetier-Host, Replicator G ก็ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรม เพราะโปรแกรมเหล่านี้มีโปรแกรม Slic3r ติดตั้งมาให้อยู่แล้ว หลังจาก Download โปรแกรมก็ให้ทำการติดตั้งลงไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ หลังจากติดตั้งแล้วก็ให้ทำการ Run โปรแกรมขึ้นมา การเรียกโปรแกรม Slic3r จากโปรแกรมอื่น เช่น Repetier Host นั้นทำได้โดยไปที่แถบเมนู Slicer แล้วเลือก Configure

ก่อนทำการตั้งค่าผู้ใช้ควรตรวจสอบและทำการ Calibrate เครื่องให้เรียบร้อยก่อนเพื่อให้เครื่องทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เช่น โครงสร้างเครื่องมั่นคง, สายพานขับเคลื่อนอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานไม่ตึงหรือหย่อนเกินไป, แผ่นทำความร้อนได้ระนาบไม่เอียงออกจากตัวเครื่อง, เส้นพลาสติกอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานไม่พันกัน

Slic3r มีระบบ Wizard เพื่อช่วยให้ผู้ใช้มือใหม่สามารถตั้งค่าได้ โดยงานการเข้าไปยังหน้าเมนู Help แล้วเลือก Configuration Wizard หลังจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือก Firmware ที่ใช้ ซึ่งหน้านี้จะเป็นตัวกำหนดในการสร้าง Gcode ให้เหมาะกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งมีตัวเลือกดังนี้

a. Reprap (Marlin/Spinter/Repetier) ส่วนใหญ่เป็นเครื่องพิมพ์ DIY ที่มี Firmwareเหล่านี้แจกฟรี

b. Teacup

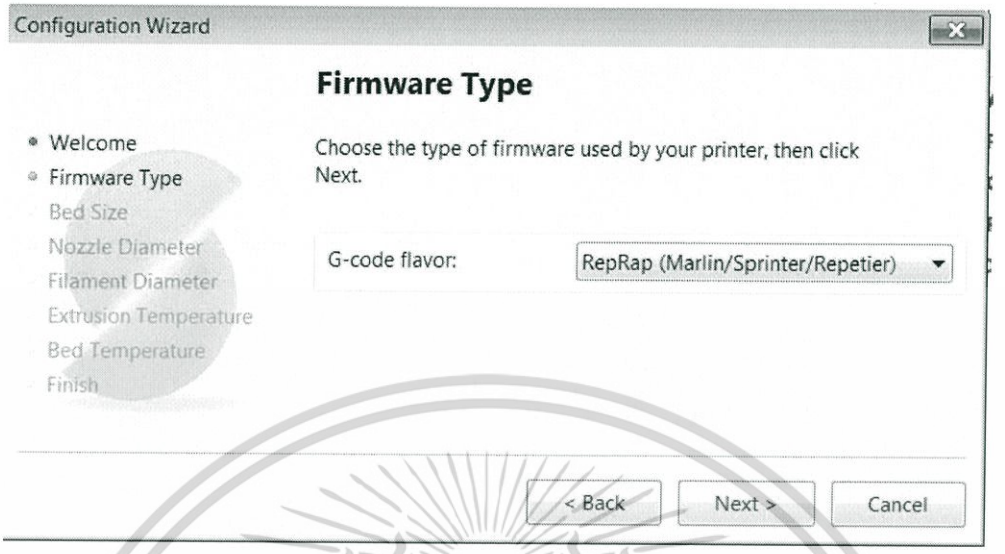
c. MakeWare(MakeBot) เป็นเครื่องพิมพ์ที่กำลังได้รับนิยมในตลาดของสหรัฐอเมริกา สร้างโดยบริษัท MakeWare

d. Sailfish(MakeBot) เป็นเครื่องพิมพ์ของ MakeBot เหมือนด้านบน

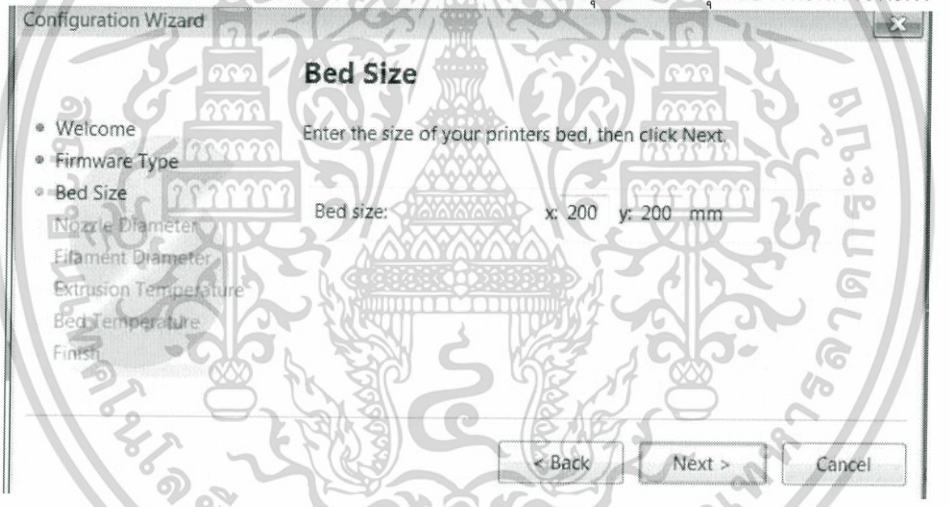
e. Mach3/EMC เป็นโปรแกรมที่มีไว้สำหรับควบคุมเครื่อง CNC ที่ได้รับนิยมอย่างมากในหมู่นักประดิษฐ์สมัครเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f. No Extrusion เป็นเครื่องพิมพ์แบบไม่มีหัวฉีด อาจจะเอาไว้ทดลองการเคลื่อนที่ของเครื่องพิมพ์

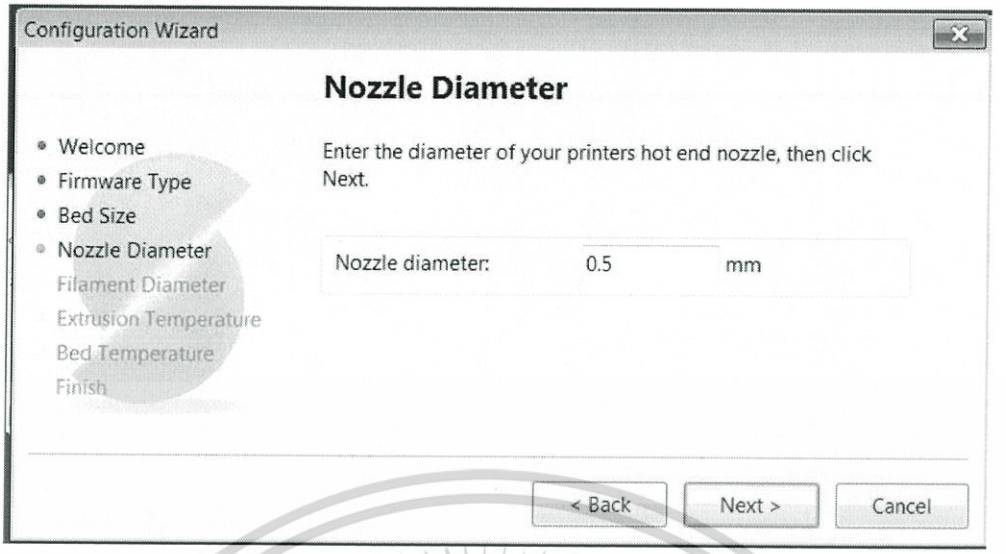


2. เลือกขนาดพื้นที่การพิมพ์หรือ Bed Size โดยวัดจากมุมซ้ายบนสุดของพื้นที่การพิมพ์

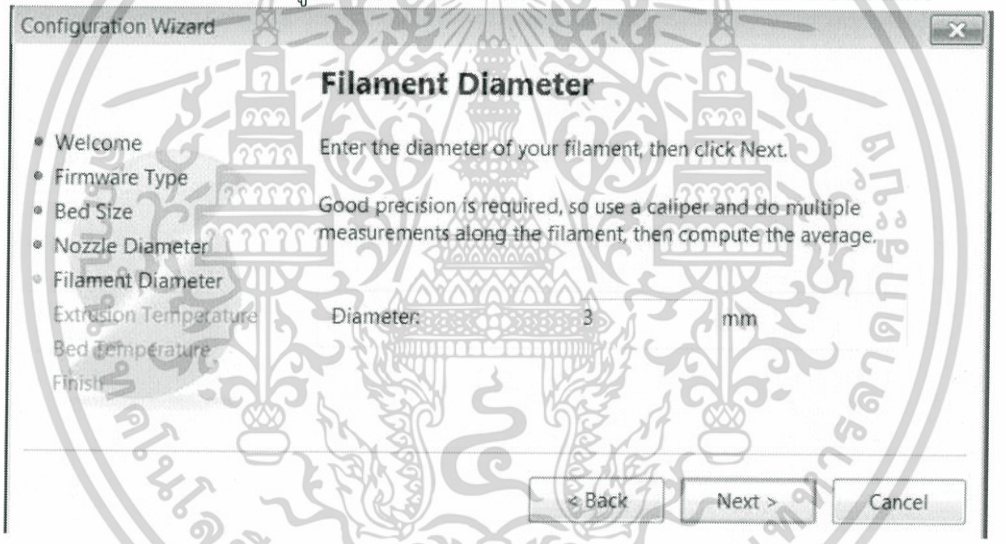


3. ใส่ค่าขนาดรูของหัวฉีดพลาสติก ซึ่งถ้าไม่รู้ให้ลองฉีดพลาสติกออกมาที่หัวฉีด โดยใช้ความเร็วในการฉีดประมาณ 1 มิลลิเมตร/วินาที แล้วจึงวัดขนาดของเส้นพลาสติกที่ฉีดออกมา ซึ่งโดยปกติแล้วขนาดหัวฉีดที่ทำอยู่จะอยู่ระหว่าง 0.5 มิลลิเมตรจนถึง 0.35 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

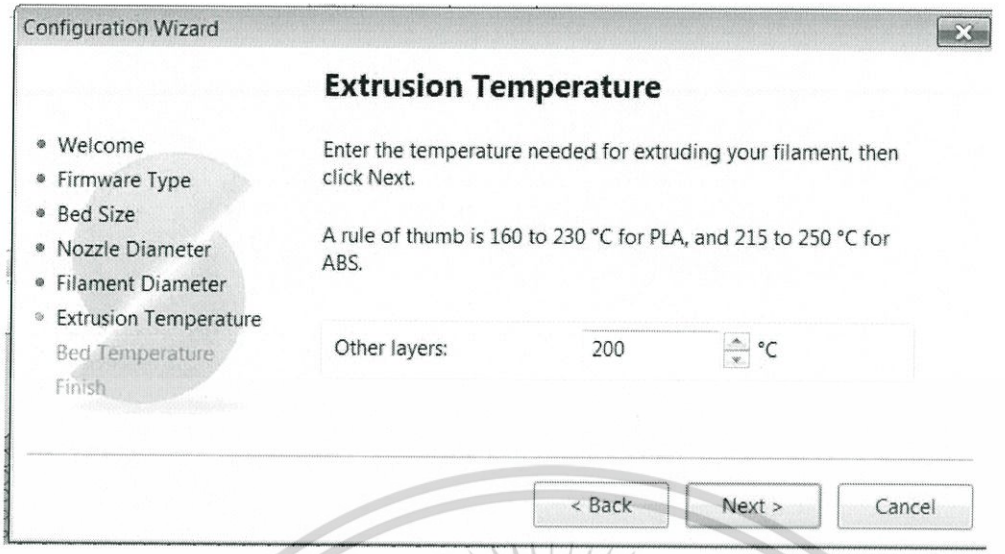


4. หน้าต่างสำหรับใส่ค่าขนาดของเส้นลวดพลาสติก ซึ่งมีความสำคัญต่อการคำนวณเส้นพลาสติกที่ฉีดออกมา โดยการใส่ค่านั้นผู้ใช้จำเป็นต้องวัดขนาดเส้นลวดพลาสติกในหลายๆ ตำแหน่งแล้วจึนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งโดยปกติที่ใช้กันอยู่นั้นจะมี 2 ขนาด ได้แก่ 1.75 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร

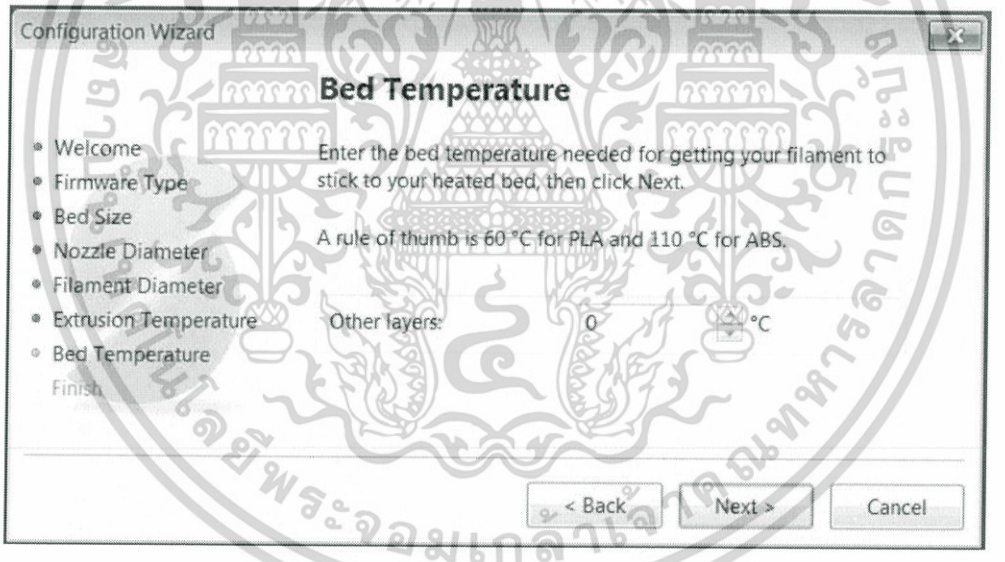


5. หน้าต่างสำหรับใส่ค่าอุณหภูมิของหัวฉีดที่ใช้ ซึ่งอุณหภูมินั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดเส้นพลาสติกที่ใช้ ซึ่งถ้าเป็นพลาสติก ABS จะใช้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 215 ถึง 250 องศา แต่ถ้าเป็นพลาสติก PLA จะใช้อยู่ระหว่าง 160 ถึง 230 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่ผลิต ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องทดลองหาอุณหภูมิโดยการลองพิมพ์ชิ้นงานขึ้นมาดูแล้วเปรียบเทียบกัน เพราะการพิมพ์งานออกมาให้ดีก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบๆ ของเครื่องพิมพ์ เช่น ถ้าวางเครื่องพิมพ์ในห้องแอร์ ก็อาจจำเป็นต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

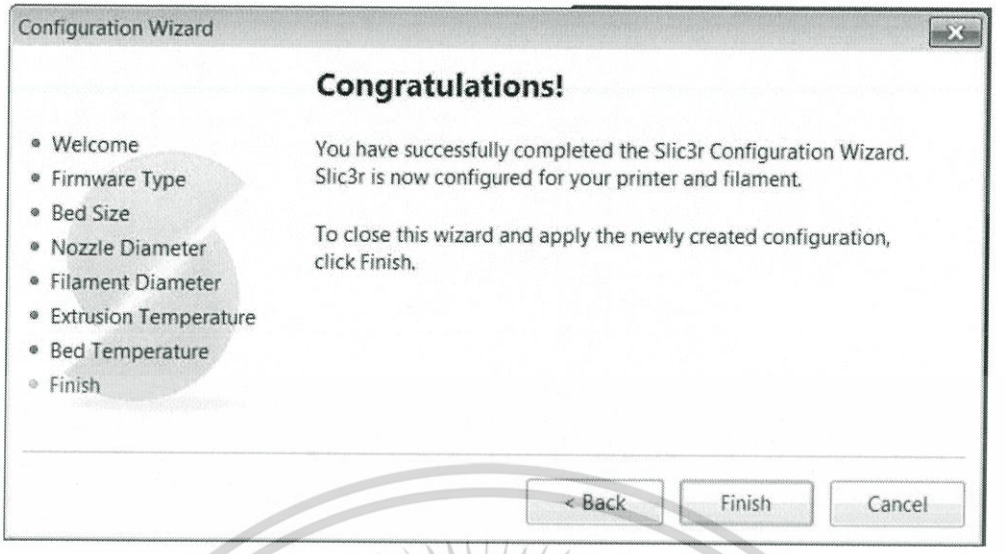


6. หน้าต่างต่อไปเป็นการใส่อุณหภูมิสำหรับแผ่นฐานทำความร้อน ซึ่งจะช่วยให้พลาสติกนั้นติดอยู่กับฐานได้อย่างแน่นหนาไม่หลุดออกระหว่างพิมพ์งาน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพลาสติก ABS นั้นจะอยู่ระหว่างประมาณ 60 - 110 องศา ส่วน PLA นั้นจะอยู่ประมาณ 60 องศา



หลังจากใส่ค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็ให้กดปุ่ม Finish ก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อย ซึ่งเราสามารถใช้ค่าเหล่านี้เพื่อทำการสร้าง Gcode ให้กับเครื่องพิมพ์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ความสำคัญของการพิมพ์เลเยอร์ในชั้นแรก

เลเยอร์ชั้นแรกนั้นมีความสำคัญมากเหมือนกับการสร้างบ้าน บ้านที่แข็งแรงต้องมีฐานที่แน่นหนา ซึ่งการที่จะพิมพ์ให้เลเยอร์ชั้นแรกให้มีความแข็งแรงนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงค่าในหลายๆ ด้านเพื่อให้พลาสติกในชั้นแรกติดกับฐานได้อย่างมั่งคง ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญจะมีดังต่อไปนี้

1. ความเอียงของแผ่นฐานทำความร้อน ถ้าแผ่นฐานทำความร้อนนั้นมีความเอียงมาก ก็จะทำให้พลาสติกที่พิมพ์จะติดแค่ส่วนใดส่วนหนึ่งของแผ่นฐานทำความร้อน ซึ่งเมื่อเวลาที่พิมพ์ในเลเยอร์หรือชั้นต่อไปก็จะพิมพ์ไม่ติดทำให้งานที่พิมพ์ออกมาเสียหาย หรือถ้าพิมพ์ได้งานที่ออกมาในส่วนพื้นก็จะไม่ได้ระนาบ

2. อุณหภูมิที่ใช้ในการพิมพ์ชั้นแรกนั้นจะต้องมีอุณหภูมิที่สูงกว่าการพิมพ์ในชั้นอื่นๆ เพราะต้องการให้พลาสติกนั้นสามารถติดกับฐานได้อย่างแน่นหนา ซึ่งในส่วนนี้ตัวโปรแกรม Slic3r ก็สามารถตั้งค่าให้อุณหภูมิในการพิมพ์ชั้นแรกนั้นสูงกว่าการพิมพ์ในชั้นอื่นๆ การตั้งค่าอุณหภูมิในการพิมพ์ชั้นแรกนั้นจะสูงกว่าการพิมพ์ในชั้นอื่นๆ ประมาณ 5 องศา

3. การพิมพ์ให้พลาสติกให้ติดกับฐานในชั้นแรกนั้นจำเป็นต้องให้หัวพิมพ์เคลื่อนที่อย่างช้าๆ เพื่อให้พลาสติกนั้นติดกับฐานได้อย่างแน่นหนา ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่นั้นจะลดลงประมาณ 30 – 50% จากการเคลื่อนที่ปกติ

4. การ Calibrate อัตราการฉีดพลาสติกของหัวฉีดนั้นก็เป็นส่วนสำคัญ ซึ่งถ้าฉีดพลาสติกออกมามากเกินไปในชั้นแรก ก็จะเป็นปัญหาในการฉีดพลาสติกออกมาในชั้นต่อไป เพราะหัวฉีดจะลากและถูไปกับพลาสติกที่ถูกพิมพ์ออกมาในชั้นแรก ซึ่งจะทำพลาสติกถูกลากออกมาจากฐาน

5. ความสูงของพลาสติกที่พิมพ์ออกมาในชั้นแรกนั้นก็สำคัญ เพราะจะทำให้พลาสติกนั้นติดกับฐานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมาตรฐานที่ใช้จะให้ความสูงชั้นแรกเท่ากับขนาดของหัวฉีด เช่น หัวฉีดขนาด 0.35 มิลลิเมตร ดังนั้นความสูงของเลเยอร์หรือชั้นแรกก็ต้องสูง 0.35 มิลลิเมตร ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าในโปรแกรมได้ว่าให้เลเยอร์แรกพิมพ์ที่ความสูงเท่าไร ตามที่ต้องการ

6. วัสดุที่ติดบนแผ่นฐานทำความร้อนนั้นก็จำเป็น เพราะในบางครั้งการเปิดอุณหภูมิที่แผ่นฐานทำความร้อนอย่างเดียวก็ไม่สามารถทำให้พลาสติกติดกับแผ่นฐานทำความร้อน ดังนั้นจึงมีการใช้เทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดลงบนแผ่นฐานทำความร้อน ซึ่งพลาสติกแต่ละชนิดอาจจะใช้เทปแตกต่างกัน เช่น พลาสติก PLA นั้นเทปที่ใช้นั้นเป็น Blue Marking Tape ของ 3M ซึ่งหาซื้อได้ตาม Home Pro หรืออาจจะใช้เทป Kapton ซึ่งเป็นเทปกันฉนวนไฟฟ้าหาซื้อได้ตามบ้านหม้อ ส่วนของพลาสติก ABS นั้นไม่สามารถใช้ Blue Marking Tape แต่ใช้กับ Kapton เทปได้ ซึ่งบางครั้งผู้ใช้อาจจะนำกาว ABS มาเคลือบบนแผ่นฐานทำความร้อนก็ได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำเศษพลาสติก ABS ที่พิมพ์เสียผสมกับ Acetone หรือน้ำยาล้างเล็บแล้วคนจนพลาสติกละลายจนกลายเป็นกาวเหนียว จากนั้นให้นำกาวมาเคลือบบนแผ่นฐานทำความร้อนแล้วจึงเริ่มพิมพ์งาน

7. ปิดพัดลมทำความเย็นในการพิมพ์เลเยอร์แรก ซึ่งการพิมพ์ในเลเยอร์แรกนั้นไม่จำเป็นต้องเปิดพัดลม ซึ่งในส่วนนี้สามารถตั้งค่าในโปรแกรมได้

ไฟล์ที่ใช้ในการพิมพ์งาน

ไฟล์ที่ใช้สำหรับพิมพ์งานนั้นจะต้องเป็นนามสกุล .STL หรือ OBJ ซึ่งไฟล์เหล่านี้ถือว่าเป็นมาตรฐานของไฟล์ 3 มิติ ซึ่งในตอนนี้ก็มีหลาย Website ที่เปิดให้โหลดไฟล์ 3 มิติได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหรือสามารถแบ่งปันไฟล์ 3 มิติให้ผู้อื่นไปลองพิมพ์งาน เช่น http://www.thingiverse.com / เป็นต้น เมื่อได้ไฟล์มาแล้วในบางครั้งก็ยังไม่สามารถนำไปพิมพ์ได้ ผู้ใช้จำเป็นต้องตรวจสอบไฟล์ที่ได้มาโดยการใช้โปรแกรม Netfabb ซึ่งเป็นฟรีโปรแกรม สำหรับการซ่อมไฟล์นั้นจะกล่าวในคู่มือการใช้โปรแกรม Netfabb

การกำหนดค่าต่างๆ ในโปรแกรม Slic3r

ในโปรแกรม Slic3r นั้นจะมีแถบหน้าต่าง ในการตั้งค่าอยู่ 3 แถบ ได้แก่ Print Setting, Filament Setting และ Printer Setting ซึ่งในแต่ละแถบหน้าต่างนั้นก็สามารถกำหนดโปรไฟล์ได้แตกต่างกัน

Print Setting

เริ่มด้วยหน้าต่างแรกเป็นในส่วนของ Print Setting ซึ่งในคู่มือนี้จะบอกเฉพาะหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้ ได้แก่

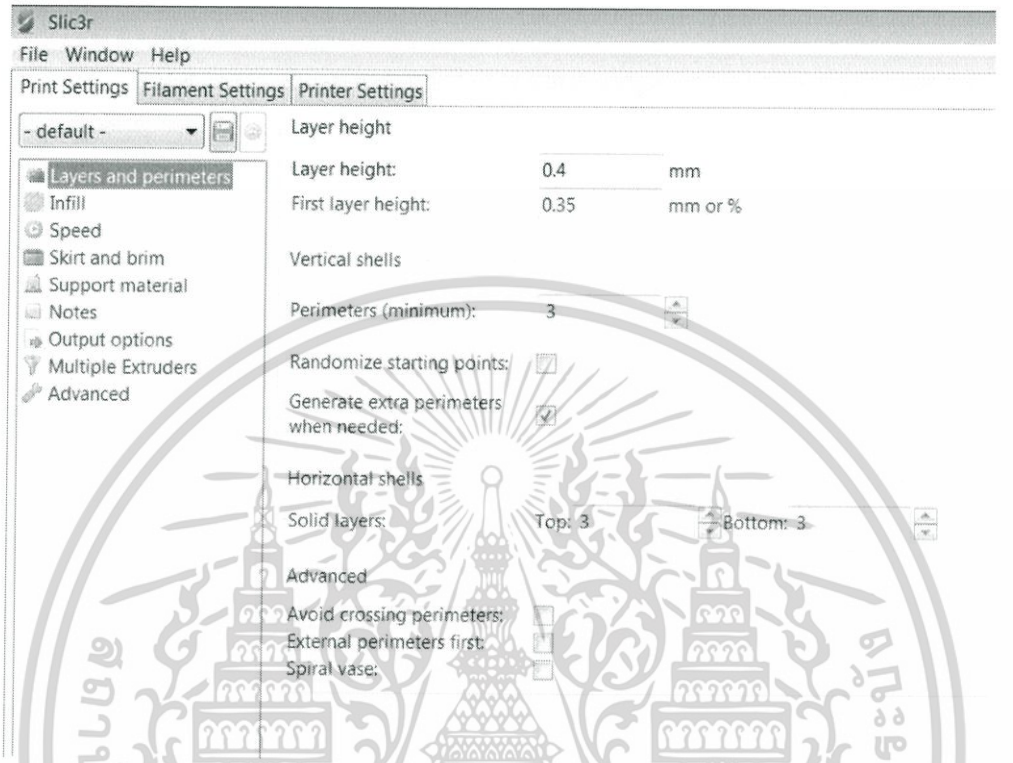
1. Layer and Perimeter เป็นส่วนของการกำหนดความละเอียดและของชิ้นงานที่พิมพ์
2. Infill เป็นส่วนของการกำหนดโครงสร้างความแข็งแรงของชิ้นงาน
3. Speed เป็นส่วนของการกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์
4. Skirt and Brim เป็นส่วนของการให้ฉีดพลาสติกออกมาก่อนการพิมพ์ และการสร้างตัวยึดชิ้นงานให้ติดอยู่กับแผ่นฐานทำความร้อน
5. Support Material เป็นส่วนของการสร้าง Support สำหรับชิ้นงานที่มี Overhang

Layer and Perimeter

ในหัวข้อนี้เป็นตัวกำหนดความละเอียดของงานที่พิมพ์ ซึ่งความละเอียดนั้นจะขึ้นอยู่กับความสูงในแต่ละเลเยอร์ ซึ่งความสูงการพิมพ์ยิ่งน้อยงานที่พิมพ์ก็ยิ่งมีความละเอียดมากขึ้น แต่ต้องแลกกับเวลาที่ใช้พิมพ์มากขึ้น ซึ่งในหัวข้อนี้มีตัวแปรให้ตั้งค่าได้ตามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

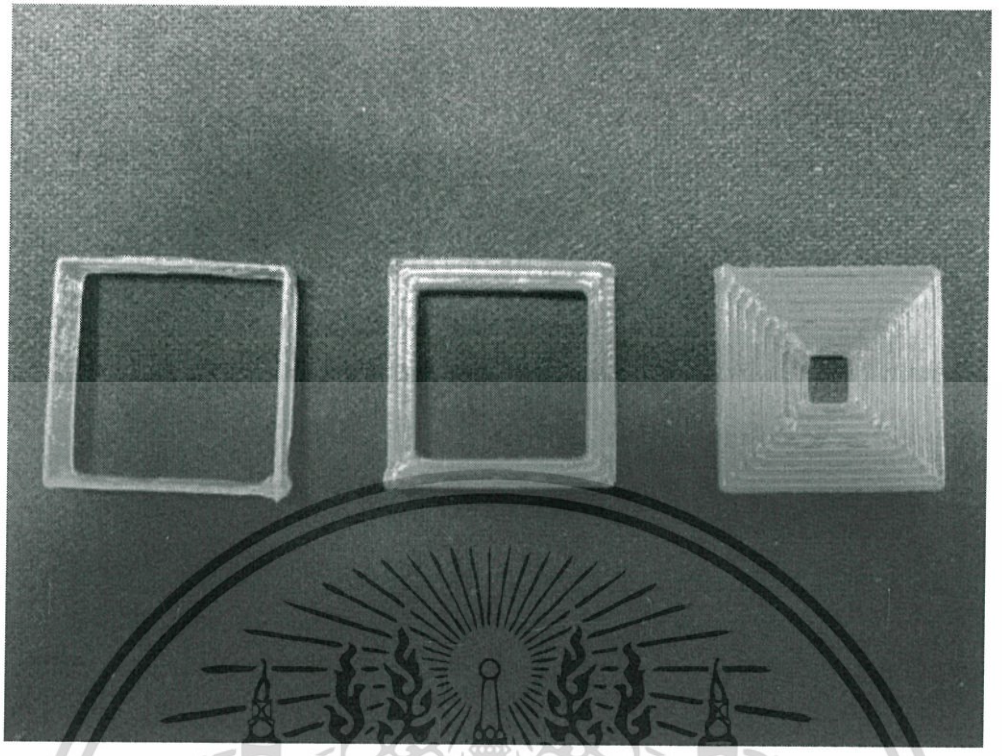
1. Layer Height ให้ใส่ค่าความสูงที่ต้องการพิมพ์ในแต่ละเลเยอร์ ซึ่งค่าที่เหมาะสมนั้นต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดรูของหัวฉีด เช่น ใช้หัวฉีดขนาด 0.35 มิลลิเมตร ความสูงของแต่ละเลเยอร์ก็ควรจะอยู่ประมาณ 0.1 – 0.35 มิลลิเมตร



2. First Layer Height ให้ใส่ค่าความสูงในการพิมพ์งานในเลเยอร์แรก ซึ่งค่ามาตรฐานต้องเท่ากับขนาดของหัวฉีด เช่น หัวฉีด 0.35 มิลลิเมตร ค่าในส่วนนี้ต้องเท่ากับ 0.35

3. Perimeters (Minimum) ในส่วนนี้หมายถึง ขอบของชิ้นงานซึ่งหมายถึง ต้องการให้พิมพ์ขอบกี่รอบเช่น 3 หมายถึงให้เดินขอบของชิ้นงาน 3 รอบ ตัวอย่างของการเปลี่ยนค่า Perimeter ในรูปเป็นการพิมพ์รูปสี่เหลี่ยมที่มี Perimeters 1 รอบ 3 รอบ และ 10 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. Randomize Starting Point เป็นการให้โปรแกรมสุ่มการเริ่มพิมพ์ขอบ โดยจุดที่เริ่มการพิมพ์ขอบอาจจะไม่ตรงตำแหน่งเดิมที่เริ่ม ซึ่งอาจทำให้งานพิมพ์เร็วขึ้น แต่งานที่ได้อาจจะออกมาไม่สวยงาม ค่าเริ่มต้นเป็นของโปรแกรม เป็น NO

5. Generate Extra Perimeters When Needs เป็นการให้โปรแกรมสร้างขอบของชิ้นงานเพิ่มในส่วนที่จำเป็น ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงาน 3 มิติที่มีรายละเอียดเล็กๆ ค่าเริ่มต้นเป็น YES

6. Solid Layers แบ่งเป็น Top และ Bottom ซึ่งในส่วนนี้หมายถึง จำนวนเลเยอร์ที่ต้องการให้พิมพ์แบบปิดทึบในส่วนของด้านบนและด้านล่างว่าต้องการพิมพ์กี่เลเยอร์

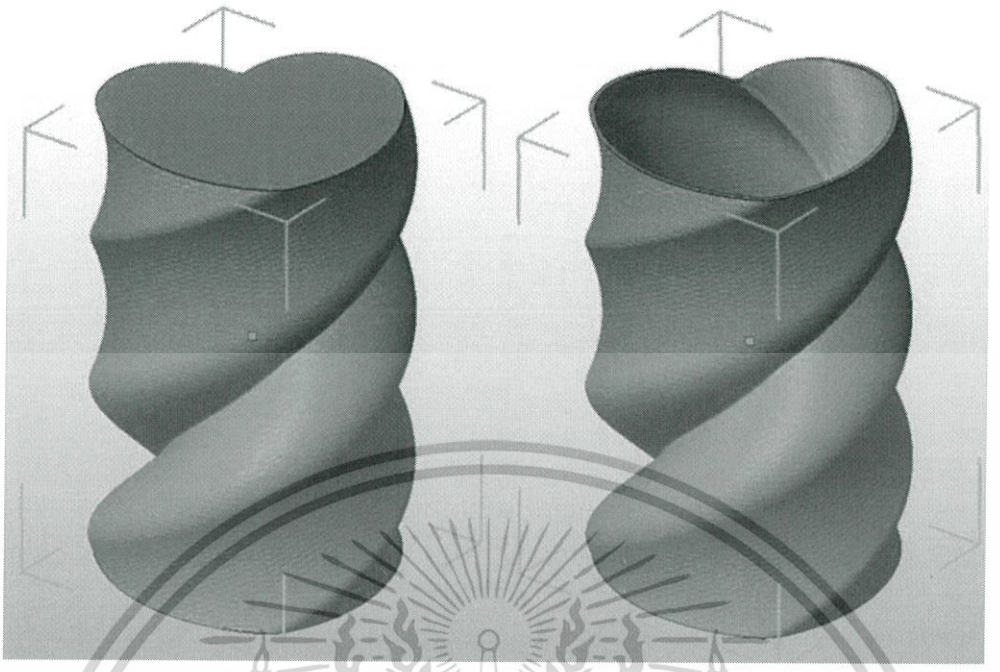
7. Avoid Crossing Perimeter เป็นในส่วนของการพิมพ์โดยหลีกเลี่ยงไม่ให้หัวพิมพ์เดินข้ามหรือทับบนเส้นขอบ Perimeter ซึ่งจะทำให้งานพิมพ์ออกมาสวยงาม แต่ต้องแลกมากับเวลาที่ใช้พิมพ์ที่มากขึ้น ค่าเริ่มต้นเป็น NO

8. External Perimeter First เป็นการบังคับให้หัวฉีดพิมพ์ขอบชั้นนอกก่อนที่จะพิมพ์ขอบชั้นใน ค่าเริ่มต้นเป็น NO

9. Spiral Vase เป็นการบังคับให้หัวพิมพ์เคลื่อนที่ขึ้นด้านบนแบบเกลียวซึ่งเหมาะกับงานพิมพ์ประเภทแจกัน ค่าเริ่มต้นเป็น NO

ข้อควรรู้ การพิมพ์งานลักษณะแจกันนั้นสามารถพิมพ์ได้โดยการตั้งค่าในส่วนของ Perimeter เป็น 1 และกำหนดให้ Solid Layer ในส่วนของ Top เป็น 0 Bottom แล้วแต่ความหนาที่เราต้องการ ถ้าใส่เป็น 0 งานจะออกเป็นในลักษณะของท่อ คือด้านบนและด้านล่างจะกลวง และให้กำหนด Infill Density ในหัวข้อ Infill เป็น 0 และติ๊กถูกในหัวข้อ Spiral Vase ซึ่งการพิมพ์งานลักษณะแจกันนั้น ผู้ใช้สามารถหาไฟล์ 3 มิติที่เขียนแบบทึบมาพิมพ์เป็นแจกันได้ ดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

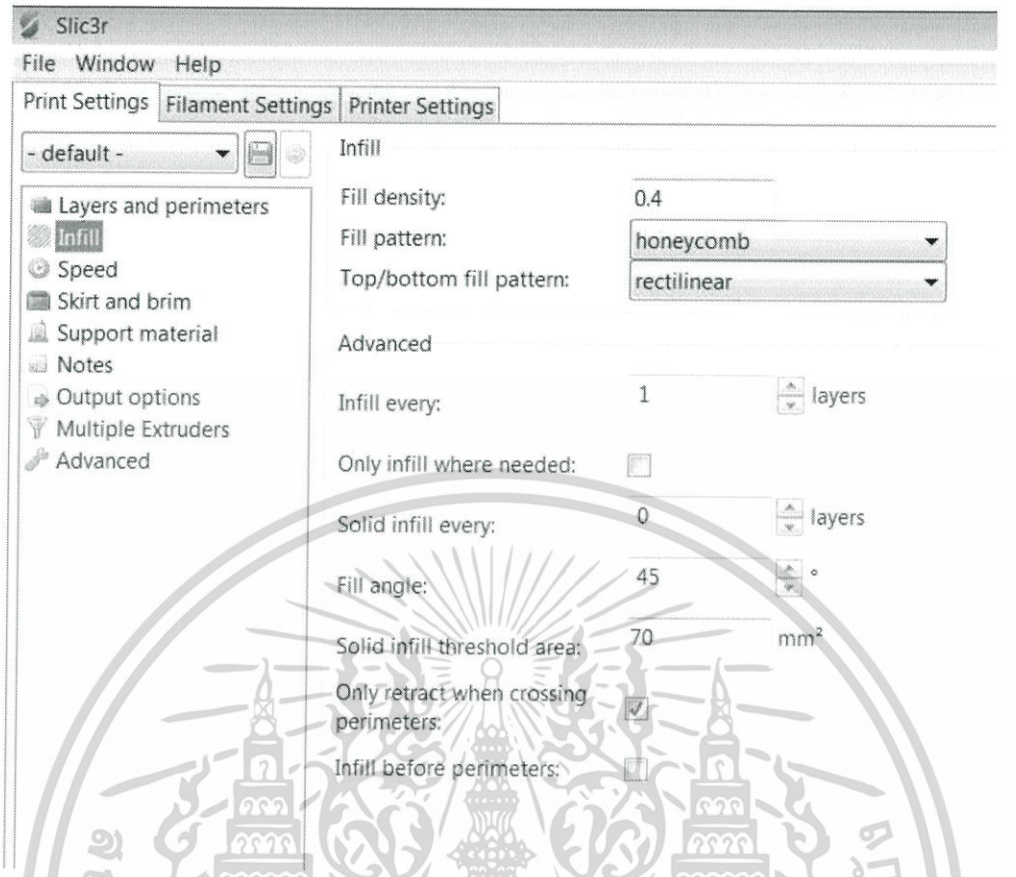


Infill

ในหัวข้อนี้เป็นการกำหนดโครงสร้างภายในของงานพิมพ์ ซึ่งสามารถพิมพ์ให้ด้านในกลวงก็ได้ หรือจะพิมพ์ให้ด้านในทึบก็ได้ ซึ่งโครงสร้างภายในนั้นยังสามารถเลือกรูปแบบในการพิมพ์ก็ได้ เช่น โครงสร้างรังผึ้ง หรือโครงสร้างแบบก้นหอย ซึ่งในส่วนของ Infill นั้นจะมีค่าให้ตั้งดังต่อไปนี้

1. Fill Density หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่ต้องการให้พิมพ์โครงสร้างภายใน โดยใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1 ค่า 0 หมายถึงไม่ต้องพิมพ์โครงสร้างภายใน 0.4 หมายถึงให้พิมพ์โครงสร้างภายใน 40% แต่ถ้าเป็น 1 นั้นหมายถึงให้พิมพ์โครงสร้างภายทั้งหมด ซึ่งผู้ใช้ต้องดูว่าชิ้นงานที่พิมพ์จะนำไปทำอะไร ถ้านำไปใช้งานก็ต้องพิมพ์ให้โครงสร้างภายในเยอะเพื่อความแข็งแรง แต่ถ้าพิมพ์เพื่อเอาไปใช้โชว์ก็ไม่จำเป็นต้องพิมพ์โครงสร้างภายในหรือถ้าจะพิมพ์ก็ไม่จำเป็นต้องเยอะ

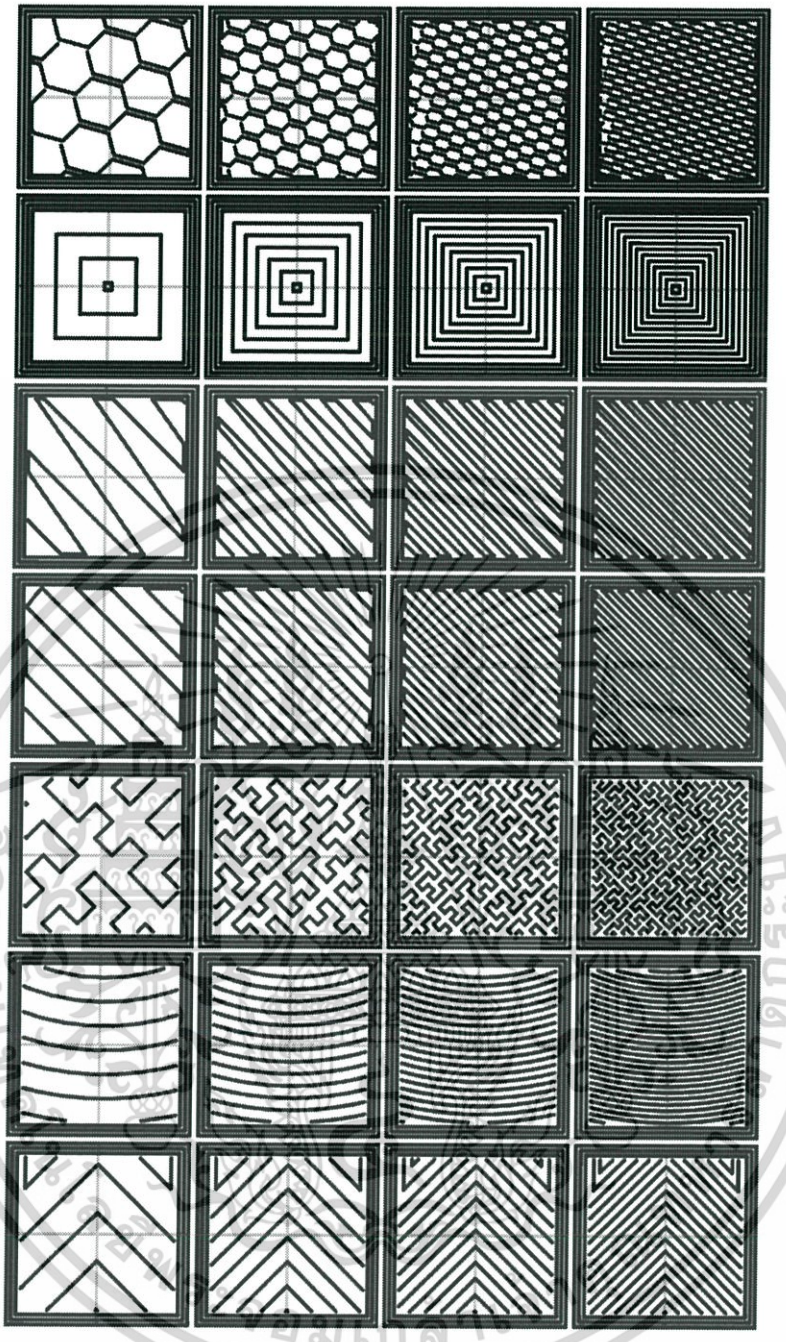
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. Fill Pattern หมายถึง รูปแบบโครงสร้างภายในซึ่งสามารถเลือกได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับงานที่พิมพ์จะเอาไปใช้ทำอะไร ซึ่งสามารถดูตัวอย่างการพิมพ์โครงสร้างภายในได้จากด้านล่าง

3. Top/Bottom Fill Pattern หมายถึง รูปแบบโครงสร้างที่ต้องการพิมพ์ในส่วนของ Solid Layer ด้านบนและด้านล่างที่ผู้ใช้กำหนดในหน้า Layer and Perimeter ซึ่งสามารถเลือกได้ว่าจะให้พิมพ์เป็นลักษณะไหนเหมือนกับหัวข้อ Fill Pattern (ตัวอย่างรูปภาพด้านล่างเป็นรูปแบบการพิมพ์ของ Fill Pattern ในรูปแบบต่างๆ รวมถึงการ Fill Density ที่แตกต่างกัน โดยจากซ้ายไปขวา Fill Density เริ่มที่ 20%, 40%, 60% และ 80% จากบนถึงล่างเรียงตามลำดับเป็น Fill Pattern แบบ Honeycomb, Concentric, Line, Rectilinear, Hilbert Curve, Archimedean Chords และ Octagram Spiral)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. Infill Every หมายถึง ต้องการให้พิมพ์โครงสร้างภายในทุกกี่เลเยอร์ ค่ามาตรฐานเป็น 1

5. Only Infill Where Needs หมายถึง จะให้พิมพ์โครงสร้างภายในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น ค่ามาตรฐานเป็น NO

6. Solid Infill Every หมายถึง จะให้พิมพ์แบบทึบหรือ 100% ในทุกเลเยอร์ ค่ามาตรฐานเป็น 0

7. Fill Angle หมายถึง จะให้พิมพ์โครงสร้างภายในโดยใช้มุมเท่าไร ค่ามาตรฐานเป็น 45

8. Solid Infill Threshold Area หมายถึง ต้องการให้พิมพ์โครงสร้างที่ทึบในขนาดที่กำหนด ค่ามาตรฐานเป็น 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Only Retract When Crossing Perimeter หมายถึง ให้หัวฉีดทำการดึงเส้นพลาสติกขึ้นทุกครั้งก่อนการเดินข้ามขอบของชิ้นงาน ซึ่งจะช่วยป้องกันการไหลออกมาของพลาสติกที่หัวฉีด ซึ่งอาจทำให้เส้นพลาสติกที่ไหลออกมายึดติดกับตัวชิ้นงานที่พิมพ์อยู่ ค่ามาตรฐานเป็น YES

10. Infill Before Perimeter หมายถึง ให้หัวฉีดพิมพ์โครงสร้างภายในก่อนการพิมพ์ขอบของชิ้นงาน Speed เป็นหน้าต่างในการกำหนดค่าการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ โดยสามารถตั้งความเร็วในการเคลื่อนที่ให้แตกต่างกันได้ในการพิมพ์แต่ละส่วน

โครงสร้างภายในที่ทำให้พิมพ์เร็วซึ่งมีหัวข้อในการตั้งค่าดังนี้

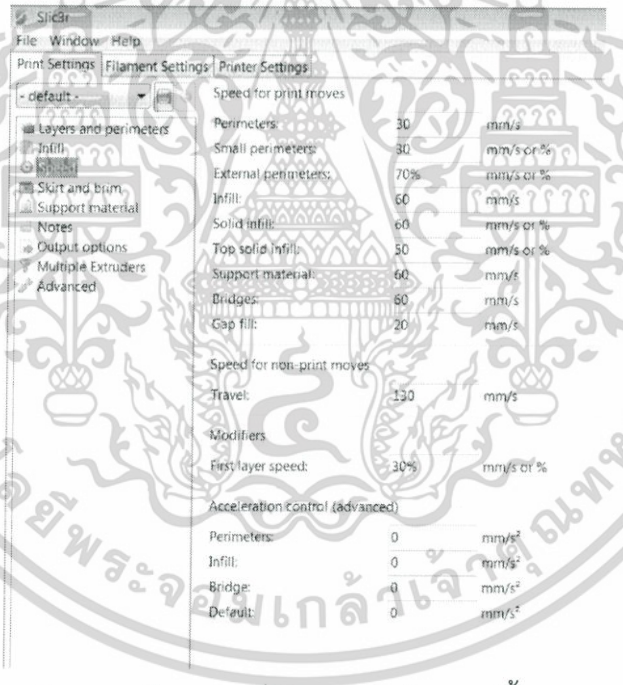
1. Perimeters ความเร็วในการพิมพ์ขอบชิ้นงาน

2. Small Perimeters ความเร็วในการพิมพ์ขอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

3. External Perimeters ความเร็วในการพิมพ์ขอบชิ้นงานที่อยู่ด้านนอกสุด ในส่วนนี้ถ้าต้องการให้งานที่พิมพ์ออกมาสวยงามจำเป็นต้องให้หัวฉีดเดินช้ากว่าการพิมพ์ขอบชั้นใน

4. Infill ความเร็วในการพิมพ์โครงสร้างภายใน

5. Solid Infill ความเร็วในการพิมพ์ในส่วนเลเยอร์ที่ต้องการพิมพ์แบบทึบ เช่น เลเยอร์ด้านบนและเลเยอร์ด้านล่าง



6. Top Solid Infill หมายถึง ความเร็วในการพิมพ์เลเยอร์ชั้นบนสุด ซึ่งถ้าต้องการให้งานด้านบนดูสวยงามก็จำเป็นต้องพิมพ์ให้ช้า

7. Support Material ความเร็วในการพิมพ์ในส่วนของ Support ซึ่งอาจจะพิมพ์เร็วได้ เพราะจะต้องมาหักออกทีหลัง

8. Bridge หมายถึง ความเร็วสำหรับการพิมพ์งานที่มี Overhang หรืองานประเภทคานที่ไม่มีอะไรรองรับด้านล่าง ซึ่งต้องใช้ความเร็วในการพิมพ์ให้พอดี เพราะว่าถ้าเร็วไปเส้นพลาสติกที่ฉีดออกมาก็จะขาดแต่ถ้าช้าไปเส้นพลาสติกก็จะย้อยลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Gap Fill เป็นความเร็วในการพิมพ์ช่องว่างที่มีขนาดเล็ก ซึ่งถ้าตั้งให้เร็วก็อาจจะทำให้เครื่องพิมพ์เกิดอาการสั่นได้เพราะขนาดที่เล็ก และเวลาในการเคลื่อนที่มีความเร็วมาก

10. Travel เป็นความเร็วที่กำหนดให้หัวพิมพ์เคลื่อนที่ในตอนที่หัวฉีดไม่ได้ฉีดเส้นพลาสติกออกมา ซึ่งสามารถตั้งให้เร็วได้

11. First Layer Speed เป็นความเร็วที่กำหนดให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์งานในเลเยอร์แรก ซึ่งจำเป็นต้องช้าเพราะต้องการให้เส้นพลาสติกยึดติดกับฐานได้อย่างมั่นคง

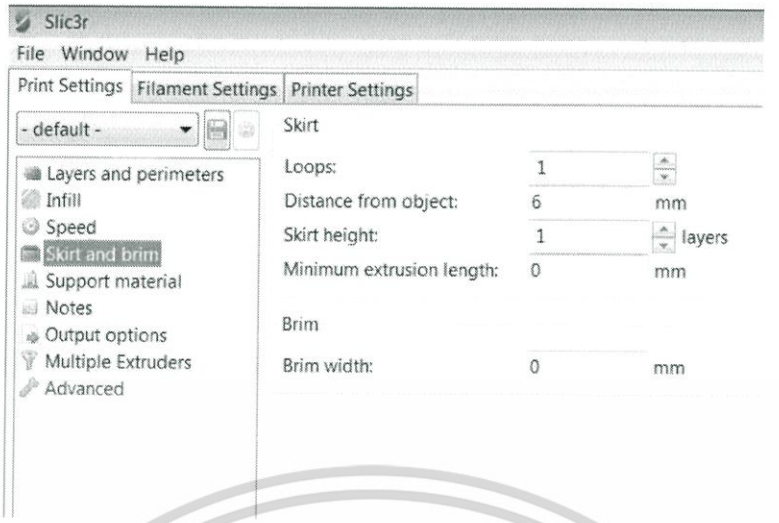
ข้อควรรู้ การตั้งค่าในหน้าต่าง Speed นั้นสามารถใส่ค่าได้ 2 แบบคือ มิลลิเมตร/วินาที และแบบเปอร์เซ็นต์ ซึ่งการคำนวนแบบเปอร์เซ็นต์นั้น โปรแกรมจำเอาค่าความเร็วสูงสุดที่กำหนดไว้ในเฟิร์มแวร์ของเครื่องพิมพ์มาคำนวณ การตั้งค่าความเร็วนั้นถ้าผู้ใช้ยังไม่ทราบค่าที่ควรจะใช้ ก็ให้ใช้ค่ามาตรฐานของโปรแกรมก่อน โดยการเอาเมาส์ไปแช่ไว้ที่ช่องที่ต้องการจะใส่ โปรแกรมก็จะมีคำอธิบายและค่ามาตรฐานที่ต้องใช้ ดังรูปต่อไปนี้

ในส่วนของ Acceleration Control นั้นจะเป็นส่วนในของ Advance ซึ่งเป็นการกำหนดอัตราเร่งในส่วนของ Infill, Bridge และ Perimeter ซึ่งกำหนดเป็น 0 หมายความว่าให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้จากเฟิร์มแวร์ของเครื่องพิมพ์ ซึ่งถ้าผู้ใช้ชำนาญก็สามารถปรับแต่งในส่วนนี้ได้

Skirt and Brim

ในหน้าต่างนี้จะเป็นการสร้าง Skirt และ Brim ให้กับชิ้นงาน 3 มิติ ในส่วนของ Skirt นั้นจะมีประโยชน์อย่างมาก เพราะหัวฉีดจะทำการฉีดพลาสติกทิ้งออกไปก่อน โดยจะฉีดทิ้งรอบๆ ของชิ้นงาน สาเหตุที่ต้องฉีดพลาสติกทิ้ง เพราะบางครั้งถ้าเราพิมพ์งานเลยโดยที่ไม่มี Skirt เส้นพลาสติกอาจจะออกมาไม่เต็มเส้น ทำให้ฐานของงานพิมพ์เสียหาย ซึ่ง Skirt จะช่วยแก้ปัญหาในส่วนนี้ ส่วน Brim นั้นเป็นการสร้างชายขอบให้กับชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานติดกับแผ่นฐานทำความร้อนได้อย่างแน่นหนาขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่มีฐานขนาดกว้าง ซึ่งถ้าไม่มี Brim มาช่วยตัวงานก็อาจจะหลุดออกมาจากแผ่นฐานทำความร้อน หรือไม่บางครั้งฐานงานก็จะเกิดการบิดเบี้ยว ในหน้าต่างนี้ มีหัวข้อที่ต้องรู้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในส่วนของ Skirt

1. Loops หมายถึงให้ฉีดเส้นพลาสติกทิ้งรอบชิ้นงานกี่รอบ ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 2 รอบ
2. Distance From Object หมายถึง ให้ฉีดเส้นพลาสติกทิ้งออกมาจากชิ้นงานกี่มิลลิเมตร
3. Skirt Height หมายถึง จำนวนชั้นที่ต้องการให้ฉีดเส้นพลาสติกทิ้งออกมากี่ชั้น ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 1 ชั้น
4. Minimum Extrusion Length หมายถึง กำหนดค่าที่จะให้ฉีดพลาสติกออกมาเป็นระยะทางเท่าไร ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ค่อยได้ใช้ ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 0

Support Material

ในหน้าต่างนี้จะเป็นในหัวข้อที่เกี่ยวกับการสร้าง Support ให้กับชิ้นงาน ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องดูลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการพิมพ์ด้วยว่าจำเป็นต้องใช้ Support หรือไม่ Support นั้นจะเหมาะกับงานที่ Overhang เช่น รูปคนกางแขน ซึ่งถ้าไม่มี Support เวลาพิมพ์งานจนถึงช่วงแขนก็จะทำให้เส้นพลาสติกย้อยตกลงมา ดังนั้นจำเป็นต้องสร้าง Support เพื่อเป็นที่ให้ส่วนแขนสามารถค้ำหรือวางลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

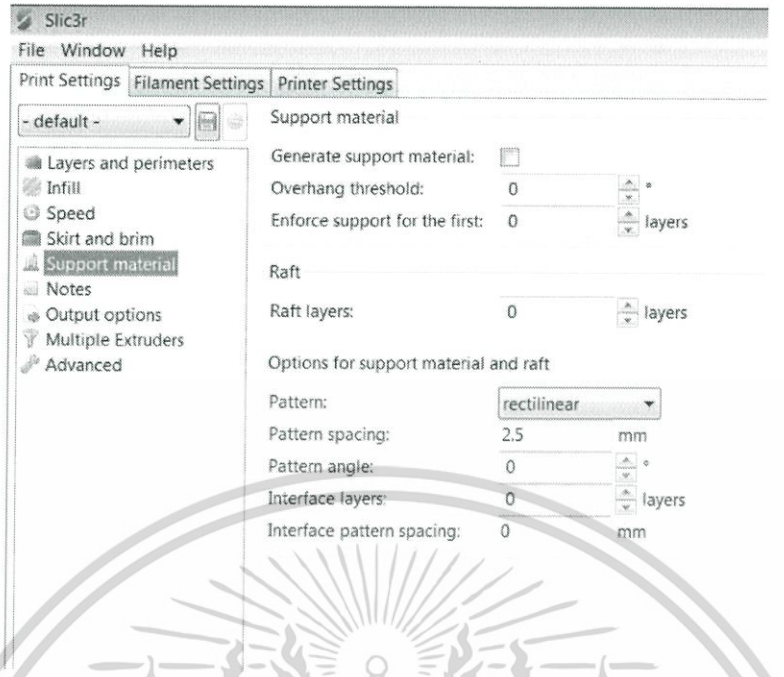
มาได้ ซึ่งโดยปกติเส้นพลาสติกจะเริ่มย้อยลงมา ถ้างานที่พิมพ์นั้นมีส่วนยื่นออกมาเกิน 45 องศา ซึ่งในภาพนี้นั้นเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการสร้าง Support ซึ่งเครื่องพิมพ์ที่ใช้เป็นแบบ 2 หัวฉีด ซึ่งตัว Support จะเป็นสีส้มแต่ตัวงานเป็นสีเขียว ซึ่งจะเห็นว่าถ้าไม่มี Support เส้นพลาสติกก็จะเริ่มย้อยลงมาเมื่อพิมพ์ในส่วนของท้อง, หาง และ หัว แต่ถ้ามี Support ตัวเครื่องก็สามารถพิมพ์งานประเภทนี้ได้ เมื่อพิมพ์เสร็จก็ทำการดึงหรือตัด Support ทิ้งออกไป แล้วยังมีอีกหลายโปรแกรมที่สามารถสร้าง Support ได้ดีกว่าโปรแกรม Slic3r เพราะผู้เขียนคิดว่าโปรแกรม Slic3r นั้นสร้าง Support ได้แต่เวลาแกะ Support นั้นยากมาก ดังนั้นอยากแนะนำเป็นโปรแกรม Kisslicer ซึ่งเป็นโปรแกรมอีกตัว ที่สามารถสร้าง Gcode ให้เครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ และการสร้าง Support นั้นก็ดีกว่าโปรแกรม Slic3r แต่ผู้เขียนอยากให้ศึกษาการใช้ Support ในโปรแกรม Slic3r ไว้เพื่อเป็นประโยชน์ หรือเป็นตัวเลือกให้กับผู้ใช้ ส่วนโปรแกรม Kisslicer นั้นจะกล่าวถึงในคู่มือการใช้โปรแกรม Kisslicer ซึ่งหน้าตาและการใช้งานจะแตกต่างกับโปรแกรม Slic3r

ในส่วนของหน้าต่าง Support นั้นมีค่าต่างๆ ที่ต้องใส่ดังนี้

1. Generate Support Material หมายถึง ให้เลือกถ้าต้องการให้โปรแกรมสร้าง Support ให้โดยใช้ค่าที่ตั้งด้านล่าง

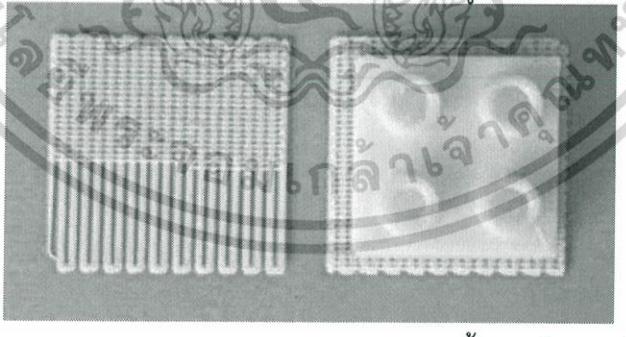
2. Overhang Threshold หมายถึง มุมที่เกินจากนี้ให้โปรแกรมสร้าง Support มารองรับ แต่ถ้าใส่ 0 หมายถึงให้โปรแกรมคิดให้ว่าจะต้องใส่ Support ตรงช่วงไหนบ้างของชิ้นงาน 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. Enforce Support For The First หมายถึง ให้สร้าง Support จนกว่าจะถึงเลเยอร์ที่กำหนด เหมาะสำหรับงานที่มีฐานด้านล่างที่มีขนาดเล็กที่สามารถหักได้ ถ้าไม่มี Support ในส่วนของ Raft เป็นการสร้างแพเพื่อรองรับชิ้นงานเหมาะสำหรับงานที่มีฐานเล็กหลายๆ ฐาน ซึ่งถ้าไม่มี Raft การพิมพ์ในชั้นแรกก็จะพิมพ์ติดยากเพราะไม่มีเนื้อที่ให้พลาสติกเกาะที่ฐาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างแพหรือ Raft ในการพิมพ์ชั้นแรกขึ้นมาก่อน ซึ่งเมื่อพิมพ์ Raft เสร็จโปรแกรมจึงค่อยเริ่มพิมพ์ชิ้นงาน การสร้าง Raft นั้นจะอยู่คนละส่วนกับ Support ซึ่งผู้ใช้สามารถสร้าง Raft ได้โดยไม่จำเป็นต้องเลือก Generate Support Material ส่วนการตั้งค่า Raft มีดังนี้

Raft layer หมายถึง ให้สร้าง Raft ขึ้นมากี่ชั้น ซึ่งเมื่อพิมพ์ Raft ตามชั้นที่กำหนดเสร็จแล้วจึงค่อยเริ่มพิมพ์ชิ้นงาน ตัวอย่างของการสร้าง Raft ชิ้นงานจะวางอยู่บน Raft ที่เครื่องพิมพ์ทำขึ้นมาก่อน



ในส่วนของ Option For Support Material and Raft นั้นจะเป็นการกำหนดรูปแบบที่จะใช้ในการพิมพ์ Support ซึ่งสามารถเลือกได้เช่นเดียวกันกับการพิมพ์ Infill ที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. Pattern หมายถึง รูปแบบในการพิมพ์ Support และ Raft สามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ Rectilinear, Rectilinear Grid และ Honeycomb ซึ่งสามารถดูรูปแบบได้จากรูปที่อยู่ในหัวข้อ Infill

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

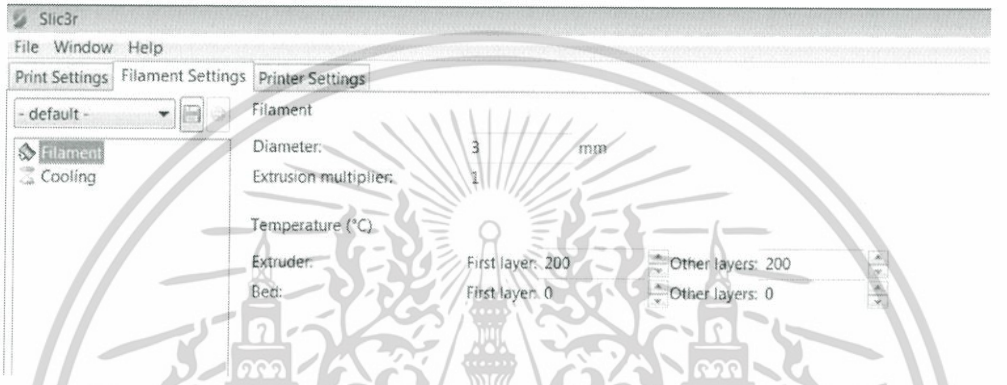
2. Pattern Spacing หมายถึง ช่องว่างระหว่าง Pattern ที่ใช้กับขอบของชิ้นงาน ซึ่งถ้าชิดมากก็จะทำให้ Support แข็งแรง และตัวงานวางอยู่บน Support ได้ชิดขึ้น แต่จะทำให้แกะ Support

ออกยากเวลาที่พิมพ์เสร็จ แต่ถ้าห่างมากก็จะทำให้ชิ้นงานอยู่ห่างจาก Support และอาจทำให้เกิดการย้อยของเส้นพลาสติกเวลาพิมพ์งาน ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องดูลักษณะงานให้เหมาะสมกับระยะห่างระหว่าง Support กับตัวชิ้นงาน

3. Pattern Angle หมายถึง มุมที่ต้องการวาง Support เช่น ต้องการให้พิมพ์ Support ทำมุมกับชิ้นงาน 45 องศาเป็นต้น

Filament Setting

ในส่วนหน้าต่างนี้จะเป็นตัวกำหนดค่าต่างๆ เกี่ยวกับเส้นพลาสติก แผ่นฐานทำความร้อน,และระบบทำความเย็น



Filament

ในหัวข้อ Filament มีค่าต่างๆ ที่ต้องกำหนดดังนี้

1. Diameter หมายถึง ขนาดเส้นพลาสติกที่ใช้ โดยให้ใช้เวอร์เนียวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดพลาสติกในหลายจุด แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย เมื่อได้ค่าเฉลี่ยแล้วให้นำตัวเลขมาใส่ที่ช่องนี้

2. Extrusion Multiplier หมายถึง การคำนวณปริมาณพลาสติกที่ฉีดออกมา โดยใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1 ซึ่ง 1 หมายถึง 100% ซึ่งการเปลี่ยนค่านี้ให้บวกหรือลบครั้งละ 0.05 ในส่วนนี้สามารถทดสอบได้โดยการ Calibrate โดยการพิมพ์ขอบหรือ Perimeter แค่ 1 รอบแล้วให้วัดความหนาของขอบที่พิมพ์ออกมาว่าเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติหัวฉีดขนาด 0.4 มิลลิเมตรจะสร้างของที่มีความหนาประมาณ 0.4 - 0.45 มิลลิเมตร ถ้าพิมพ์ออกมาแล้วขอบใหญ่หรือเล็กจากขนาดหัวฉีดให้ทำการเปลี่ยนค่านี้ ซึ่งจะบอกวิธีอย่างละเอียดในคู่มือการ Calibrate หัวฉีด

ในหัวข้อ Temperature มีค่าที่ต้องใส่ดังนี้

1. Extruder หมายถึง อุณหภูมิของหัวฉีดที่ต้องการ

a. First Layer ให้ใส่ค่าอุณหภูมิที่ต้องการฉีดในเลเยอร์แรก ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องมากกว่า Other Layers ประมาณ 5 – 10 องศา

b. Other Layer ให้ใส่ค่าอุณหภูมิที่ต้องการหลังจากทำการพิมพ์เลเยอร์แรกเสร็จแล้ว

2. Bed หมายถึงอุณหภูมิของแผ่นทำความร้อนที่ต้องการ

a. First Layer ให้ใส่ค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้แผ่นทำความร้อนทำงานในขณะที่พิมพ์เลเยอร์แรก ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องมากกว่า Other Layers ประมาณ 5 – 10 องศา

b. Other Layer ให้ใส่ค่าอุณหภูมิที่ต้องการหลังจากทำการพิมพ์เลเยอร์แรกเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooling

ในส่วนหัวข้อ Cooling นั้นจะมีค่าต่างๆดังนี้

1. Keep Fan Always On หมายถึง ให้เปิดพัดลมตลอดเวลาที่พิมพ์งาน

2. Enable Auto Cooling เป็นการบังคับใช้พัดลมให้ทำงานสัมพันธ์กันกับความเร็วในการพิมพ์ เช่น ถ้าในเลเยอร์มีการพิมพ์ที่ใช้เวลาน้อยกว่า 30 วินาที ตัวพัดลมจะวิ่งเต็มความเร็ว 100% และจะลดเวลาในการพิมพ์ลงมาเพื่อให้สัมพันธ์กัน แต่ถ้าในเลเยอร์นั้นใช้เวลาการพิมพ์มากกว่า 30 วินาทีแต่น้อยกว่า 60 วินาที ค่าความเร็วของพัดลมจะแปรผันตามเวลาที่ใช้พิมพ์และความเร็วในการพิมพ์จะอยู่ระหว่าง 35% ถึง 100% แต่ถ้าเลเยอร์ใช้เวลาในการพิมพ์มากกว่า 60 วินาที พัดลมก็จะไม่ทำงาน ในส่วนของเวลาสามารถกำหนดค่าที่ต้องการได้ในหัวข้อ Cooling Threshold ซึ่งข้อดีของ Function นี้ก็คือจะได้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพแต่ต้องแลกมากับเวลาที่ใช้พิมพ์งานนานขึ้น

3. Fan Speed หมายถึง ค่าความเร็วของพัดลมที่ต้องการใช้ซึ่งมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ตรงจุดนี้ค่า Min คือ ต้องการให้พัดลมเปิดเบาสุดที่กี่เปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบพัดลม ส่วน Max นั้นคือต้องการให้พัดลมเปิดแรงสุดที่กี่เปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบของพัดลม

4. Bridges Fan Speed หมายถึง ถ้าเลเยอร์นั้นมีการพิมพ์ที่มีลักษณะเหมือนสะพานคือไม่มีเสามาค้ำหรือไม่มี Support ซึ่งถ้าไม่เปิดพัดลมเส้นพลาสติกก็จะย้อยลงมา ดังนั้นผู้ใช้ต้องใส่ค่าความแรงของพัดลมที่ต้องการเวลาที่มีการพิมพ์ Bridge

5. Disable Fan For The First หมายถึง ต้องการให้ปิดพัดลมจนกว่าจะพิมพ์ถึงเลเยอร์ที่กำหนดแล้วจึงค่อยเปิดพัดลม ซึ่งตรงจุดนี้นั้นเหมาะสำหรับงานพิมพ์ฐานในเลเยอร์แรก ซึ่งจำเป็นต้องให้เส้นพลาสติกยึดติดกับฐาน ค่ามาตรฐานเป็น 1

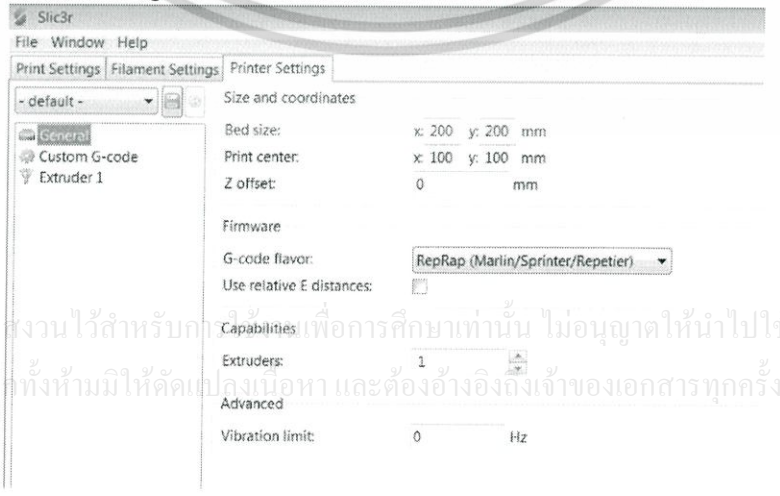
6. Enable Fan If Layer Print Time Is Below หมายถึง ให้พัดลมทำงานถ้าระยะเวลาในการพิมพ์นั้นน้อยกว่าเวลาที่กำหนดในช่องนี้

7. Slow Down If Layer Print Time Is Below หมายถึง ให้เครื่องพิมพ์เคลื่อนที่หัวพิมพ์ให้ช้าลง ถ้าระยะเวลาในการพิมพ์ในน้อยกว่าเวลาที่กำหนดในช่องนี้

8. Min Print Speed หมายถึง ความเร็วน้อยที่สุดที่ต้องการให้หัวพิมพ์เคลื่อนที่ถ้าระยะเวลาในการพิมพ์ของเลเยอร์นั้นน้อยกว่าเวลาที่กำหนดในหัวข้อด้านบน

Printer Setting

ในหน้า Printer Setting เป็นหน้าจัดการเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ซึ่งมีหัวข้อให้ใส่ค่าดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General

ในหัวข้อ General จะเป็นการจัดการเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ และการออก Gcode ของโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

1. Bed Size หมายถึง ขนาดแผ่นฐานทำความร้อนหรือพื้นที่การพิมพ์ ให้ใส่ขนาดกว้าง x ยาวลงไป

2. Print Center หมายถึง จุดตำแหน่งที่ X เป็น 0 และ Y เป็น 0 ซึ่งถ้าต้องการให้จุดเริ่มต้นอยู่ตรงกลางของแผ่นฐานทำความร้อนหรือพื้นที่การพิมพ์ ให้นำค่าพื้นที่การพิมพ์มาหารด้วย 2 แต่ถ้าต้องการให้จุดเริ่มต้นอยู่มุมล่างซ้ายสุดก็ให้ใส่ค่าติดลบแล้วตามด้วยขนาดของพื้นที่การพิมพ์ เป็นต้น เช่น พื้นที่การพิมพ์ 200 x 200 มิลลิเมตร ก็ให้ใส่ค่า -200 ในช่องของค่า X และ -200 ในช่องของค่า Y

3. Z Offset หมายถึง ให้เครื่องพิมพ์ยกหัวพิมพ์ขึ้นมาจากฐานพิมพ์ตามค่าที่เรากำหนด เช่น ถ้าหัวพิมพ์ฉีดพลาสติกไม่ออกเวลาพิมพ์เลเยอร์แรก ก็ให้ทำการใส่ค่าในช่องนี้ลงไป ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องดูขนาดหัวฉีดของเครื่องพิมพ์ด้วยว่ามีขนาดเท่าไร ถ้ามีขนาดรู 0.4 มิลลิเมตร ก็อาจจะใส่ค่าเริ่มต้นในช่องนี้เป็น 0.25 มิลลิเมตร เป็นต้น

4. Gcodeflavor ให้เลือก Firmware ที่มาพร้อมกับเครื่องพิมพ์

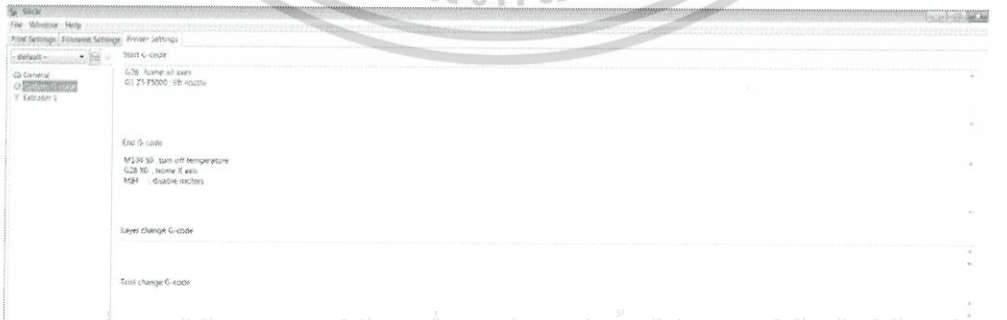
5. Use Relative E Distance หมายถึง ให้ Gcode ทำงานในระบบ G92 ซึ่งค่ามาตรฐานนั้นเป็น NO

6. Extruder หมายถึง จำนวนหัวฉีดที่มาพร้อมกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งถ้าเลือกเป็น 2 ในหน้า Manual Control ในส่วนของ Extruder ก็จะมีให้ใช้งาน 2 หัวฉีดซึ่งแต่ละหัวฉีดสามารถตั้งอุณหภูมิให้แตกต่างกันได้

7. Vibration Limit ให้ใส่ค่าเป็น 0

Custom Gcode

ในหัวข้อ Custom Gcode นั้นจะเป็นในส่วนของหัวและท้ายโปรแกรมที่ผู้ใช้สามารถเขียนเพิ่มเติมได้เพื่อให้เครื่องพิมพ์ทำงานตามคำสั่งหรือโค๊ดที่เขียนก่อนเริ่มพิมพ์ และหลังพิมพ์งานเสร็จ ซึ่งในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Start Gcode หมายถึง ให้เครื่องพิมพ์ทำงานก่อนที่จะเริ่มพิมพ์งาน เช่น G28 ; Home All Axes ให้เครื่องพิมพ์กลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นที่จุด X เป็น 0 Y เป็น 0 G1 Z5 F5000 ; Lift Nozzle ให้เครื่องพิมพ์ยกหัวพิมพ์ขึ้นมา 5 มิลลิเมตร

2. End Gcode หมายถึง ให้เครื่องพิมพ์ทำตามโค๊ดหลังจากพิมพ์งานเสร็จ เช่น M104 S0 ; Turn Off Temperature ให้ปิดฮีทเตอร์ทั้งหมด G28 X0 ; Home X Axis ให้เครื่องพิมพ์กลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นที่จุด X

3. Layer Change Gcode หมายถึง ให้เครื่องพิมพ์ทำงานตามโค๊ดทุกครั้งก่อนทำการพิมพ์ใน Layer ถัดไป

4. Tool Change Gcode ในส่วนนี้เหมาะกับการเซ็ทเครื่องเป็นเครื่องกัด ซึ่งในเครื่องพิมพ์ 3 มิติจะไม่ได้ใช้ในส่วนนี้

Extruder 1

ในหัวข้อนี้เป็นการกำหนดขนาดของหัวฉีดรวมถึงการป้องกันการไหลของพลาสติกออกมาจากหัวฉีดในขณะพิมพ์ซึ่งประกอบไปด้วยค่าต่างๆ ที่ต้องกำหนดดังนี้

1. Nozzle Diameter หมายถึง ขนาดของรูหัวฉีดซึ่งการกำหนดค่านี้ให้บวกเข้าไป 0.05 มิลลิเมตรจากค่าที่วัดได้หรือค่าที่ทางโรงงานผู้ผลิตระบุมา เพราะการเจาะรูนั้นจะมีในส่วนของค่าเบี่ยงเบนประมาณ 0.05 มิลลิเมตร เช่น หัวฉีดขนาด 0.4 มิลลิเมตร ก็ให้ใส่เป็น 0.45 มิลลิเมตร

2. Extruder Offset ในส่วนนี้เป็นการกำหนดตำแหน่งของหัวพิมพ์หรือหัวฉีดที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างจากหัวฉีดแรกในระยะเท่าไร ซึ่งถ้ามีหัวฉีดเดียวก็ไม่จำเป็นต้องใส่ในส่วนต่อไปจะเป็น Function ในการป้องกันการไหลของพลาสติกในขณะพิมพ์งาน ซึ่งตรงนี้จะมีผลต่อคุณภาพของงานที่พิมพ์เพราะว่าเส้นพลาสติกที่ไหลเกินออกมาจะไปทับเส้นขอบของชิ้นงานทำให้ผิวงานไม่เรียบเนียน ดังนั้นการแก้ไขก็คือการสั่งให้มอเตอร์ดึงเส้นพลาสติกกับเข้าไปในหัวฉีดขณะเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Length หมายถึง ให้มอเตอร์ดึงเส้นพลาสติกกลับเข้าไปกี่มิลลิเมตร ซึ่งโดยปกติถ้าหัวฉีดกับชุดมอเตอร์ที่ดันเส้นพลาสติกอยู่ติดกันก็ให้ใส่ค่าระหว่าง 1 - 3 มิลลิเมตร แต่ถ้าหัวฉีดกับชุดมอเตอร์ที่ดันเส้นพลาสติกอยู่ห่างกันก็ให้ใส่ค่าประมาณ 5 – 15 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับระยะที่ห่างกันของหัวฉีดกับชุดมอเตอร์ที่ดันพลาสติกออกมา

4. Lift Z หมายถึง ให้ทำการยกหัวฉีดออกจากตัวชิ้นงานตามค่าที่กำหนดไว้ ในขณะที่หัวฉีดนั้นกำลังเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ค่ามาตรฐานอยู่ประมาณ 0.1 – 1 มิลลิเมตร

5. Speed หมายถึง ความเร็วในการดึงเส้นพลาสติกกับเข้าไปในหัวฉีด

6. Extra Length On Restart หมายถึง เมื่อหัวฉีดเคลื่อนที่ไปยังจุดที่จะเริ่มพิมพ์ให้ทำการฉีดพลาสติกออกมาให้ตามค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งเครื่องพิมพ์ส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องใช้ตรงจุดนี้ค่ามาตรฐานเป็น 0

7. Minimum Travel After Retraction หมายถึง ถ้าการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์น้อยกว่าระยะที่กำหนดก็ไม่ต้องให้มอเตอร์ดึงเส้นพลาสติกกลับเข้าไปให้หัวฉีด ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเร็วในการพิมพ์งาน ค่ามาตรฐานเป็น 2

8. Retraction On Layer Change หมายถึง ให้ทำการดึงเส้นพลาสติกกลับทุกครั้งเมื่อจะเริ่มพิมพ์ในเลเยอร์ต่อไป

9. Wipe Before Retract หมายถึง ให้ทำการขยับหัวพิมพ์พร้อมกับการดึงเส้นพลาสติกกลับเข้าไปในหัวฉีด ซึ่งเหมือนกับการเช็ดเส้นพลาสติกออกจากหัวพิมพ์

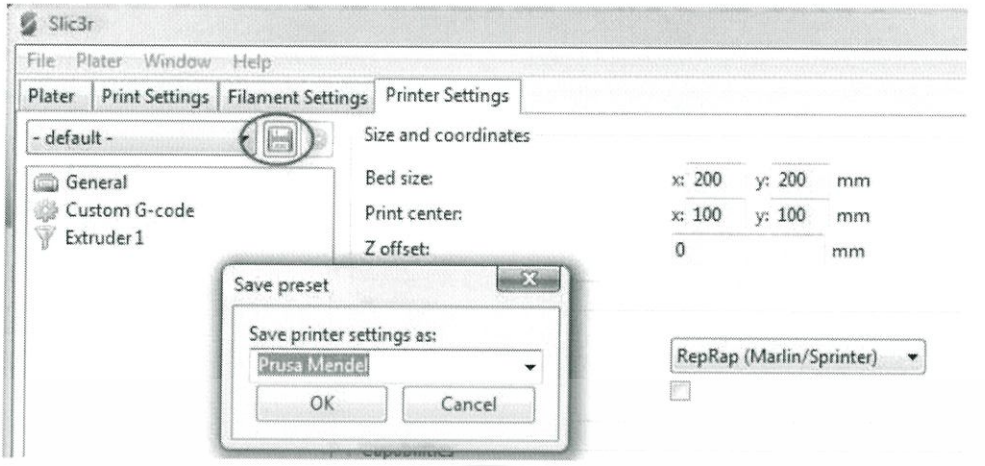
ในหัวข้อ Retraction When Tool Is Disable นั้นจะเกี่ยวกับการตั้งค่าสำหรับเครื่องพิมพ์ที่มี 2 หัวฉีด

การบันทึกและลบ Profile ในโปรแกรม Slic3r นั้นผู้ใช้สามารถที่จะบันทึกค่าต่างๆ เก็บเป็น Profile เพื่อใช้งานได้ ซึ่งแต่ละ Profile อาจจะมีการตั้งค่าที่แตกต่างกันเพื่อให้เหมาะกับงานที่จะพิมพ์ในแต่ละประเภท ซึ่งการบันทึก Profile ของโปรแกรม Slic3r นั้นจะแบ่ง Profile ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. Profile ในส่วนของ Print Setting
2. Profile ในส่วนของ Filament Setting
3. Profile ในส่วนของ Printer Setting

เมื่อทำการเปลี่ยนค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้วจำเป็นต้องทำการบันทึกทุกครั้ง โดยการปุ่ม Save ตามรูปภาพ แต่ถ้าต้องการระบุชื่อให้กับ Profile ก็ให้ทำการพิมพ์ชื่อลงไป แล้วจึงกดปุ่ม Save

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การลบ Profile นั้นทำได้โดนการเลือก Profile ที่ต้องการลบโดยการกด Drop Down Menu แล้วเลือก Profile ที่ต้องการจากนั้นกดปุ่มลบตามรูปภาพ

การ Import และ Export ในส่วนของ Configuration เพื่อนำมาใช้งาน

ในโปรแกรม Slic3r นั้นผู้ใช้สามารถที่จะ Import Configuration เข้ามาใช้งานได้ โดยไม่จำเป็นต้องไปตั้งค่าต่างๆ ซึ่งจะมีความสะดวก ถ้าผู้ใช้มีเครื่องพิมพ์ที่เหมือนกันมากกว่า 1 เครื่อง ซึ่งการ Import Configuration เข้ามาใช้งานนั้น โปรแกรมจะนำค่าทั้งหมดที่อยู่ใน Profile ในแถบหน้าต่าง Print Settings, Filament Settings และ Printer Settings เข้ามาใช้งาน ซึ่งผู้ใช้จะสามารถพิมพ์ชิ้นงานจาก Profile เหล่านั้นได้ในทันที โดยไม่ต้องทำการเปลี่ยนค่าแต่อย่างใด ซึ่งจะสะดวกเป็นอย่างมากหากผู้ใช้ได้ทำการบันทึก Profile ไว้เป็นจำนวนมาก เพราะจะได้ไม่ต้องมาใส่ค่าใหม่เมื่อมีการติดตั้งโปรแกรมลงใหม่ นอกจากนั้นการที่ผู้ใช้ยังสามารถนำ File Configuration เอาไว้ติดตั้งในกรณีที่ต้องนำไปติดตั้งกับเครื่อง Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปสเตอร์