

A Tutorial on 3D Printing Robot Parts

Why We Use 3D Printing.

3D Printing provides an excellent platform on which to rapidly prototype and produce working parts for relatively low-stress tasks. This tutorial will explain how we, the Marianopolis CRC Team, applied this piece of technology to enhance our workflows by resolving atypical problems through solutions made accessible through 3D Printing.

Before we continue, please note that FDM 3D Printing is not without its hazards. As the writer and an avid tinkerer, myself, I must urge that FDM 3D Printers be handled with utmost care to avoid health issues from fumes, and severe injuries or even death from electrical shocks from the exposed electronics on some of these machines (particularly ones from China). In addition, they aren't fast: a single 20-teeth Idler Pulley takes 5-10 minutes to print while a helmet takes several days to print. Also note that these printers are basically making plastic spaghetti walls, so you can't expect a printed duplicate of a metal part to perform anywhere nearly as well as the original.

All that said, we still used FDM printing because said spaghetti walls are surprisingly strong when thick, and 3D Printers are significantly more accurate than humans if precision tools, such as lathes or mills, are unavailable. With the right tools, 3D Printed parts can be perfect for many mechanical purposes. It remains an versatile and powerful tool.

The Tools.

3D Printing is actually relatively accessible today due to lower costs and its incorporation with devices available to all. To design and print parts through your 3D Printer, you will need four things: a 3D Modelling Software, a Computer for that Software, a Printer, and some nice tools for finishing the printed object – namely a sharp scraper, some thin pliers, and some thin flush cutters.

Phase 1: Part Designing on the Surface Level – CADing

The first thing to do for designing a part is to, well, design the part! You will need to design your 3-dimensional object through Computer-Aided Design (CAD) Software. For beginners, I recommend TinkerCAD for creating 3D Objects for printing. When designing your part, it helps a lot to visualize the requirements for your part and work around those. Though there is not one single best way to CAD, I recommend that you take measurements of the interacting parts – from their size, their shape, to the distances between one another - and build a basic geometry surrounding those measurements first, then cut away at the part until you have a simple, yet effective model that considers the requirements (interacting parts, like screws needing holes), the constraints (limited space), the assembly (convenient things like adding holes for screw drivers to access screw positions), and the printing (you must have a relatively large flat surface on that acts as the base for the print). Do keep in mind that 3D Printing requires tolerances on the level of a few hundred micrometres – that is to say that features of your object may be parts of a millimetre more or less wide. If your design has holes, I suggest tolerances of 0.2 mm to 0.4 mm. Once you are satisfied with your part, you can now export the shape as an .stl or .obj file for usage in a Slicer program. You have only created the skin of your object. Next is the internal structure.

Phase 2: Part Designing on the Structural Level - Slicing

You now need to “Slice” your part. Slicers are programs that take your 3-dimensional skin and slice them into vertical layers for printing. For this, I recommend using Cura, which is a versatile Slicer with many adjustable print settings. When setting up, you must select the plastic filament you will be using. I recommend PLA filament for beginners as it is easy to print with and produces rigid, albeit brittle, parts - though you should keep in mind that it starts deforming at 70 degrees Celsius. In Cura, you must select pre-configured settings for using PLA in the filaments section. This will load good nozzle and bed temperatures for printing with PLA, although you should verify that it is within the filament manufacturer’s recommended temperatures. From here, you should also adjust these settings:

- Use 0.3mm Layer Height and Base Layer Height;
- Change the number of walls from 2 (default) to 4 (strong enough for many small things);
- Change the number of bottom and top layers to 4, such that it is 1.2mm thick; and
- Enable the printing of outside walls before inside walls in the Shell section for accuracy.

Phase 3: Printer Operation – Printing

Operating a 3D Printer is relatively simple when the printer is tuned properly. If the printer has not been tuned, tune it. Maintenance is of utmost importance to ensuring the quality of produced parts. If the printer is in good shape, you can begin the print by saving the slicer’s .gcode file onto an SD Card, inserting it into your FDM printer, and activating it as the print. Be sure to remain present for at least all of the printer’s heating time and for the first layer. The first layer of a print is the most important layer as it will decide whether or not the print results in a success or failure. If the plastic coming from the nozzle appears to be pressed onto the bed platform, but not transparent, then the bed is at a good height. If this is not the case, you should stop the print so that you can adjust the tension of the bed springs until the right height is reached. Be careful about the remaining heat on the bed! At high temperatures, it can burn.

Some printers do not have a heated print bed. This is a problem as it limits the capabilities of printers. As such, I recommend obtaining a printer with a heated bed or a heated bed or mat to upgrade a non-heated bed printer. Adding a glass plate about 3mm thick will also greatly increase the quality of prints as a glass bed heated to the glass-transition temperature of plastics will allow plastics to stick on while warm and pop off when cooled.

Once the printer is printing with its first layer perfected, the printer can now be left to finish the print on its own. During this time, you may notice that PLA filament has the smell of cooking oil (you might also just not smell it). The fumes from PLA have not been noted as toxic. However, if you use other filaments, this cannot be guaranteed. Styrene fumes from ABS filament, for example, is carcinogenic. Try to keep the printer in another room!

Phase 4: Part Finishing and Using

Once the print is complete, you should let the print bed cool down 15-25 degrees Celsius and afterwards use the scraper to lift the printed object off the bed. If you printed with supports or have minor imperfection you’d like to get rid of, you can remove them using the pliers and flush cutters suggested earlier. And with all that done, you now have a functional part fully design. Nice job!

Pourquoi utilisons-nous l'impression 3D?

L'impression 3D fournit une excellente plate-forme sur laquelle prototyper et produire rapidement des pièces de travail pour des tâches relativement peu stressantes. Ce tutoriel expliquera comment nous, l'équipe CRC de Marianopolis, avons appliqué cette technologie pour améliorer nos processus en résolvant des problèmes atypiques grâce à des solutions accessibles par l'impression 3D.

Avant de continuer, veuillez noter que FDM 3D Printing n'est pas sans danger. En tant qu'écrivain et fervent bricoleur, je dois insister pour que les imprimantes 3D FDM soient manipulées avec le plus grand soin pour éviter les problèmes de santé causés par les vapeurs et les blessures graves, voire mortelles, des décharges électriques provenant de l'électronique exposée sur certaines de ces machines (surtout celles de Chine). De plus, ils ne sont pas rapides: une seule poulie Idler à 20 dents prend 5 à 10 minutes à imprimer alors qu'un casque prend plusieurs jours à imprimer. Notez également que ces imprimantes fabriquent essentiellement des parois en plastique pour spaghettis, de sorte que vous ne pouvez pas vous attendre à ce qu'un duplicata imprimé d'une pièce métallique fonctionne aussi bien que l'original.

Cela dit, nous avons toujours utilisé l'impression FDM parce que les murs de spaghetti sont étonnamment forts lorsqu'ils sont épais, et les imprimantes 3D sont nettement plus précises que les humains si les outils de précision, comme les tours ou les moulins, ne sont pas disponibles. Avec les bons outils, les pièces imprimées en 3D peuvent être parfaites pour de nombreuses applications mécaniques. Il reste un outil polyvalent et puissant.

Les outils.

L'impression 3D est actuellement relativement accessible en raison de la réduction des coûts et de son intégration avec des appareils accessibles à tous. Pour concevoir et imprimer des pièces à l'aide de votre imprimante 3D, vous aurez besoin de quatre choses: un logiciel de modélisation 3D, un ordinateur pour ce logiciel, une imprimante et de beaux outils pour finir l'objet imprimé - un grattoir pointu, des pinces fines et quelques couteaux affleurants.

Phase 1: Conception de pièces sur le niveau de surface - CAO

La première chose à faire pour concevoir une pièce est, bien, de concevoir la pièce! Vous devrez concevoir votre objet tridimensionnel à l'aide du logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO). Pour les débutants, je recommande TinkerCAD pour créer des objets 3D pour l'impression. Lors de la conception de votre pièce, il est très utile de visualiser les exigences de votre pièce et de contourner celles-ci. Bien qu'il n'y ait pas un seul moyen de CAO, je recommande de prendre des mesures des parties en interaction - de leur taille, leur forme, à la distance entre elles - et de construire une géométrie de base entourant ces mesures, puis la pièce jusqu'à ce que vous ayez un modèle simple mais efficace qui considère les exigences

(pièces en interaction, comme les vis nécessitant des trous), les contraintes (espace limité), l'assemblage (choses pratiques comme ajouter des trous pour les vis) l'impression (vous devez avoir une surface relativement grande sur laquelle agit la base pour l'impression). Gardez à l'esprit que l'impression 3D nécessite des tolérances au niveau de quelques centaines de micromètres - c'est-à-dire que les caractéristiques de votre objet peuvent être des parties de millimètre plus ou moins larges. Si votre conception comporte des trous, je suggère des tolérances de 0,2 mm à 0,4 mm. Une fois que vous êtes satisfait de votre pièce, vous pouvez maintenant exporter la forme sous forme de fichier .stl ou .obj à utiliser dans un programme Slicer. Vous avez seulement créé la peau de votre objet. La prochaine tâche est la structure interne.

Phase 2: Conception de pièces au niveau structurel - Tranchage

Vous devez maintenant "découper" votre pièce. Les trancheurs sont des programmes qui prennent votre peau en trois dimensions et les découpent en couches verticales pour l'impression. Pour cela, je recommande d'utiliser Cura, qui est un Slicer polyvalent avec de nombreux paramètres d'impression réglables. Lors de la configuration, vous devez sélectionner le filament en plastique que vous allez utiliser. Je recommande le filament PLA pour les débutants, car il est facile à imprimer et produit des pièces rigides, quoique cassantes, mais il ne faut pas oublier qu'il commence à se déformer à 70 degrés Celsius. Dans Cura, vous devez sélectionner les paramètres préconfigurés pour l'utilisation de PLA dans la section des filaments. Ceci chargera de bonnes températures de buse et de lit pour l'impression avec PLA, bien que vous devriez vérifier qu'il est dans les températures recommandées par le fabricant de filament. De là, vous devriez également ajuster ces paramètres:

- Utiliser une hauteur de couche de 0,3 mm et une hauteur de couche de base;
- Changez le nombre de murs de 2 (par défaut) à 4 (assez fort pour beaucoup de petites choses);
- Changer le nombre de couches inférieures et supérieures à 4, de telle sorte qu'il soit de 1,2 mm d'épaisseur; et
- Activez l'impression des murs extérieurs avant les murs intérieurs dans la section Shell pour plus de précision.

Phase 3: Fonctionnement de l'imprimante - Impression

L'utilisation d'une imprimante 3D est relativement simple lorsque l'imprimante est correctement réglée. Si l'imprimante n'a pas été réglée, réglez-la. L'entretien est de la plus haute importance pour garantir la qualité des pièces produites. Si l'imprimante est en bon état,

vous pouvez commencer l'impression en enregistrant le fichier .gcode de la tronçonneuse sur une carte SD, en l'insérant dans votre imprimante FDM et en l'activant en tant qu'impression. Assurez-vous de rester présent pendant au moins toute la durée du chauffage de l'imprimante et pour la première couche. La première couche d'une impression est la couche la plus importante, car elle déterminera si l'impression entraîne ou non un succès. Si le plastique provenant de la buse semble être pressé sur la plate-forme du lit, mais pas transparent, alors le lit est à une bonne hauteur. Si ce n'est pas le cas, arrêtez l'impression afin d'ajuster la tension des ressorts jusqu'à ce que la bonne hauteur soit atteinte. Faites attention à la chaleur restante sur le lit! À des températures élevées, il peut brûler.

Certaines imprimantes n'ont pas de lit d'impression chauffé. Ceci est un problème car il limite les capacités des imprimantes. En tant que tel, je recommande d'obtenir une imprimante avec un lit chauffant ou un lit chauffant ou un tapis pour mettre à niveau une imprimante de lit non chauffée. L'ajout d'une plaque de verre d'environ 3 mm d'épaisseur augmentera considérablement la qualité des impressions car un lit de verre chauffé à la température de transition vitreuse des plastiques permettra aux plastiques de rester collés à chaud et de se détacher lorsqu'ils sont refroidis.

Une fois que l'imprimante est en train d'imprimer avec sa première couche perfectionnée, l'imprimante peut maintenant être laissée pour terminer l'impression par elle-même. Pendant ce temps, vous remarquerez peut-être que le filament PLA a l'odeur de l'huile de cuisson (vous pourriez aussi ne pas le sentir). Les émanations de PLA n'ont pas été notées comme toxiques. Cependant, si vous utilisez d'autres filaments, cela ne peut pas être garanti. Les fumées de styrène provenant du filament ABS, par exemple, sont cancérigènes. Essayez de garder l'imprimante dans une autre pièce!

Phase 4: Finition et utilisation des pièces

Une fois l'impression terminée, vous devez laisser refroidir le lit d'impression entre 15 et 25 degrés Celsius et ensuite utiliser le grattoir pour soulever l'objet imprimé du lit. Si vous avez imprimé avec des supports ou si vous avez des imperfections mineures dont vous souhaitez vous débarrasser, vous pouvez les retirer en utilisant les pinces et les coupe-flush suggérés plus tôt. Et avec tout ce qui est fait, vous avez maintenant une partie fonctionnelle entièrement design. Bon travail!