

高速な自動立体造形を実現する手軽で安価なカット加工機の開発

— Tiny Fabrica: 誰でも簡単に使えるカット加工機 —

1. 背景

近年、3D プリンタやレーザー加工機といったデジタルファブリケーション機器は、PC の性能向上などの IT の発展とともに大きな成長を遂げ、産業向けに限らず一般向けとしても広く普及しつつある。今後はより多くの人に普及させることによって誰もがデジタルファブリケーションを扱える社会を作ることが重要となる。しかしながら、現状のデジタルファブリケーション機器はものづくりに精通した人向けの製品である。一般に入手可能な市販されているデジタルファブリケーション機器は主に 3D プリンタとレーザー加工機であるが、自身で設計した造形物を加工しようとした場合はどちらも簡単に扱うことは難しい。例えば、3D プリンタは造形に数時間かかることも多く、レーザー加工機はカットが可能な CO2 レーザーの場合は個人にとっては大変高価であり設置可能な場所も限られる。また、3D プリンタもレーザー加工機もデータの作成は外部の 3D モデリングツールやイラストツールを使う必要があり、PC 操作に慣れていなければ使うことが困難である。これらのことは特に小学校などの教育分野においてデジタルファブリケーションを普及させていく上での大きな課題となっている。

2. 目的

本プロジェクトでは、PC を扱ったことがない人でもすぐに使い方を理解でき、簡単に造形できるカット加工機 Tiny Fabrica を開発し、普及させることを目的とした。

Tiny Fabrica は本プロジェクト期間以前から開発を行っていたが、PC が扱える学生向けで手軽に使うことはできなかった。そこで本プロジェクトでは教育分野での導入を目指すため、紙に描かれた図面を認識することで PC を使わずに加工データ生成が可能なソフトウェアを開発することを目的とした。

カット加工機本体については、誰でも扱うことができるように複雑な操作を必要としないようにすることを目的とした。また、安価であることを追求し、実際にカット加工機を複数台生産し、小学校などへの貸し出しを行うことによって、ユーザテストを実施することにした。フィードバックをもとに改良をしていくことにより、誰でも簡単に扱えるカット加工機の実現を目指した。

3. 開発の内容

本プロジェクトでは、電熱線による発泡スチロールカットによって造形を行うカット加工機本体と Android 端末で紙図面を撮影することによりカットデータ生成を行うモバイルアプリの開発を行った。

3.1. Tiny Fabrica 9

Tiny Fabrica 9 はシンプルで安価な自動発泡スチロールカッターとして開発をした(図 1)。電熱線を固定し、材料である発泡スチロールを前後左右に動かすことでカットを行う。

また、Bluetooth を用いて Android 端末と通信可能でモータの制御を行う制御回路を実装している。これにより、Android 端末から簡単に操作可能である。

図 2 は Tiny Fabrica 9 による造形物の例である。造形物の輪郭線をカットするため加工時間が数分程度と高速である。本プロジェクトでは、Tiny Fabrica 9 を 13 台生産し、主に小学校への貸し出しを行った。



図 1: Tiny Fabrica 9 の外観



図 2: 造形物の例

Tiny Fabrica 9 を使ったユーザテストをもとに、Tiny Fabrica 10、Tiny Fabrica 11、Tiny Fabrica Pro という後継バージョンへと発展させていった。それぞれの特徴は下記の通りである。

- Tiny Fabrica 10(図 3)
最大加工サイズを 100mm の正方形から幅 200mm 奥行 150mm に大型化
- Tiny Fabrica 11(図 4)
Tiny Fabrica 10 から構造を強化、Tiny Fabrica 9 から制御回路の見直し
- Tiny Fabrica Pro(図 5)
ビジネス向けにアルミフレーム、タイミングベルトによる駆動、ダイヤモンドワイヤソーを使ったカットを採用



図 3: Tiny Fabrica 10



図 4: Tiny Fabrica 11



図 5: Tiny Fabrica Pro

3.2. SyCV3

SyCV3 は Android 端末用の加工データ生成ソフトウェアである(図 6)。本ソフトウェアを使って紙に描かれた図面を撮影することにより、Tiny Fabrica 用の加工データを生成することができる。これにより、PC を使わずに造形が簡単に可能となる。

図 7 は Tiny Fabrica を使った造形の応用例である。カットされるスチロールを組み合わせることで立体にしたり、スプレーで着色したり、他の材料と組み合わせたりすることで、活用の幅を大きく広げることができる。



図 6: SyCV3 の外観



図 7: Tiny Fabrica による様々な応用例

3.3. ユーザテスト・イベント出展

Tiny Fabrica は手軽に使えることを検証していくため、小学校および子供向けワークショップと工作教室への Tiny Fabrica の貸し出しを行った(図 8)。また、初めて Tiny Fabrica を使う人がすぐ使い方を理解できるか検証するため、10 月 3 日、4 日に開催された Maker Faire Tokyo 2020、10 月 11 日に開催された千葉県科学フェスタにて出展を行った(図 9)。

これらの貸し出しや出展を通して得られたフィードバックをもとに、ハードウェアとソフトウェアの両面を改善していった。



図 8: 小学校への貸し出し



図 9: Maker Faire Tokyo 2020 への出展

4. 従来の技術(または機能)との相違

造形を行うカット加工機から加工データ生成ソフトウェアまで独自に開発し、一貫して手軽さを追求したことによって使用する上での手間を徹底的に省いている。これにより、従来のデジタルファブリケーション機器よりも簡単に扱うことができる。電熱線を固定し材料を動かす発泡スチロールカッターは独自のものである。これにより、高速で安全かつ安価なカット

加工機を実現した。また、カメラが備えられていて、絵を撮影すると加工が可能なレーザー加工機はいくつか存在するが、あくまで彫刻加工のみでカット加工は不可能なものがほとんどである。また、従来のようにカット加工機内にカメラを設置するのではなく Android 端末上のカメラを利用したことで、安価に高度な処理を実現した。また、図面の枠を読み取り寸法を推定することで寸法がずれる問題を解消し、Android 端末上での実装を可能とした。

5. 期待される効果

小学校などの教育分野では、従来のデジタルファブリケーション機器では授業時間に対して加工時間が長いことや、導入コスト、設置場所などが課題となっていた。Tiny Fabrica であれば加工時間が数分と短く、授業時間内で生徒が何度も試行錯誤することができる。また、導入コストも低く、糸鋸のように複数台導入することも可能である。小型であるため、設置場所にも困らない。以上のことから小学校への導入が期待でき、導入することによって細かい造形や複雑な造形、大きな造形などこれまで手作業では困難だった加工が簡単に実現し、生徒の創造性を大きく広げていくことが期待できる。

6. 普及(または活用)の見通し

Tiny Fabrica は小学校を中心にユーザテストを行っている。今後はさらにユーザテストを拡大し、手芸分野にも広げていくことで、多くのユーザ獲得を目指す。そしてフィードバックをもとに完成度を向上させていくことで販売を実現させる。これにより誰でも Tiny Fabrica が手に入るようにしていく。

7. クリエータ名(所属)

関根 史人(東京工業大学 工学院 経営工学系)

(参考)関連 URL

Tiny Fabrica 公式サイト:<https://sknjpn.com/>