

## スクリブラ:実用的な日常生活用品の オンデマンド生成

佐山 ウィリアム 明裕<sup>†</sup> 安謙太郎<sup>†</sup> 稲見昌彦<sup>†</sup>

本研究では、日常生活で使用可能なオブジェクトを描くように生成できるハンドヘルド型デバイス「スクリブラ」を提案する。スクリブラは温度によって剛性を変化させる棒状の「チューブ」、および加熱・冷却機構、打ち出し機構を備えた「チューブガン」によって構成される。チューブは目の粗い綿に熱可塑性樹脂を施したものを筒状に丸めたものであり、中空にすることで剛性と熱応答性、加熱時の柔軟性を実現した。これによりユーザは特別な訓練を経ずともチューブの剛性を自由に変えながらモデリングを行うことができ、パイロットテストではカメラを気に吊るす作品や壁掛けのフックなどといった実用的なモデルが造られた。

### Scribblers: On-demand fabrication of personal articles in daily life

AKIHIRO WILLIAM SAYAMA<sup>†</sup> KENTARO YASU<sup>†</sup>  
MASAHIKO INAMI<sup>†</sup>

In this research, we propose “Scribblers”, a hand-held device that aids the fabrication of practical tangible artifacts. Scribblers consists of *Scribblers tubes* and a *Scribblers tube gun*. Scribblers tubes are hard hollow tubes with temperature dependant rigidity, and the Scribblers tube gun is a device that modifies the rigidity of the Scribblers tubes by controlling its temperature. Pilot tests showed users being able to fabricate practical artifacts such as a camera holder that can hang in trees, a holder to carry stacked glass cups, accessories for bags and hooks to hang cups from.

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Graduate school of Media Design, Keio

### 1. はじめに

アイデアに触れられる形としてアウトプットする行為は、そのアイデアについて更に語り合い、議論を重ね、進化させるために必要な過程である。近年では3Dプリンタや切削加工機などを用いて実際に触れられる物体を出力できるが、これらを扱うには3Dモデリングソフトウェアの知識が必要となり、初心者にとっては大きな壁となっているソフトウェアでのデザインプロセスを必要としない研究として、Willisらの研究[1]が挙げられる。この研究では手で触ったり声を発する行為がデジタルに処理され、その場で実物の物体が加工され、ユーザにはソフトウェアの知識を必要とすることなく触れる物体を出力することができる。だが、この手法は加工のコントロールが難しく、ユーザが意図していない形が出力されることが多く、実用性にかけてしまう。また、FRONT[2]はモーションキャプチャを使い、ユーザの手によって空中に描かれたスケッチに触れられる物体として出力する手法を提案した。ユーザは物理的な制限なくスケッチができるが、仮想空間上のスケッチを実空間と関連させて見る際にはヘッドマウントディスプレイなどを装着する必要がある。また、出来上がったスケッチを出力するにはユーザは数時間待つ必要がある。

そこで本研究では熱可塑性樹脂の温度による剛性の変化に着目し、粘土や紙のように実際に手でモデリングを行うことによって日常生活で使用可能なオブジェクトを生成できるデバイスを提案する。

### 2. デバイス概要

スクリブラは温度によって固くも柔らかくもなるスクリブラチューブ及びそれを打ち出すスクリブラチューブガンによって構成されている。

#### スクリブラチューブ

スクリブラチューブは温度によって剛性を変化させられるチューブである。チューブは熱可塑性樹脂を表面に施した目の粗い綿を30~40cmほどの長さの中空の筒状に丸めたものである。このチューブは60℃以上の熱を帯びると柔らかくなり、簡単に折り曲げることができるが常温では手で形状を変えることはできないほどの剛性になる。常温時にはチューブは縦方向の力に強く、4本のチューブ片で大人一人を支えることもできるが、一方で、ハサミやカッターを用いれば切断することもできる。

ユーザはこのチューブの温度を調整させながら剛性を変化させチューブを用いてモデリングすることを目的としている。

さらにスクリブラチューブをサーモクロミックインキで着色することで、熱を帯びた際と常温時とでチューブの色を変えることができる(図1)。スクリブラチューブの剛性の変化を可視化することによって、いつチューブが硬いか柔らかいのかをユーザに視覚的に分かりやすくすることができる。

また、このチューブの片方にはコネクタが設置されており、チューブ同士を繋げられるようにしている。ユーザがチューブのモデリング中に長さが足りないと判断した時に、チューブを追加できるような仕組みになっている。



図 1 サーモクロミックインキによるチューブの剛性の可視化。  
熱を与えると白くなり、冷やすとインキの色が戻る。

### スクリブラチューブガン

スクリブラチューブガン(図2)とはスクリブラチューブを扱うための道具であり、チューブ射出機構、加熱機構、冷却機構、とカッターによって構成されている。指先の赤いレバーはモータを作動し、デバイスの後ろから入れたチューブを先端から射出する。デバイスの先端に備わっているヒータはスクリブラチューブに熱を与え、チューブを柔らかくする。ユーザはチューブが柔らかくなっている間に空いている手で好きな形にチューブを変形させモデリングすることができる。形状が決定したら青いレバーを引くことによって冷却機構のスプレーをチューブへとふきつけ、熱されたチューブから一気に熱を奪うことができる。熱を奪われたチューブはモデリングされた形を保ち、ユーザは次に熱せられたチューブの箇所をモデリングする行動に移り、次々とチューブを形作ることができる。モデリング修了の際にはユーザは先端にあるカッターでチューブを切断しモデリングした部分を残りのチューブから切り離すことができる。スクリブラチューブは上記で述べた性質の他に、熱を与え樹脂が柔らかくなっている状態では木材や他のスクリブラチューブによくくっつき、その状態で冷却することで強く接合することができる。

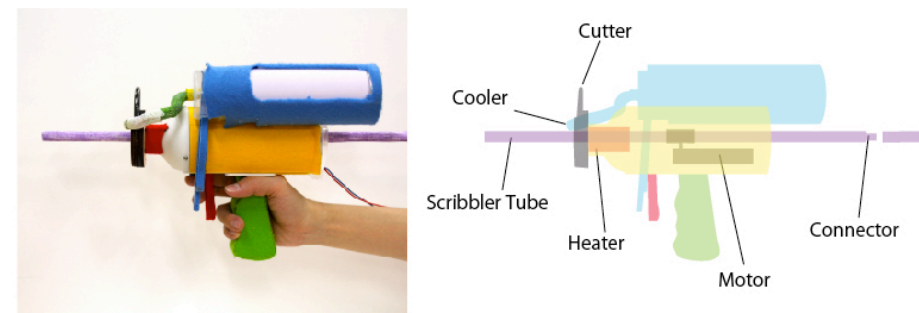


図 2 ハンドヘルド型デバイスのスクリブラチューブガン。

## 3. アプリケーション

本デバイスを用いてパイロットテストを行った結果、ユーザはスクリブラの性質を上手く使いこなすことによって様々な作品を作ることになった。

木材とくっつく作品の例として、ある被験者は自分が研究のために作った聴診器型デバイスを引っ掛けられる作品をスクリブラで生成した(図3b)。棚の板の底面に作品をくっつけることにより、フックから聴診器型の機械をぶら下げることができ、彼は3ヶ月たった今でも問題なく同じフックを使い続けている。

また、違う被験者ではチューブ同士をくっつけることにより、一眼レフのデジタルカメラを木から吊るすことができる作品を作った(図3a)。カメラの重みによって変形や破損がないほどに頑丈に接合点が固められているにも関わらず、カメラを出し入れできる弾力性もこの作品で見られた。被験者は実際にこの作品を樹の枝に吊るし、セルフタイマーで写真を取ることに成功した(図4)。



図 3 スクリブラで生成された作品

a) 木からぶら下げられるカメラホルダー b) 聴診器型の機械をぶら下げられるフック c) 複数のグラスを一変に運べる入れ物 d) 花 e) アクセサリー.

また、違う被験者は同じようにチューブ同士を頑丈にくっつけることによって積み重ねられたグラスコップを複数持ち運ぶことができる作品を作った(図3c)。この作品もまた中に入っているグラスコップの重みに耐えたが、造り始めた当初は中のグラスコップが倒れてしまう仕様になっていた。被験者はこの仕様を確認した後に作品の中央に補強を追加し、中のグラスコップが倒れない実用的な作品へと進化させた。スクリブラはユーザに 構造を造りながら考える経験を与えるので、このように既存の作品に後から手を加えることによって被験者の納得が行く作品を造り上げることも可能とする。他の被験者は花をイメージした作品(図3d)やバッグにかけるアクセサリー(図3e)、壁掛けのフックなどを造ることができ、様々な思い描いたイメージを形にできる結果が見られた。

#### 4. 安全性

スクリブラで生成される作品は日々ユーザの身近で使われることを想定しているため、スクリブラチューブは手で触っても問題の無い、危険性の低い素材で作られた。チューブを切っても針金のような尖った箇所は残さず、熱した間は曲げるのにも指を痛め



図 4 スクリブラで作った作品でカメラを木から吊るし、セルフタイマーを撮る準備をする被験者。

るほどの力を必要としない。

スクリブラチューブガンに関しては、ユーザは温度が高い加熱機構のヒータに気をつける必要がある。ヒータは木の板で覆られているが、チューブの射出点だけは外に吐出しているの、モデリングの最中はデバイスから目を離さないように注意して使って頂きたい。また、冷却機構は肌に連続で数秒噴出した場合は凍傷の恐れはあるが、チューブを冷やす時間は一秒もいらないので、ユーザには余計な噴出を避けて欲しい。パイロットテストでは、どのユーザも怪我の報告はなかった。

#### 5. 今後の展望

今後の展望としては、スクリブラをの加熱処理を向上することにより、よりスムーズで自由なモデリングの体験を取り入れる予定である。現在チューブを柔らかくするには数秒はかかるが、一瞬で柔らかくできるような機構を実現させることでよりペンのように描くモデリングが可能となると考える。

スクリブラのモバイル性を活かし、将来的には教育現場や被災地での活用を考えている。林間学校などで大きな木の板や刃物を使ってモノ作りをするよりは、安全性があるスクリブラでモノ作りの体験と問題解決能力を学んで欲しいと筆者は考えている。また、常に日常生活用品のリソースが乏しいと思える被災地現場ではスクリブラは大きく活用でき、オンデマンドでオリジナルの物干し竿、ハンガー、フックなどといった生活用品が生成できると筆者は考えている。

また、スクリブラを3Dプロジェクション技術と併用すれば3Dプロジェクションによって投影される映像をスクリブラでなぞるだけで複雑な形状や3Dプリンタでは作れないような大きなモデルも自分の手を使って現実世界へと出力することができるようになるかと筆者は考えている。

## 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導を頂いた稲見正彦教授，多くの議論を通して熱心にご指導してくださった安謙太郎さん，そして多彩の知識や指摘を下さったReality Media Projectの皆様に感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1]Karl D.D. Willis, Cheng Xu, Kuan-Ju Wu, Golan Levin, and Mark D. Gross. Inter- active fabrication: new interfaces for digital fabrication. In Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction, TEI '11, pages 69–72, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [2]FRONT. Sketch Furniture. <http://designfront.org/category.php?id=81product=93>, 2012.