

3D プリンタ未経験者の理解と利用意欲を高めるための Lithophane 造形システム

白井 義人* 高橋 治輝* 松村 耕平*

概要. 3D プリンタが安価になり、個人でも手軽に 3D プリンティングが可能になったことで、パーソナルファブリケーションの風潮が生まれた。しかし、3D プリンタの使用には、依然として 3D データの入手やパラメータや材料選定といった基本的な知識が求められ、さらにそれらを組み合わせた複雑な処理が必要となる。また、何かを作りたいという動機がなければ、3D プリンタを利用することがないだろう。そこで本研究は、3D プリンタ未経験のユーザに動機と手軽な利用条件、簡潔なワークフローを提供することで、理解と利用意欲の向上を目指す。その手段として、写真を Lithophane 形式の 3D モデルに変換して 3D プリントする手法を活用した。

1 はじめに

2024 年現在、Bambu Lab¹のようなメーカーが製造する安価で高性能な 3D プリンタの登場により、誰でも手軽に 3D プリンティングを行えるようになった。その結果、パーソナルファブリケーションと呼ばれるような風潮も生まれ、製造は、従来の大量生産によるものだけではなくなくなった [3]。

しかし、3D プリンタがいくら安価で扱いやすくなっても、作りたい物の 3D データを入手する作業やパラメータの選択、材料の選定といった最低限の知識が求められる。さらに、造形にはこれらの知識と複数のツールを組み合わせたワークフローが要求される。このワークフローには失敗しやすい箇所が多いため、ユーザの意欲を維持することが難しい [2]。また、ユーザ自身が 3D プリンタで作りたいという動機を持たない限り、使用することはないだろう。結果として、3D プリンタを使用したことのない人は多く、誰もが使用している技術とは言い難い。

より多くのユーザに 3D プリンタを利用してもらうには、ユーザ自身が作りたいと思う動機と手軽に利用できる状況、簡潔なワークフローが求められる。そこで、本研究では、3D プリンタ未経験者が 3D プリンタを敬遠する要因として、3D データの入手方法、基本的な知識の要求、複雑なワークフローに注目する。これらの課題を解決するために、写真を 3D モデルに変換して 3D プリントする手法を活用する。写真を題材とした魅力的な造形物を手軽に 3D プリントする体験をさせることで、3D プリンタ未経験者の理解と利用意欲を高める。



図 1. 提案システムの出力例。本手法では、送信された写真から 3D モデルを生成して Lithophane として造形する。

2 提案システム

提案システムでは、ユーザが所持している写真データを 3D プリントに用いる。写真であれば、3D モデルに比べて入手が容易であり、その場でスマートフォンで撮影してそれを 3D プリントしてみる体験方法も可能になる。また、写真は自身の視点で撮影されたものであるため、愛着や楽しみの観点でも望ましい。写真データは 3D プリントのために Lithophane へと変換される。Lithophane は 3D プリンタで製作可能な作品のひとつで、さまざまな厚みで成型されたモデルを背面から光で照らすことで、光の透過度の違いによりデザインが立体的に浮かび上がる。この技法を用いると、図 1 に示すように、写真データを用いた 3D プリントが可能となる。

3D プリンタを使用するために要求される基本的な知識として 3D モデルを変換するスライサソフトウェアの設定がある。スライサの設定は、造形精度の調整やサポート材の付与のために必須の作業であるが、3D プリンタ未経験者にとっては、膨大なパ

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 立命館大学大学院

¹ <https://bambulab.com/ja-jp>

ラメータからどれを変更すれば良いのかが分かりにくい [4]。そのため、提案システムでは、ユーザが制御できるパラメータを限定する。具体的には、積層ピッチのみを対象とする。このパラメータは、一般的に仕上がりの品質やプリント時間に影響を与えるもので、バランスの取れた設定が重要であるためである。これにより、ユーザは設定したパラメータや造形結果への理解を深め、高速かつ高精度な出力を試みる意欲が高まるだろう。最低限の調整で3Dプリント体験が可能になれば、ユーザのモチベーション維持と利用意欲の継続につながると考えられる。

そして、従来の3Dプリンティングのワークフローは初心者にとって複雑なものである。ユーザは、3Dモデルや3Dプリンタ、スライサソフトウェアなどの要素を理解した上で、それぞれを連携させなければならない。そこで本研究では、ひとつのシステム上で、造形データの作成から出力までの一連の流れを自動化することで、複雑なワークフローを開示する。

本システムはWebアプリケーションとしてスマートフォンからアクセスして利用できる。全ての操作がスマートフォンで完結するため、複雑なワークフローが発生せず、初心者でも手軽に利用できる。事前に用意すべきツールもなく、写真があればよいので、3Dプリンタに興味や利用意欲はあるものの具体的に造形したいものがないユーザ [1] に対しても、利用を促す効果が期待できる。

3 実装

3.1 システム構成

提案システムは、ユーザから写真を送信させ、クラウドストレージに送信するWebアプリ、クラウドストレージから3Dモデルデータをダウンロードし、や3Dプリンタとのやり取りを行うシステムの2つから構成されている。

Webアプリは、HTML, CSS, JavaScriptを用いて実装した。造形データを保存しておくためのクラウドストレージにはFirebaseを使用した。3DプリンタはBambu Lab A1 miniを使用した。クラウドストレージから3Dモデルデータをダウンロードする機能は、Node.jsで構成されている。3Dプリンタの造形データであるGcodeの生成にはCuraEngineを使用し、3Dプリンタとのやり取りを行う機能はPythonで実装した。造形にはeSUN PLA+フィラメント（白）を用いた。

3.2 ユーザ側のシステム利用の流れ

ユーザは3Dプリンタの前へ行き、自身のスマートフォンから提案システムにアクセスする。その後、3Dプリンタで出力したい写真を選択する(図2左)。必要に応じてLithophaneの厚みや大きさといったパラメータを変更し、最終的な作品の仕上がりを調

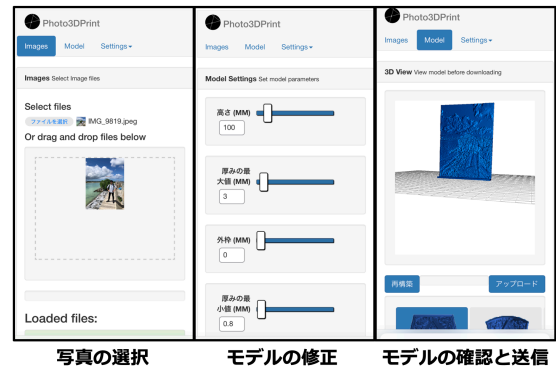


図 2. 提案システムにおいてユーザが操作を行う画面

整する(図2中)。提案システムが与えられた写真とパラメータからLithophane形式の3Dデータ(STLファイル)を生成してプレビュー(図2右)を表示するので、ユーザは生成結果を確認した後、アップロードボタンで3Dモデルデータを送信する。なお、提案システムの画面および3Dモデルへの変換処理は、Image to Lithophane²を参考に実装した。

3.3 システムの処理の流れ

システムは、ユーザがアップロードした写真から3Dモデルデータを生成し、クラウドストレージに保存する。このクラウドストレージは、3Dプリンタに接続されたPC上で動作中のシステムによって監視されており、3Dモデルデータの更新を確認し次第、随時ダウンロードする。そして、ダウンロードした3Dモデルデータに対して、事前にパラメータを調整したプロファイルを用いてスライス処理を行う。3Dプリンタで造形を行うためのGcodeが生成されるので、これを3Dプリンタへ送信する事で造形の準備を行う。

4 今後の展望

本研究では、3Dプリンタ未経験者を想定して、写真をLithophane形式の3Dモデルに変換して造形を行えるシステムを提案した。今後は、提案システムにスライサソフトウェアのパラメータ設定機能を加えることを予定している。

また、Webアプリには、造形にかかる残り時間や3Dプリンタの稼働状況などをユーザに提示する仕組みを整える。最終的に、提案システムを一般公開し、大学のファブリケーション施設等に設置してある複数台の3Dプリンタとの連携を目指す。提案システムを運用とインタビューなどを通じて、3Dプリンタの理解と利用意欲が高まるかどうか、未経験ユーザがどのような機能を求めているかを明らかにする。

² <https://github.com/MarkDurbin104/3dp.rocks/>

参考文献

- [1] A. Berman, F. Quek, R. Woodward, O. Okundaye, and J. Kim. “Anyone Can Print”: Supporting Collaborations with 3D Printing Services to Empower Broader Participation in Personal Fabrication. In *Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society*, NordiCHI '20, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [2] N. Hudson, C. Alcock, and P. K. Chilana. Understanding Newcomers to 3D Printing: Motivations, Workflows, and Barriers of Casual Makers. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '16, p. 384–396, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.
- [3] C. Mota. The rise of personal fabrication. In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Creativity and Cognition, C&C '11*, p. 279–288, New York, NY, USA, 2011. Association for Computing Machinery.
- [4] B. Norouzi, M. Kinnula, and N. Iivari. Making Sense of 3D Modelling and 3D Printing Activities of Young People: A Nexus Analytic Inquiry. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.