

WireMolding : 針金を用いた型取りによる 3D モデリング手法

吉村 佳純* 渡邊 恵太†

概要. 3D プリンタの普及に伴い、専門的な知識を持たない個人でも 3D データを扱う機会が増加してきた。しかし、3D データの作成には専門的な知識や技術を要するため、初心者にとって難しく敷居が高い。特に、身の回りの家具や道具に合わせた実用的な造形物を制作する場合、対象物の大きさ・形に合うように設計する必要があるため、計測技術や高価な計測機器が必要になる場合がある。WireMolding は、実世界で 2 次元的に造形を行った針金の形から 3D モデルデータとして扱える図面を自動で作成することによって複雑な 3D モデリングを支援する、実用に特化した 3D プリントの手法である。本稿では、システムの設計と使用事例をもとにその実用性を検証した。

1 はじめに

低価格のパーソナル 3D プリンタの普及に伴い、専門的な知識を持たない個人でも、3D データを扱った創作活動を行う機会が増加してきた。しかし、3D モデリングは、実体のない操作対象をコンピュータの画面内で扱う作業であるため、初心者にとって難度が高い。特に、個人が所有する身の回りの家具や所有物に合わせた造形物を制作する場合、もの大きさを測り、それに合う形を設計し 3D モデルに反映させる必要があるため、専門的な計測機器や知識を要する。こうした現状に対し、3D モデリングのための計測とモデリングを容易に行うためのデバイスや手法が提案されている。Weichel らは、ノギス状のデバイスで実世界の物体を測定すると、その寸法を自動で 3D モデルデータに反映する SPATA [1] というシステムを提案した。この手法では、物体の大きさを測って入力する工程を省きモデリングの簡略化を実現している。また、Weichel らが提案した MixFab [2] や Gannon らの提案する Tactum [3] のように、実世界にあるモノや人間の身体を、VR 技術を応用して型取ることにより 3D モデルを造形する手法も考案されている。しかしこうした手法では、VR 空間で移動できる大きさの物体にしか適用できない。また、モデリングを容易にし、3D プリンタを活用するものとして、MakerBot 社の PrintShop というタブレットのアプリケーションがある。しかし PrintShop は、紙に描いた絵を立体化するに留まっており、実世界の物体の形に合わせたモデリングを簡略化する本手法とは目的が異なる。

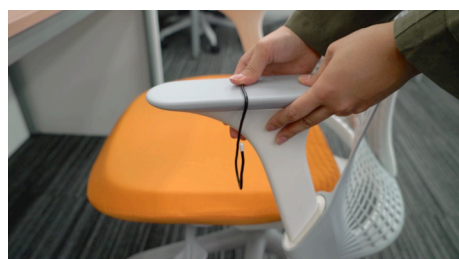


図 1. 針金による造形。

本研究では、身の回りの家具や所有物に合わせたモデリングを手軽に行うために、身近な材料である針金を用いて対象物の型取りを行い、それをスキャンすることでモデリングに利用する手法 WireMolding を提案する。

2 WireMolding

針金は自在に変形するため、対象物に押し当てれば物の一部を型取りできる。それを二次元でスキャンあるいは写真撮影することで 2 次元データを得られ、SVG 画像に変換し、モデリングソフトウェアに取り込むことで対象物に合わせた 3D モデルデータが作成可能になる。画像を取り込む際に実寸を得られるようにすることで、大きさの計測も不要になる。

また、型取り以外にも、単純に針金を手で曲げることで任意の形状を形作る。このため、ソフトウェアで曲線をつくるよりも直感的で可逆的な操作が可能になる。

2.1 利用方法

利用方法はまず、針金を造形したい形に合わせて変形させる (図 1)。次に、シート上の黒い枠内に針金を置き、枠線が写真の端と一致するように撮影する。撮影された写真に対してシステムを実行すると、針金による造形をもとに、実寸大の図面が SVG 形式で出力される。作成された SVG 画像をモデリ

Copyright is held by the author(s).

* 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科,

† 明治大学

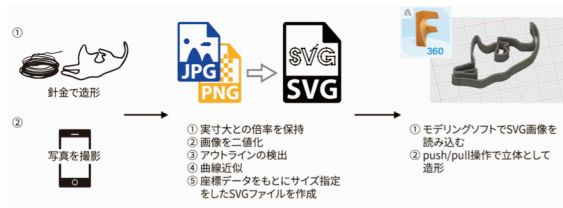


図 2. システム構成図.

ングソフトに取り込むことで高さを変えたり変形させたりして 3D モデリングを実現する.

2.2 実装

針金は、柔らかく形状が維持しやすい日本化線の自遊自在（直径 3.2mm×3m 巻 カラス）を使用した．写真から針金の輪郭を取得しやすくするため、黒色で太めのものを使用している．細かい造形を行いたい場合は、同製品の直径 0.9mm や 2.0mm などの細めのものでも対応可能である．

図面を生成する処理は、図 2 の手順で行った．まず画像内の枠線に沿って画像を切り取り、実寸と比較した時の倍率を記録する．次に、取り込んだ針金の写真に対して二値化の処理を行う．その後、画像内の針金のアウトラインを検出し、その座標データをもとに、SVG 形式のファイルを生成する．この時、単位の指定をピクセルからメートル法に変換し、記録した倍率を利用して図面を実寸大にする処理を行い出力する．以上の処理により図面を作成する．

3 WireMolding による作例と考察

WireMolding を用いた造形の例として、①実世界の物体の型取りのみによる造形、②型取りと自由な針金の造形を組み合わせた造形、③複数オブジェクトの組み合わせによる造形の 3 種類が挙げられる．個人の所有物に対して部品を制作する場合、②の手法によって、その対象物に特化した専用の部品を簡単に制作することができる（図 3-2）．実際に本システムを利用して椅子に取り付けるフックを試作したところ、針金を曲げて形を整えるのに 1~2 分、写真を撮影し図面を生成して立体化するのに 1~2 分の、合計 3 分程度でモデリングは完了した．出力したフックは、取り付け部分が椅子の肘置きのカーブに沿って綺麗に収まり安定感のある造形を実現することができた．ただし、針金で造形した形を立体化するので、写真を撮影する前に針金の整形を行ったとしても、手による造形の歪みは生じてしまう．こうした問題は、図面を生成するときに曲線を整形する補正を適用することで解決できるだろう．

また、平面の図面から 3D モデルを作成する場合、通常、1 つの図面につき 1 軸方向の高さのみの指定となる．そのため、2 軸以上の方向に高さを持つ複



図 3. WireMolding による造形の例.

合的な立体を造形する場合は、1 つの図面では適用できない．こうした場合、本システムでは、③のように複数の図面を用いることで造形を行う．今回はそれぞれの底面に対して部品を出力し、後から組み立てる手法をとった．試作では、フックと組み合わせたドリンクホルダーを制作した（図 3-3）．このような作例の場合、複数のオブジェクトを接続するジョイントを共通化することで対応できそうである．

4 まとめと今後の課題

本稿では、実世界の針金による造形から型を取得し、3D モデリングソフトで使用可能な図面データを自動で生成するモデリング支援手法、WireMolding を提案した．モデリングにおけるフィジカルな入力を実現したことにより、特に複雑な曲面の作成も、本システムにより容易に実現可能となった．また、自動で実寸サイズに変換することにより、モデリングにおける工程数を減らし効率的な造形を実現した．

今後は、タブレットのアプリケーションとして実装や、図面の整形・ジョイントの共通化・面の選択によりジョイントを作成する機能を実装することで、よりモデリング不要で造形のクオリティも向上させるシステム作りを目指す．

参考文献

- [1] Christian Weichel, Jason Alexander, Abhijit Karnik, Hans Gellersen. SPATA: Spatio-Tangible Tools for Fabrication-Aware Design, in Proc. of TEI '15, pp. 189-196, 2015.
- [2] Christian Weichel, Manfred Lau, David Kim, Nicolas Villar, Hans W. Gellersen. MixFab: a mixed-reality environment for personal fabrication, in Proc. of CHI '14, pp. 3855-3864, 2014.
- [3] Madeline Gannon, Tovi Grossman, George Fitzmaurice. Tactum: A Skin-Centric Approach to Digital Design and Fabrication, in Proc. of CHI '15, pp. 1779-1788, 2015.