

自助具3D モデルパラメトリックサービスの開発研究

Research on the Development of a 3D model Parametric Service for Assistive Tools

林 園子¹, 濱中 直樹², 上原 亮介³, 佐倉 玲⁴, 田中 浩也⁵

Sonoko HAYASHI¹, Naoki HAMANAKA², Ryosuke KANBARA³, Rei SAKURA⁴, Hiroya TANAKA⁵

¹慶應義塾大学大学院, ²合同会社ハマナカデザインスタジオ, ³山王リハビリ・クリニック, ⁴東京大学大学院, ⁵慶應義塾大学

¹Keio University Graduate School, ²Hamanaka Design Studio LLC., ³Sanno Rehabilitation Clinic, ⁴The University of Tokyo, ⁵Keio University

【要約】

本研究では、個々の障害者や高齢者に合わせ、その自立生活のために製作する道具「自助具」の3Dモデルを共有するプラットフォームを構築する研究をし、成果を上げている。しかし、現場の支援者が対象者に合わせてカスタマイズするには、技術的なハードルが残されている。そこで本研究では、サイト上で変数を調節するだけで形状変更できるサービスである、「パラメトリックサービス」をプラットフォームに付与し、モデリングなどの技術を要さず必要な形状にカスタマイズできる仕組みを構築した。プロセスを簡略化し、技術的ハードルを下げ、道具のカスタマイズによるケアの連携と当事者の自立促進につなげるための仕組み作りに成功した。

キーワード: 3D, 自助具, 支援具, パラメトリックサービス

【Abstract】

The researchers have developed a platform for sharing 3D models of assistive tools, and some results are being achieved. However, technical hurdles remain for caregivers to customize the 3D models suit the individual client. In this study, we added a "parametric service" to the platform. The service that allows users to change the shape and get the 3D models simply by adjusting parameters on the platform. We succeeded in developing a system to simplify the process, lower the technical hurdles in our platform. The system promotes collaboration among caregivers and independent living for people with disabilities.

Keywords: 3D, assistive tools, assistive devices, parametric services

1. 背景と目的

個々の障害者や高齢者に合わせ、その自立生活のために製作する道具に「自助具」がある。本研究では、3Dプリンタの「データ共有ができる」というメリットを活かすため、自助具の3Dモデルを共有するプラットフォームを構築する研究をしている。全て研究者らの手で3Dプリントし、専門性の高い作業療法士により評価済みの、世界でも独自性の高いプラットフォームを構築した。¹⁾ このプラットフォーム上の3Dモデルは、誰でも無料でダウンロードして活用することができる。²⁾ 研究を通して、3Dプリンタでつくる自助具は、障害者や高齢者の自立生活の助けになるだけでなく、共にカスタマイズしながらつくる活動により、当事者も含めたケアに関わる全ての人が、その人の「ありたい姿」を共に見つけ出す貴重な体験をし、活力や連携を高めていることが明らかになった。³⁾ しかし、多くの現場の支援者が対象者に合わせてカスタマイズするには、技術的なハードルが残されている。そこで本研究では、ウェブサイト上で変数を調節するだけで形状変更できるサービス「パラメトリックサービス」をプラットフォームに付与し、モデリングなどの技術を要さず必要な形状にカスタマイズできる仕組みを構築することとした。

2. 先行事例・先行研究

自助具の3Dモデルプラットフォームは国内外でいくつかあるが⁴⁾⁻¹⁰⁾、パラメトリックサービスおよび類似のサービスの機能を有するものは少数であり⁴⁾⁹⁾、それらのサービスによって作製できるプロダクトの種類は非常に限定的である。2022年9月14日現在、Support System for Assistive Technologyには電動車椅子のジョイスティック用に開発されたモデルが6種類掲載されている。¹¹⁾



Fig. 1 Support System for Assistive Technology のパラメトリックサービス

Auto Fabri Cantes には、義手のソケット部分のモデル1

種類が, 外部サービスである ShapeDiver へのリンクとして掲載されている。¹²⁾

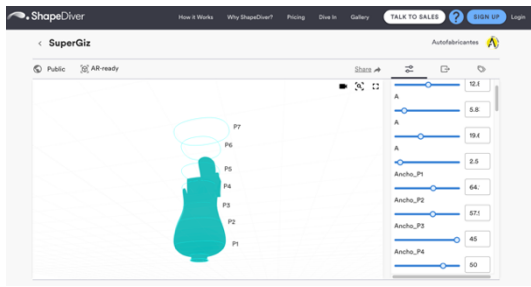


Fig. 2 Auto Fabri Cantes のパラメトリックサービス

3. 開発方法

プラットフォームのモデルの中から, 変数調整に適した構造や機能を持つモデルを 15 個選定する. 自助具作成に対して深い経験のある作業療法士と, パラメトリックシンセシス(暗黙知からパラメータを導き出し, カスタマイズサービス設計をすること)の研究者であるデザインエンジニアと協働し¹⁵⁾, 変数調整する部位および範囲などを決定した. その結果を基に, OpenJSCAD を用いてサービスを 2021 年 7 月に開発した. OpenJSCAD は, ブラウザ上で 3D プリント用のオブジェクトを生成できるオープンソースのライブラリである. パラメトリックサービスの開発に用いることができるサービスシステムとして, エンジニアの中村氏が開発したノードベースの Nodi¹³⁾や, Grasshopper を用いた ShapeDiver¹⁴⁾が挙げられる. 今回は, それらに比べ, より多くのモデルに対して短期間に開発可能であり, 直接ウェブサイト上に表示しやすいため, OpenJSCAD を採用した.

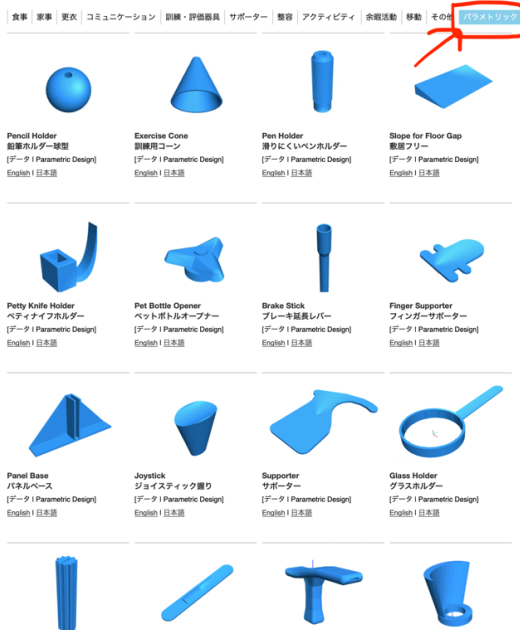


Fig. 3 開発したパラメトリックサービス

2022 年 8 月 16 日から 11 月 30 日までテスト実装を行った. この期間に, 3D プリンタを活用して自助具を製作・提供している, 臨床経験 10 年以上の作業療法士 2 名にテスト操作及び実際に 3D モデル化して出力を行なってもらった. 個々のパラメトリックサービスに関して, アンケートとインタビューによる評価を実施した. 評価に基づきサービス内容を修正したものを公開することとした.

4. 評価結果と修正

アンケートは Table1 の質問項目について実施し, 2 名の作業療法士である評価者に回答してもらった. アンケートの回答は 2021 年 11 月 30 日に回収した.

Table 1. アンケートの質問項目

	質問項目
1	unnecessary パラメータはあるか. あればその項目.
2	追加した方が良いパラメータはあるか. あればその項目.
3	パラメータのレンジは適切か. 課題があればその項目.
4	パラメータの表示順は適切か. 課題があれば適切な順序.
5	3Dモデル (STL) 化と, 3Dプリントに対する コメント
6	その他コメント

オンラインでのインタビューは, Table2 のガイドに基づき, 半構造的に 2 名の作業療法士である評価者に対し, 2021 年 12 月に実施した.

Table 2. インタビューガイド

	確認項目
1	使いやすさについて
2	機能の過不足について
3	見た目について
4	サービス全体について

アンケートとインタビューから, パラメータの内容や表示に関する改善点が確認できた. サービスの UI に関しても, 主として下記の点が改善点として確認できた.

1. 初期画面で表示されるモデルのパラメータについて
2. それぞれのサービス画面内に追記が必要な情報について
3. パラメータの範囲を超えて指定された場合の表示について

2 名の作業療法士が評価の際に 3D プリントした自助具の画像を共有してもらい, STL 書き出しと 3D プリント

が確実にできるか確認を行った。可能な範囲で、その自助具が必要な障害のある当事者にも試してもらった。

評価アンケートとインタビューの結果を元に、2022 年 1 月から 2 月にかけてサービスの修正を行い、2022 年 3 月にサービスの公開を行った。²⁾ 2022 年 9 月 15 日現在、21 種類の自助具のモデルをパラメトリックサービスとして公開している。



Fig. 4 評価の際に3D プリントした自助具



Fig. 5 本パラメトリックサービスを利用し製作した自助具の使用例

公開済みのモデルの 1 例を紹介する。ペンなどを差し込んで用いる、手指で把持して操作しやすくするための自助具、「滑りにくいペンホルダー」である。



Fig. 6 パラメトリックサービス: 滑りにくいペンホルダー

下記 a.b.c.d.の 4 項目がパラメータ変更によるカスタマ

イズが可能としている。それぞれ、設定と評価者によるフィードバック後の再設定の段階で、福祉用具に関して専門知識の高い作業療法士と、デザインエンジニアの協力により決定したものである。

- a. ホルダーの直径(範囲 16-25mm)
- b. ホルダーの高さ(範囲 30-120mm)
- c. 穴の直径(範囲 5-15mm)
- d. 断面形状(円, 正三角形, 正四角形)

a. の「ホルダーの直径」は、使用者の手の大きさや握力、手の変形などに合わせて調整できる範囲とした。b. の「ホルダーの高さ」は、使用者の手の大きさや、使用するペンの長さ、把持操作の際に引っ掛かりが必要な部分をカバーできるように設定した。c. の「穴の直径」は、一般的に使用されている鉛筆やペンなどの筆記具が汎用的に活用できる範囲で設定した。d. の「断面形状」は、使用者の手の運動発達段階や、手内筋の状況、手指の変形などに合わせて、落下を防ぎつつテコの原理も応用しながら筆記具を操作しやすいように設定した。それぞれ、実際にパラメータを変更して 3D プリントしたものが Fig. 7 の自助具である。本自助具は、素材として TPU(熱可塑性ポリウレタン)を利用し、3D プリントして製作することを想定してデザインされている。



Fig. 7 3種類の異なるパラメータで3D プリントした自助具

5. まとめと今後の展望

本研究では、ケア現場の支援者が対象者に合わせて自助具の 3D モデルをカスタマイズするプロセスのハードルを下げることを目的に、パラメトリックサービスを開発した。ファブラボ品川のオーブンプラットフォームに掲載している既に評価済みのモデルの中から、パラメトリック化に適したモデルを選定し、作業療法士とデザインエンジニアの協力の元、パラメータを設定した。2 名の既に現場で 3D プリンタを活用中の作業療法士にサービス評価をしてもらい、結果を元に改善したものを公開した。

先行研究から、当事者やその周囲を巻き込みカスタマイズするプロセスの重要性が示唆されている。¹³⁾ 本研究の成果は、ケア現場の活力や連携を高めることに貢献することができる。

課題として、本研究ではパラメトリックサービスの開発に OpenJSCAD を採用しているため、実現可能なモデル

デザインに限界があることが挙げられる。今後、前述の Nodi¹³⁾や ShapeDiver¹⁴⁾などを採用することができれば、更に多くの種類の自助具をパラメトリックサービス化することが可能となるため、検討していきたい。

今後の展望として、現在のファブラボ品川の自助具3Dモデル共有プラットフォームには、ユーザーに追加情報などを提供するシステムがなく、例えばパラメトリックサービスが追加されたことに気付かないユーザーが存在する可能性がある。今後は、アカウント機能を付与するなど、プラットフォームの機能をアップデートし、更にユーザーにとって利便性の高いものにしていければと考えている。パラメトリックサービスについては、アプリ上で操作し、そのまま自動でスライスして Gcode を3D プリンタに送信するシステムを開発することができれば、更に現場の支援者の製作におけるハードルを下げるができると考えている。

引き続き開発研究を進め、ケアの現場でより役立つサービスシステムを構築していきたい。

参考文献

- 1) 林園子, 田中浩也, 濱中直樹, モデル評価を通じた現場指向の自助具3Dプラットフォームの構築に関する研究, ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol. 24, No. 1, 2022.
- 2) ファブラボ品川 自助具3Dモデル共有プラットフォーム <https://www.fablab-shinagawa.org/archive/index.html> (accessed 2022-9-12)
- 3) 林 園子, 3D プリンタで製作する自助具に関する研究, 慶應義塾大学大学院修士論文, 2020
- 4) Support System for Assistive Technology (<https://ss4at.nanalabo.co/>)(acssesed 2022-9-14)
- 5) Makers Making Change (<https://www.makersmakingchange.com>) (acssesed 2022-9-14)
- 6) ThisAbles (<https://thisables.com>) (acssesed 2022-9-14)
- 7) Milbat Technology Assisted Living (<https://www.milbat.org.il/>)(acssesed 2022-9-14)
- 8) Tikkun Oram Makers (<https://tomglobal.org/>)(acssesed 2022-9-14)
- 9) Auto Fabri Cantes (<https://autofabricantes.org/>) (acssesed 2022-9-14)
- 10) Enabling the Future (<https://enablingthefuture.org/>) (acssesed 2022-9-14)
- 11) Support System for Assistive Technology ジョイスティック (<https://ss4at.nanalabo.co/?joystick>) (acssesed 2022-9-14)
- 12) SuperGiz (<https://www.shapediver.com/app/models/supergiz-20180726>) (acssesed 2022-9-14)
- 13) Nodi (<https://nodi3d.com/>) (acssesed 2022-9-14)
- 14) ShapeDiver (<https://shapediver.com/>) (acssesed 2022-9-14)
- 15) 佐倉 玲, パラメトリックシンセシスを通じたイヌ用義足のカスタマイゼーションサービスの実装, 2020

謝辞

本開発研究は、2021 年度杉浦記念財団の地域医療振興研究助成により実施しました。ご協力いただいた全ての皆様に心より感謝いたします。