HOKUGA 北海学園学術情報リポジトリ
学校法人北海学園
北海学園大学
北海商科大学

タイトル	連続したモーションデータからの3Dプリント形状の生成
著者	菊地, 慶仁; 鳴海, 直; Kikuchi, Yoshihito; Narumi, Nao
引用	工学研究：北海学園大学大学院工学研究科紀要(23): 21-25
発行日	2023-09-30

Hokkai-Gakuen Organization of Knowledge Ubiquitous through Gaining Archives.

研究論文

連続したモーションデータからの 3D プリント形状の生成

菊 地 慶 仁* ・ 鳴 海 直**

Generation of 3D printed shapes from continuous motion data

Yoshihito Kikuchi* and Nao Narumi**

要 旨

本報では，モーションキャプチャ技術によって得られた人体モーションデータを 3D プリンタによって立体物として生成することを目的としている．モーションデータはある時間の範囲の中での人体の動きを連続的に記録した情報である．3D プリンタでは，ある時点のポーズを立体化可能であるが特定の時点のみで連続した動作を認識しにくい問題点がある．本報告では単体のモデルではなく，モーションデータから複数の立体をプリントして連続した人体動作をより把握しやすくすることを目指して開発を行った．

1．序論

近年では人体の動きをキャプチャ捕捉し，CG 的な技術を用いて応用することが日常的に行われている．2023 年 3 月には SONY より約 5 万円程度の価格で mocopi[1] が発売され，一般ユーザがスマートフォンのみを用いて 3D キャプチャデータによる運動状況をアニメーションなどで表現できるようになってきている（図 1）．

最も一般的な CG 技術によるアニメーション表現は，キャプチャしたデータを 3D のアバターに適用して動作させるものである．しかしながら特定の方向のみからの動画表現では常に陰になる部分が存在することが大きな問題となる．これに対して異なった視点からの動画を複数同時に生成しても全体としてのフォームを認識することは難しい．またこのような問題点を補えると思われる裸眼立体視技術はそれほど普及しておらず，VR についても同様と言える．

一方 3D プリンタによって作り出される立像は非常に直感的に立体として認識することができるが，単一の立像のみでは連続した動作を認識することは難しい．

そこで本研究では，キャプチャされたモーションデータから複数の立体像を生成して連続写真の立体版を生成することでフォームの認識を支援することを目的とする．

このことによって，スポーツやエンターテイメント分野で動作やフォームの確認に用いることができると考えられる．

本報告は以下の構成を取る．2 章では関連する技術について述べ本報告での課題についてまとめ

図 1　SONY mocopi

* 北海学園大学工学部電子情報工学科
Hokkai-Gakuen University Faculty of Engineering Department of Electronics and Information Engineering
** 本人希望により非公開（北海学園大学工学部電子情報工学科卒）
Currently affiliation is not revealed by the wish of the person. (Graduated from Hokkai-Gakuen University)

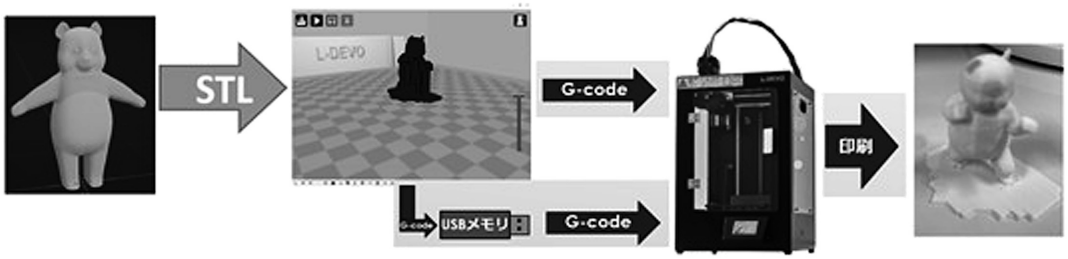

図 2　3D プリントの流れ

る．3 章では本研究で開発した実験システムについて述べる．4 章では実験システムでの結果と考察について述べ，5 章で結論とする．

2．関連技術及び本研究での課題

第 2 章ではモーションキャプチャデータと 3D プリンタについてまとめ，次に本報告での課題をまとめる．

2.1　3D プリントの流れ

本研究での 3D プリンタの印刷手順を図 2 に示す．始めに Blender で 3D モデルを作成し，データエクスポート機能を用いて STL ファイル形式でファイルを出力する．STL ファイル形式は 3 角形パッチの集合体として 3 次元形状を表現している．次にスライサーソフトである Cura で支持姿勢及び積層方向などの印刷パラメータを設定した後に G-code 形式で出力する．この処理では，STL ファイル形式の形状表現に対してサポート形状を付加した後で，水平面と平行な面で断面形状を求め，この断面を埋めるように溶融樹脂ノズルの軌跡を定義する．したがって G-code はノズルの移動軌跡を表現しているに過ぎず，一旦 G-code になった後では拡大縮小や保持姿勢の変更を行うことはできない．G-code に落ちた後は USB 接続もしくは USB メモリを経由して 3D プリンタに入力して 3D モデルを印刷する．

2.2　Cura

Cura は 3D データを薄く 1 層ずつスライスするスライサーソフトである．本研究で使用している 3D プリンタ L-DEVO M2030TP に付属しているソフトであるが，Cura 自体はフリーのスライサーソフトである．プリントする際の印刷速度や

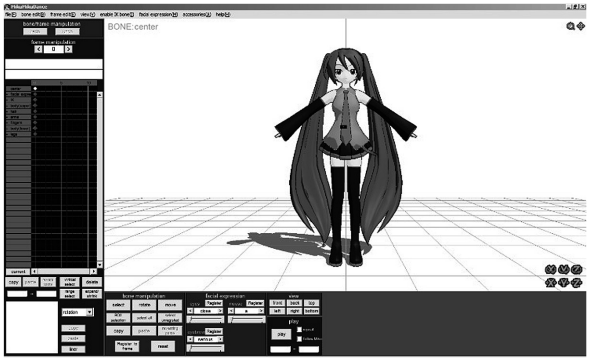

図 3　MMD 操作 GUI

層の厚さ，充填密度，サポートの有無等を設定することができる．また出力される G-code はスライスされた層をプリントする際の経路や設定した内容をまとめたものであり，これをもとにしてプリントすることができる[3)]．

2.3　Blender

本研究では，形状生成を行うモデリングソフトとして Blender を用いる．Blender は 3DCG アニメーションを作成するための統合環境アプリケーションである[3)]．Blender にはそれぞれの用途に特化したファイルテンプレートが用意されており，一例として 3DCG では 3D モデリング，モーショングラフィックス，アニメーション，シミュレーション，レンダリングなどが可能である．Blender は CG アニメーションをレンダリングする目的で利用されることが多いが，本研究では形成された形状データを三角形の集合体で表した STL ファイル形式で出力し，スライサーと呼ばれる 3D プリンタ用の G-code 生成ツールに送る方式で用いる．

今回は MMD モデルの中でパンダのモデルを使用した（図 4）．理由として図 3 左のような実際の人体形状の尺度のモデルでは，3D プリント

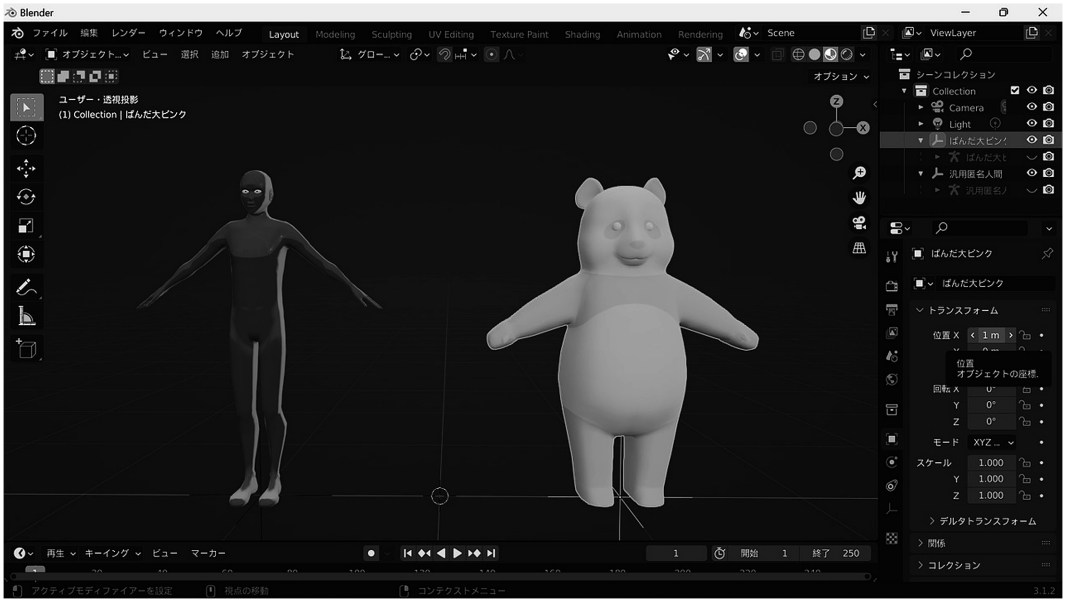

図 4　人体形状モデルとパンダ型モデルの比較

を行う際にモデルの積層部の断面積が狭いため，この断面に溶融樹脂を積層してもうまく接合しない場合があり，また細い断面ではオーバーハング気味の形状なども形成が難しいことがあるためである．

2.4　モーションキャプチャデータ

本報告ではモーションキャプチャデータ及びモデルデータとして，MMD モーション及び MMD データを用いた[4]．

MMD（MikuMikuDance）はキャラクタの 3D モデルを操作しアニメーション動画を作成するための 3DCG ソフトウェアである（図 3）．第三者が作成したキャラクターモデルや画像エフェクトなどを組み込んで操作することも可能となっており，MMD 用モデル及び MMD モーションが有志によって多数公開されている[5]．

また 3DCG のモーションデータを保存するファイル形式として BVH ファイル（.bvh）も用いられている．BVH ファイルは，Biovision 社によって開発されたボーンの階層構造を含むモーション定義ファイル（Biovision Hierarchy）である[6]．

MMD モーションや BVH データを得るには先に上げた Mocopi などのキャプチャツールを用いる必要があるが，本研究を実施した時点では Mocopi は入手できていなかった．このため，本報告ではデータのキャプチャ方法については新規の課題とはせずにネット上などから入手可能かつ再利用可能なデータを用いることにする．

2.5　モーションキャプチャデータのブレンダー上での取り扱いと本研究での課題

Blender では MMD データ及び MMD モーションを読み込んでキャラクタにモーションを実行させアニメーション動画としてレンダリングすることができる．また特定のタイミングでモーションを停止させて 3D プリンタ用データとして出力することができる．

モーションデータを停止させることは入力ファイルのタイムスパンの全域で自由に設定可能だが，逆に複数の MMD データを用いて，それぞれのデータをどのようなタイミングでモーションを停止させるかが本報告では問題となった．モデルの配置やモーションの間隔及び停止タイミングは，造形するモデルに依存しているため機械的に決定することができず，視覚的に確認する必要がある．

本研究での課題をまとめると以下の 2 項目となる．

1）連続したモーションデータ中から複数の時間でのモデルをプリントして立体化する時間間隔とタイミングをどのように選択して指定するか．

2）3D プリントされるデータの空間中の配置，向き，サイズなどの調整をどのように行うか．

3．位置と時間をずらしたモデル作成方法の提案

前節での課題について，本報告では以下の手順によるモデリングを提案する．

1）Blender 上で同一のモーションを適用したモデルを複数用意する．これらのモデルは，それぞれの空間中の配置とモーション中でどの時間で停止させるかについて任意に指定することができる．

2）今回は，配置については手入力で一直線に上にかつ一定感間隔に配置した．時間については暫定ではあるが一定（1 秒）間隔ずれているように設定した．この時間間隔は任意に指定可能で，等時間間隔以外も指定できる．

3）各モデルの時間間隔を一定にした上で GUI 上でスライダを操作し，どのタイミングで全体としてモデルの動きを把握しやすいか確認して最終的な出力データとする．

図 5 に複数並べてタイミング調整をしている状態での画面を示す．

4．実験と考察

4.1　実験結果

今回は 4 体のモデルを設置して野球の投球モーションの中で，投球開始から実際に球を投げる直前までの様子がわかりやすいようにモデルのタイミングを設定して 3D プリントを行った．図 6 にモデルポーズのタイミング調整を行った状態を，図 7 に 3D プリントした結果を示す．

4.2　考察

4.1 節でのプリント出力に対して，今回の研究の課題が達成されているか考察する．

実際に手に取って様々な方向から見ることができたので，フォームの移り変わり，フォームの右

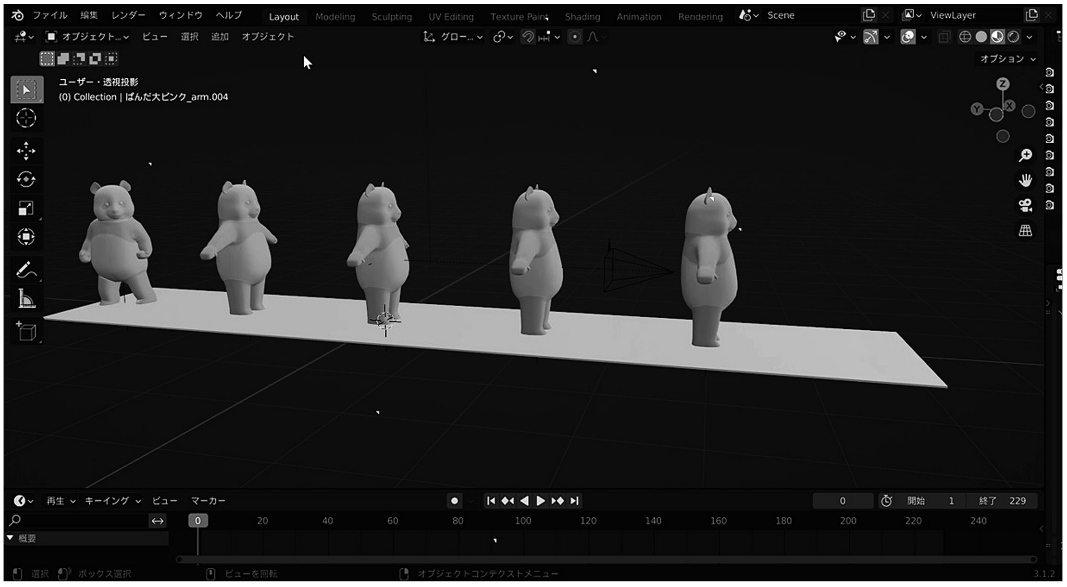

図 5　Blender 上でのモデルの配置とタイミング調整の作業例

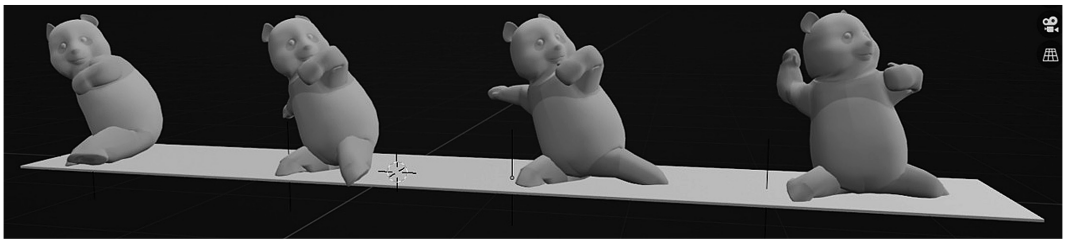

図 6　プリントする各モデルの姿勢の決定

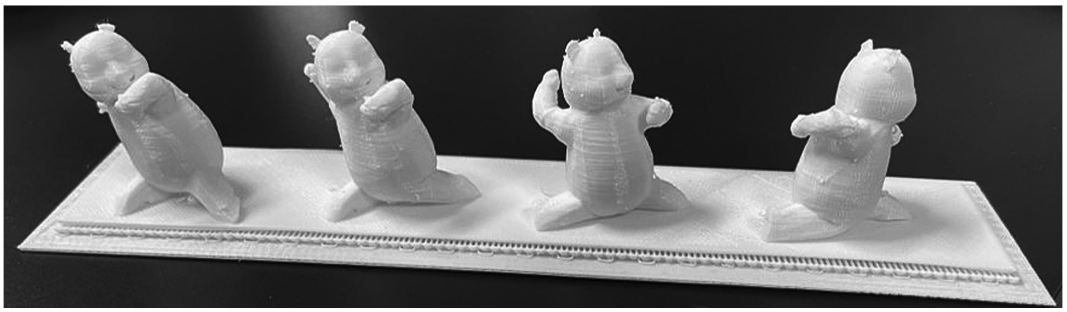

図 7　3D プリントを行った結果

手が前に来ている様子や腰が入っている様子等が複数プリントされたことで比較がしやすかった．更に，後ろのフォームから前側にいるフォームへのモーションが動いている様子が動きの流れが理解しやすかった．

当初は，3D プリントをした際に自立をさせることが考慮さずに背中を下にして別々に印刷していた為，全体としての流れを見ることが難しかった．このため複数のモデルを同時に比較をするために基準となるように土台を作成し，足下から順に印刷されるようにした．このことによって手や腰などの動きの流れを理解しやすくなった．

5．結論

本研究はモーションデータをモデルに適用し，3D プリントすることで実際にフォームの移り変わりを多角的に見ることを目的とした．これに関して以下の項目での報告を行った．

1）モデルの配置及びモーション全体中のどのタイミングを各モデルに適用するかどうか，の課題に関して，予め一定時間ずらした状態で複数モデルを配置して，GUI を用いて調整する方式を提案した．

2）提案した手法でモデルを用意し 3D プリントを行った．実際に手に取って様々な方向から見ることができ，動きの流れが理解しやすいことが確認できた．

今後の課題としては，

1）本報告では野球の投球フォームで行っているが，他に題材となるようなモーションの模索を行うこと．

2）サポートや印刷設定（モデルの向き，印刷速度等）を調整することで印刷のずれを無くし，制作物をわかりやすくすること

などの模索をしていく必要がある．

参考文献

1）SONY，モバイルモーションキャプチャー　mocopi，https://www.sony.jp/mocopi/

2）野澤佳悟，ソニー小型モーションキャプチャ「mocopi」，12 月 22 日 10 時より予約開始，https://av.watch.impress.co.jp/docs/news/1465286.html#1T0A8559_s.jpg

3）Blender，https://blender.jp/

4）Vocaloid Promotion Video Project，https://sites.google.com/view/vpvp/

5）MikuMikuDance，Weblio 辞典，https://www.weblio.jp/content/Vocaloid + Promotion + Video + Project

6）CGbox 編集部，Blender 3.3 モーションデータ（BVH）を使ってアニメーションを作ってみよう！，https://cgbox.jp/2022/10/22/blener-bvh-motion/