

## 3D プリンタを活用したスパイクカスタマイズシステムの構築

土屋 圭佑\*† 津 篤 匠\* 宮 崎 快 利\* 瀬 川 典 久\*

**概要.** サッカーにおいて、プロ選手が使用するスパイクはポイント取り替え式のものが多くあるが、アマチュア選手が使用するスパイクにはポイント取り替え式のものはほとんどない。しかし、プレーする環境やポジションは様々であり、選手の足の特徴も異なる。個人に適した用具を身につけることは、プレー精度の向上や怪我の危険性を減少させることになる。本研究では、3D プリンタを用いてサッカーのスパイクのポイントを複数パターン制作し、スパイクをカスタマイズできるシステムの構築を行なった。3D デザインツールの一種である Blender にスパイクデザインシステムを構築し、ユーザが容易にスパイクをデザインできる仕組みを提供した。このことより、データ作成にかかる時間を数分に削減し、工程数を大幅に減少させた。さらに、システムで形状変換やサイズ変換を行えることで、ユーザが複数のスパイクの試作を容易に行うことが可能にした。

### 1 はじめに

スポーツにおいて、個人の特徴に適した用具を使用することは理想であり、怪我の発生率低下やプレー精度の向上が見込まれる。小中学生や高校生などのアマチュア選手が用具を手に入れる手段としては、小売店で販売されているものを購入する方法が一般的である。それらの販売方法で販売されている商品は、幅広い人に使用されることを目的に販売されているので、購入者は数ある商品の中から自分の生体特徴に合うものや好みのデザインなどを加味して選択する必要がある。

近年、スポーツ用具店では足型を計測してその生体特徴に合う靴を提案するといったサービスが見られる。これは、購入者の特徴に合う商品を見つけるための補助となる。[1]の研究の結果で明らかのように、サッカーのポイントの形状は、地面に退位する貫通力、牽引力に大きな影響を与え、ただし選択はいいプレーに影響を与える。しかし、試着した時点では良いと感じてもプレーしてみると合わないと感じる場合や、自分が望む（サイズ、素材、デザインなどの）商品が無いことは少なくない。

本論文では、3D デザインツールの一種である Blender にスパイクデザインシステムを構築し、ユーザが容易にスパイクをデザインできる仕組みを述べる。本システムにより、スパイクの形状データ作成にかかる時間を数分に削減し、工程数を大幅に減少させた。さらに、システムで形状変換やサイズ変換を行えることで、ユーザが複数のスパイクの試作を容易に行うことが可能にした。

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.

\* 京都産業大学

† 現在 S O L I Z E 株式会社

### 2 スパイクの加工

本研究では、取り替え式でないスパイクに3Dプリンタで印刷したポイントの装着ができるように、図1のように加工を施した。加工の手順は、シューズの底面を削り、削った場所に穴を開け、ポイントを取り付けできるようにめねじを取り付けるといった手順である [2]。



図 1. HG スパイク加工の様子

### 3 Blender 上で動作するポイントデザインシステムの実装

本研究では、3D デザインツール Blender を使い、Blender 上にデザインシステムを構築することで、CAD の操作なしに、ポイントの3D データを自動的に生成する。Blender は Python 言語によって書かれたコードで動かすことが可能である [3]。

本研究で実装するポイントは、市販の取り替え式ポイントのサイズを参考に、「円錐台」の底面は半径 5.0mm、上面は半径 9.5mm、高さは 10.0mm とする。また、「六角柱（円錐台の側面に追加するもの）」は、ポイント取り付け器具（図2）のサイズ（六角形の辺の長さ=8.0mm）に合うように、半径（=六角形の辺の長さ）を 7.5mm、高さは 3.0mm とする（図3）。「六角柱（空洞部分）」は M5 の六角ナットのサイズ（六角形の辺の長さ=約 4.9mm、高さ=4.0mm）に合うように、半径（=六角形の一

辺の長さ)を5.0mm, 高さを4.1mmとする(図4). ナットやボルトの径などとデータの値が違うのは3Dプリンタの印刷精度を考慮しているためである.



図 2. ポイント取り付け器具

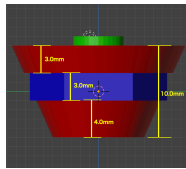


図 3. 各パーツの配置位置

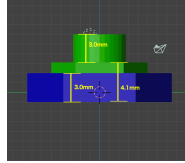


図 4. 各パーツの配置位置(内部)

これらのデータを基準に, 基本となるポイントをシステムで構築しユーザに表示する(図5). システムによって生成されたポイントの形状は, ユーザが GUI を用い, サイズや形状を自由に変更することができる.

また, ナットを埋め込むための空洞を開ける必要がある. オブジェクトの形状を変更する場合, 空洞をあけてから変更してしまうと空洞のサイズも変わってしまうため, オブジェクトの形状を変更した後に空洞を開ける必要がある. そこで, オブジェクトの差分を取るという工程をシステム化することで, 実現化した. また, サイズなどを変更した後も差分が取れるようにも工夫をしてある. 最終的に, デザインが完了した後, 軸の部分が自動で抜かれ, デザインが完成する.

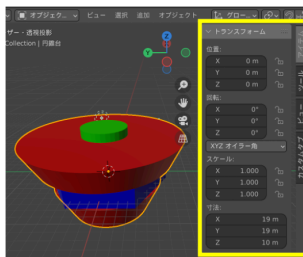


図 5. プロトタイプシステムを用いたポイントデザイン

ユーザは, システムを利用し, サイズや形状を決定し, 空洞をあけた後, ポイントの3Dデータを決定する. stlファイルにエクスポートすると3Dプリンタで印刷できるようになる.

#### 4 3Dプリンタでの印刷

システムで作成したstlファイルを利用し, 各3Dプリンタで印刷する. ポイント印刷時には, 各プリンタの一時停止機能を用い, インサートナットの技法を用いて, ナットを埋め込み, その後雄ネジを装着し完成する(図6).

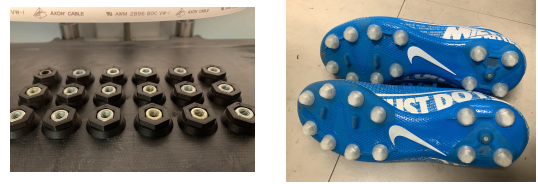


図 6. 3Dプリンタで作成したポイント

各ユーザは, 「素材」「形状」「印刷密度」を変更してポイントを印刷する. 各ユーザが, 様々なポイントを印刷し, 試用をおこなうことで, 最適なスパイクを作っていく.

#### 5 まとめと今後の課題

本研究では, 3Dプリンタを用いてサッカーのスパイクのポイントを複数パターン制作し, スパイクをカスタマイズできるシステムの構築を行なった. まず, 3Dプリンタで何かを出力する時に多くの時間を取られるデータ作成を, Blender上でPythonを用いたポイントデザインシステムを構築し利用することによって, データ作成時間を大幅に削減し, さらに, パラメータによる形状やサイズ変換を可能にした. 作成したデータから複数パターンのポイントを作成し, ボルトを取り付けて, スパイクへの装着が可能であることを確認した.

今後は, ポイントの特徴とグラウンドの状況との相互関係などについて考察し, どういった特徴のポイントがどういったグラウンドに適しているかなどを調査していきたい. また, ポジションとポイントの特徴との相互関係についても調査する必要がある. これらの課題を解決し, 実際の試合で実用することを目指したい.

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K11780 の助成を受けたものです.

#### 参考文献

- [1] J.D. Clarke, M.J. Carrè : Improving the performance of soccer boots on artificial and natural soccer surfaces, *Procedia Engineering*, Volume 2, Issue 2, 2010, Pages 2775-2781, ISSN 1877-7058, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.065>.
- [2] サッカースパイクマイスターのKohei : サッカースパイクの特注ミックスソール 自作・作り方 徹底解説, Kohei's BLOG サッカースパイク情報ブログ, <https://shorturl.at/cDHW0>, (2023年9月現在)
- [3] 大西 武: Blender ユーザーのための Python 入門, シーアンドアール研究所, 978-4863543546, (2021)