

微小発電機構を用いた身体運動の可視化と記録

坂本 雄祐* 田中 浩也*** 金山 真悟* 海藤 智史**

*慶応義塾大学 環境情報学部

**慶応義塾大学 大学院政策・メディア研究科

***慶応義塾大学 環境情報学部 専任講師

本論文では、スポーツにおけるさまざまな技の表現（パフォーマンス）という側面を、さらに豊かで魅力的なものに拡張するシステムを提案する。このシステムは、2つの部分からなる。ひとつは、微小な発電機構を取り付けたスポーツ器具であり、運動の際に局所的にかかる力によって電力を生み出し、LEDやELファイバーなどの光源を点灯させる。もうひとつは、その器具を用いた運動の様子をカメラで撮影し動画として記録することで、身体を用いた「技」を「光の動き」として抽出・保存し、その動画の完成度を競い合えるようなコンピュータ環境である。本論文では、システム開発を通じて得られた、さまざまな設計の指針や知見について概説する。

Visualization and record of physical motion with micro power generator

Yusuke Sakamoto* Hiroya Tanaka*** Shingo Kanayama* Satoshi Kaito**

*Faculty of Environmental Information, Keio University

** Graduate School of Media and Governance, Keio University

*** Assistant Professor, Faculty of Environmental Information, Keio University

In this paper, we propose a new system for extending the technical performance in the sports. This system is composed of two parts. One is the sports device with micro power generator. This device generates electric power by physical impacts and controls LEDs or EL fibers. The other is the computer part with a camera that records the movements of lights. Moreover, we have constructed the computer environment which enables us to compete with our technical performance each other. In this paper, we discuss the concept, outline and implementation of our system.

1、はじめに

近年、ユビキタスコンピューティングに関するさまざまな技術が開発され、多様なコンテンツの提案が行われるようになってきている。しかしながら、それをスポーツエンターテインメントと関連付けているものは少

ない。本研究では、ユビキタスコンピューティングの技術をスポーツ器具に適用し、スポーツのエンターテインメント性を拡張することを目標としている。そこで、スポーツとコンピュータの間を掛け持つデバイスとそのシステムを開発した（図1）。

スポーツエンターテイメント



ユビキタスコンピューティング

図1 提案するデバイスの位置付け

今回の提案の特徴は、この装置の電力をスポーツにおける人間の自然な運動の中から発生できるようにして、自律的なシステムを備えた装置とした点にある。現在、コンピュータを駆動させるためには家庭用電源か電池が必要不可欠であるが、屋外で電源を確保するのは困難であり、電池も使用時間に限りがあり、長時間に渡る継続利用ができない。そこで、それらの問題を解決するために、微小発電機構を用いて発電しながらコンピュータを駆動できるようにした。

一方、スポーツのエンターテイメント性が、コンピュータによって増幅された例としては、次の2つを既存研究として挙げる事ができる。

- (1) 仮想的スポーツ体験システム
- (2) モーションキャプチャ

仮想的スポーツ体験システムとは、コンピュータによって仮想的にスポーツの感覚を味わえるようなシステムのことである。具体的には、次のような既存研究がある。

「新しいスポーツ中継方式として、感動や興奮、緊張感といった、選手自身が体感している状況を視聴者に追体験させ、視聴者が実際に運動を行っているかのような感覚の実現をめざす。」(注1)

次に、モーションキャプチャについて説

明する。モーションキャプチャとは、関節部に加速度センサを付けた被験者に動作を行ってもらい、被験者の動作をデジタルデータに変換してコンピュータに取り込む装置である。取り込まれたデータを元に、3次元グラフィックスのキャラクタの動作を構成していくことで、リアルな動きを持つCGキャラクタを作成できる。スポーツシミュレーションゲームなど、特に人間の動きが重要とされる用途で利用されている。

(注2) (図2)

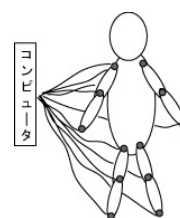


図2 モーションキャプチャのイメージ

本研究では、特にこのモーションキャプチャに注目し、その問題点を解決することを目指した。現在、モーションキャプチャは、主にスポーツにおけるフォームの確認やCG、ゲームの開発などに利用されているが、このシステムは次の三つの問題点を抱えている。

- (1) 実際の現場でできない
- (2) 激しい動きや衝撃を伴う運動に弱い
- (3) 煩雑な準備が必要

これらの問題点はすべて、センサやコンピュータなど、モーションキャプチャシステムが複雑であることに起因していると言える。このような問題を抱えたままでは、本来の身体運動を捉えることが困難である。本研究では、その問題点を克服したシステ

ムの提案を行う。

2、提案手法

今回の提案では、「バイモルフ素子」(株式会社京都クリエイティブイマジジン社、発電バイモルフモジュール)という新素材を用いた、新しい発電機構を利用することとした。バイモルフ素子は、圧電セラミック素子2枚を弾性板に貼り付けたもので、厚み方向に分極された2枚の厚い圧電素子から構成されている。振動を与えてやると圧電効果により電荷が発生する。つまり、2枚の電極に歪みを与えると発電する素子である。(図3)

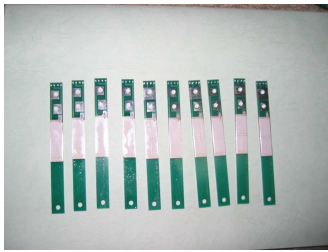


図3 発電バイモルフモジュール

本研究で提案するシステムは、このモジュールを用いて、人間の運動によって発電し、LEDを点灯させることから始まる。また、そのLEDの光をカメラ追うことによってモーションキャプチャを可能にする。さらに、このシステムがスポーツのエンターテインメント性を拡張する可能性を生む。それは、後述するような映像処理のアプリケーションに応用したり、動きによって光を発するという新しい表現が可能になったりするためである。LEDを点灯させるだけならば、マイコンなどを制御して行うことも可能だが、次の三点から考えると、バイモル

フ素子を利用した本システムが優れていることが言える。(図4)

- (1) 構造がシンプルで、運動の邪魔をしない。マイコンを利用すると、センサ、電池、マイコン、LED、それらを繋ぐ線が必要であり、構造が複雑になる。それによって場所的な問題と、重量的な問題が出てくる。一方、バイモルフ素子は、センサと電池の機能を持ち合わせているので、それに小さなLEDを取り付けるだけでコンピュータとして作動する。現場でのモーションキャプチャを可能にするためには、その運動の邪魔をしないということが前提条件となるので、バイモルフ素子は十分にその条件を満たしている。
- (2) 激しい運動に対して頑強である。今回使ったバイモルフ素子は、プラスチックと金属板からできていて、衝撃に強い。マイコンを使用すると、衝撃によって不具合が出る可能性が高くなる。
- (3) 自律的なシステムを内包している。上記したように、バイモルフ素子自身で衝撃をセンシングし、発電し、電流を供給するというシステムを持っているため、電池に頼ることもなく、半永久的に使用可能である。また、複雑な電気回路や、プログラミングを使用していないため、メンテナンスが容易である。

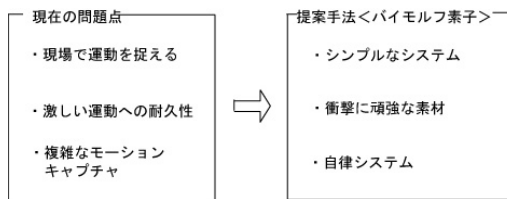
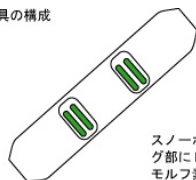


図4 問題発見と問題解決

次に、実際に作った発電機構を紹介する。一例として、スノーボード、バランスボールに対応する装置を作った。(図5、6)これは、それぞれが器具に衝撃を与える、技を外へ向けて魅せる、という要素を有しているからである。ゆえに、本装置によってそれ自身が持つエンターテイメント性、パフォーマンス性が拡張される可能性がある。



器具の構成



スノーボードのビンディング部にLEDが付いたバイモルフ素子を取り付ける

図5 微小発電機構を取り付けたスノーボード



図6 微小発電機構を取り付けたバランスボール

3、目的とアプリケーション

この新しいモーションキャプチャシステムを考案し、実際にどう応用させていくかについて段階別に述べる。ここでは一例として、スノーボードについて説明する。

(1) 「練習を支援する」

スノーボードを始めたばかりの人は体重移動の仕方がわかっていないため、うまく体重移動が図れない。しかし、それを視覚的に、また数値として読み取ることは困難である。そこで、本研究で提案するシステムを用いると、光の有無、強弱を観察することによって、左右前後のどこに荷重がかかっているのかが一目でわかる。これはフォームの改善を手助けすることができる。つまり、有効な練習の手段として、このデバイスを使用できる。

(2) 「新しいエンターテイメントを創造する」

ある程度の技術を会得している人が、技を魅せるためにこの装置を使用する。「生」の光で技を表現してもよいし、この光を一度コンピュータで画像処理してもよい。後者の例としては、まずスノーボードの様子を撮影し、その映像をプログラミング言語である **processing** (注2) で処理することによって、LEDの光の軌跡を結び、一つの絵(図形・模様)として描くことが挙げられる。つまり、体全体の運動や、そのスポーツならではの技を通して、絵(図形・模様)を描写することができる。(図7、8)

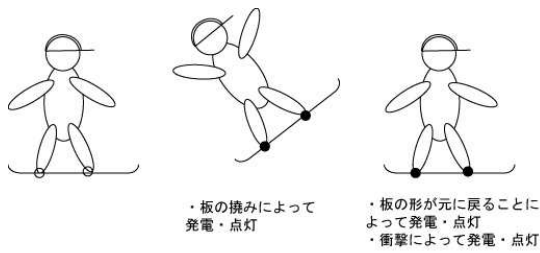


図7 スノーボードによって発電し、LEDを点灯させる運動の例とその要因



図8 スノーボードで発電し、LEDを点灯させた様子

デモ映像：

<http://web.sfc.keio.ac.jp/~t04377ys/Snowboard.avi>

この光を撮影する方法として次の2つを挙げ、同時にそれぞれの長所と短所について分析する。(図9)

- (1) ターンや技の披露を繰り返しながら、スノーボーダーが雪山を下ってくるのを定点から撮影する。上下左右を自由自在に動くことができるが、光までの距離があるため、ある程度の強い光を必要とする。
- (2) ハーフパイプにおける滑走、演技を定点から撮影する。撮影対象までの距離を短くすることができるため、光は小さくても撮影可能だが、地形の特性上、描きにくい場所が生じる

可能性がある。

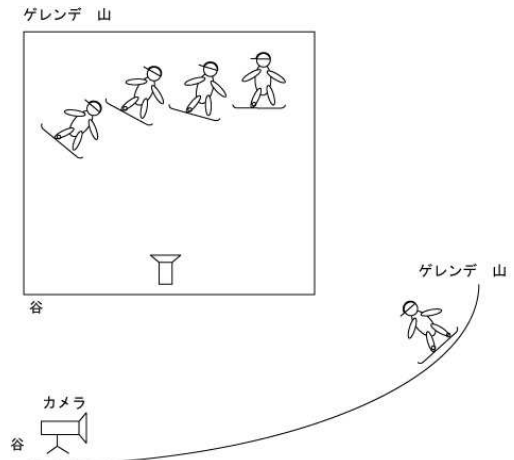


図9 (1) 撮影する方法

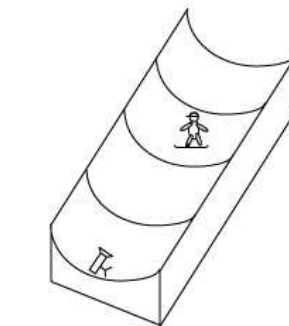
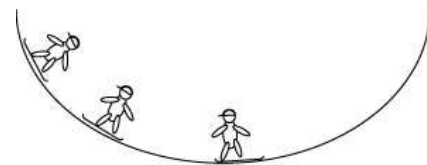


図9 (2) 撮影する方法

さらに、このようにして撮影した映像から、一色だけ抽出するようなプログラムを作った。例えば、青色LEDを用いた場合、青色だけを抽出できるようにする。そうすることによって、運動で生じた光だけをキャプチャすることが可能となる。周りの環境に応じてLEDを変えることによって、自由に適切な色を選択することができる。

4、考察

この研究は3つの分野と関連しているといえる。

(1) 身体動作を検出するモーションキャプチャ

(2) バイモルフ素子による新しい発電方法

(3) ある器具から光を発するウェアラブルコンピュータ

以上の3点をまとめると、本研究におけるそれぞれの要素の位置付けは、図10のように表すことができる。

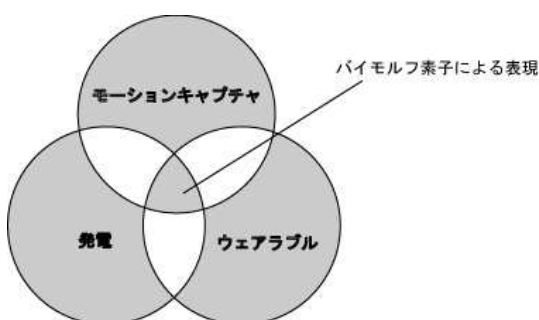


図10 本研究の要素の位置付け

一方で、どのようにLEDを光らせるか、どのようなコンビネーションで技を組み合わせるかなど、新たな価値観からスポーツの技が生み出される可能性も考えられる。つまり、この装置によってスポーツのエンターテイメント性が拡張される可能性があると言える。

スノーボードの他にも、多くのスポーツやパフォーマンスで利用シーンがあると考えられる。このシステムを利用できる条件としては、運動によって衝撃が生まれること、その運動自身が魅せるエンターテイメントとなっていることだと考えている。もしくは、運動自体がエンターテイメント性を持

っていないくても、フォームの修正をするための道具として利用するなど、練習のために試用することも可能である。そのような応用例としては、テニスやダンス、自転車(BMX)などが挙げられる。その他にも、このような装置によって、そのスポーツが持つエンターテイメント性を拡張できるものが多数あると考えている。

5、おわりに

本論文では、バイモルフ素子を用いた発電機構を利用して、スポーツのエンターテイメント性の拡張を目指し、それを実現させるためのデバイスとシステムの提案をした。それに関連して、新しい発電方法や、簡潔にできるモーションキャプチャ、ウェアラブルなコンピュータに関する考察を行った。今後もいろいろなスポーツエンターテイメントを拡張していくことを目標とし、そのためのデバイスを考案、実装していく予定である。また、バイモルフ素子という新素材の特性を存分に生かしたアプリケーションを考案し、自律的なシステムを持ったデバイスを引き続き開発していきたいと考えている。

参考：

(注1) 「スポーツ体験システム」ATR 知能映像通信研究所

<http://www.mic.atr.co.jp/mic-p/application/app22.html>

(注2) e-Words <http://e-words.jp/>

(注3) processing

<http://www.processing.org/>