

インタラクティブボールの開発

～情報を掴むための研究～

奈良女子大学附属中等教育学校 5年C組 羽鹿 諒

指導教諭 米田 隆恒

1、研究の概要

私は、今回インタラクティブボールを開発した。これは、ボールを握る度合いで、ある程度コンピュータを直感的に操作できるコントローラーの機能と、音楽や数値データなどを可視化、可触化できる簡単なディスプレイの機能の両方を持ち合わせている。この装置は、USBケーブルでコンピュータに接続するだけで使用することが可能である。

キーワード：ユーザーインターフェイス タンジブルUI ゴムボール マイコン 赤外線センサ

2、問題提起・研究目的

最近、日常生活の中で人々はスマートフォンや、タブレットPCなどのコンピュータを扱う機会が増えてきた。その結果、いくつかの技術に急速な進歩が見られるようになった。例えば、マウスやキーボードなどのユーザーインターフェイス(以下、UI)は状況に応じて入力方法を選択でき、様々な言語にも対応できるようになった。

また、SNSやブログなどの流行、あるいは音楽ストアや電子書籍の登場によりインターネットは人々にとってなくてはならないものになった。その結果、たくさんの人々が様々なメディアを使うようになり、様々なタイプのデータを個人が大量に扱えるようになった。私たちの身の回りでは、様々な情報やコミュニケーションの急速な「デジタル化」が進んでいるのである。

しかし、このような技術の発展には問題がある。それは、障害を持った人や高齢の人にとって、こうした様々な情報は煩雑なものだということである。特に、音楽や数値データ、グラフなどの情報は全ての人が理解できるものではないと考えられる。また、情報を入力する手段も複雑なステップを踏まなければならないものが多く、使いやすいとはいえない。

そこでユーザーへの、特に障害を持った人も使えるような、新たな情報提供手段および入力手段が必要だと考えた。そんな中、私はMITで研究されている「タンジブルUI」というものを知った。それは、複数の人が同じ作業を共有し、情報を物理的なものに置き換えてコンピュータの操作ができるUIだった。

よって、今回の研究では以下の目標を設定し、実験および考察を行った。

- 1、情報に触れられるUIの開発方法を検討する
- 2、プロトタイプとなるハードウェアおよびソフトウェアをオリジナルに開発する
- 3、UIの開発を踏まえ、今後の展望を考察する

3、研究方法

3-1 UIデザイン

まず、情報を何らかの形で表示し、さらにコントローラーにもなり得るデバイスを開発する必要があった。そこで私は、受け取った情報に応じて形状や状態が変化するハードウェアを製作することを考えた。こうすることで、障害を持った人にはデバイスの形状や状態の変化などで情報を伝えることができる。また、デバイスの形状をユーザーが直接触って変更を加えられるようにすれば、従来の入力装置よりもより直感的に操作をすることができるハードウェアを開発できると考えた。

また、ハードウェアはボール状であり、かつ形を変えることが容易なシリコンゴムで製作した。

3-2 ハードウェア

上述のUIデザインによってデバイスに関するいくつかの条件が設定された。

まず、ボールが形状を変えられる必要があった。今回は、ボールの中にサーボモータ(図1)と呼ばれるモーターを取り付けた。これは、2足歩行ロボットの関節部分などに使われる小型・軽量ながらも強力なアクチュエータである。このモータに、(図2)に示すような方法でシリコンゴムを糸で巻き取るような形で形状を変えられるようにした。

次に、ユーザーがボールをつかむ、つまむ、押す、といった操作をしているかどうかを認識させる必要があった。そこで、ボールに温度センサ(図3)を取り付けることを考えた。こうすることで、人が触れているときは体温を検知するため、操作を行っていないときとの区別を行える。また、温度センサをボールの側部と上部の2カ所に取り付けることで上述した3つの操作を区別することができると考えられる。

さらに、ユーザーがどの程度の力でボールを圧迫しているかを知る必要があった。そこで、フォトインタラプタ(図4)と呼ばれるセンサを用いた。これは、センサの一方から照射される赤外線反射を読み取るセンサである。今回の研究では、ボール内部の壁面から向かい合う壁面までの距離を測定する目的に用いた。こうすることで、簡単にボールの圧迫具合が測定できると考えたからである。

また、視覚的な効果を付加するため、LEDアレイを取り付けた。今回用いたのはごく一般的なLEDに導電糸(図5)と呼ばれる導電性のある糸で電極を繋いだものである。これは、ボールを掴んだりする際、内部の配線が変形してしまうことが懸念されたためである。

次に、ハードウェアのベースとなる部分の検討を行った。今回は、Arduino(図6)と呼ばれるオープンソースハードウェアを使用した。

これは、現在世界中で最もよく使われているマイクロコントローラーモジュールである。今回の研究においてArduinoを使用した理由としては、

- 1、開発期間が短縮できる
 - 2、Mac、Windows、LinuxのどのOSでも共通した開発環境が動作する
 - 3、開発が容易なので、改良がすぐにできる
 - 4、小型で安価である
- ということがあげられる。

プログラム開発には、専用の開発環境(図7)を使用した。C言語ベースの簡単なプログラムでファームウェア開発を行うことができた。

3-3 ソフトウェア

今回の研究では簡単なプロトタイプとなるものを開発することを目標にした。そこで、私はProcessing(図8)と呼ばれる開発環境を用いた。これは、MITのメディアラボで研究開発されていたJava言語ベースの開発環境である。このソフトウェアを使うことで、比較的容易にJava

ランタイム上で動作するプログラムを製作することができる。また、ビルドやコンパイルに時間がかからず、ライブラリなどを導入することで大小様々なソフトウェアを開発できる。

ここではインタラクションボールをディスプレイとして扱う例と、コントローラーとして扱う例の2種類のプログラムを製作した。

まず、ディスプレイとして扱う例である。数値が羅列されたデータファイル(CSVファイル)をドラッグアンドドロップで読み込み、グラフを描画した後にハードウェアとUSB通信をしてハードウェアへ情報を送る、というものである。

もう一方は、音楽ファイルをドラッグアンドドロップで読み込み、再生／一時停止や音量をボールの握り具合でコントロールするというものである。

4、研究結果

完成したハードウェアを(図9)に、動作中のソフトウェアの様子を(図10)に、また、2つを同時に動作させている様子を(図11)に示す。

結果的に、完成したインタラクションボールは直径が5.5cmとなった。ボールから出ているUSBケーブルをPCに接続することで使用することができる。

ソフトウェアは、データがどれだけあるかに関わらず、すぐにグラフを描画できるものにすることができた。また、USB接続されているハードウェアと連携させることでグラフの数値データをハードウェアの状態変化に表すことができる。また、ボールを握ることで描画されたデータを初期化し、新たなデータを読み込ませることができる。しかし、多少動作が不安定なため、改善する必要があると考えられる。

一方で、音楽ファイルを再生するプログラムは、ライブラリの操作が複雑だったため、今回は断念した。しかしながら、この研究において製作したハードウェアはコントローラーとして使えることが確認できた。

5、考察

今回の研究では、単なる数値データや音楽などのメディアファイルを従来とは異なる方法で表現する方法を模索し、実際にプロトタイプを開発するまでを行えた。「2、問題提起・研究目的」でも述べた通り、これまで世界中で様々な「直感的な操作が可能な」デバイスが開発されてきた。これらは全てタッチパネルなどを搭載

し、マウスやキーボードをオンスクリーンにしたり、マルチタッチ操作を行えるようになっていく。よって、確実に従来のPCよりも操作性は向上している。しかし、私は操作性も重要だが、いかに人々の情報の認識が速いかということも重要であると考えた。つまり、画面上の情報に直接触れて操作できることも重要だが、その情報がより自然な形で、素早くユーザーが認識できなければ意味がない、ということである。今回の研究において、物体として存在しなかった情報を視覚的に見て、触れられるデバイスにできたことは大きな成果であったと考えている。

6、今後の課題

今後、最優先にすべきなのは、アプリケーションを増やすことである。今回試作したのは数値データを可触化するアプリケーションと音楽を操作するアプリケーションであった。しかしながら、現時点において、音楽を操作するアプリケーションはまだ動作できていない。さらに応用例を増やして、どういうシーンでインタラクティブボールが使えるのかを研究していきたい。

また、今回の研究ではボール上のハードウェアを開発したが、今後スケールアップしてハードウェアを製作することを考えている。具体的には、アクチュエータやセンサの数を増やし、さらに高度な動きや状態変化を起こせるようなハードウェアにすれば、ボールだけではない新たなデバイスを開発できると考えている。さらに、インターネットに接続することも考えている。例えば、手の形をしたデバイスをインターネットに接続しておけば、同じ職場で働く人同士でも、地球の裏側にいる人同士でも、リアルタイムに同一の現実空間で仕事をしたり、作業をすることが可能になるのではないかと考えている。

7、参考文献

Processingオフィシャルサイト
<http://processing.org>

Arduinoオフィシャルサイト
<http://www.arduino.cc/>

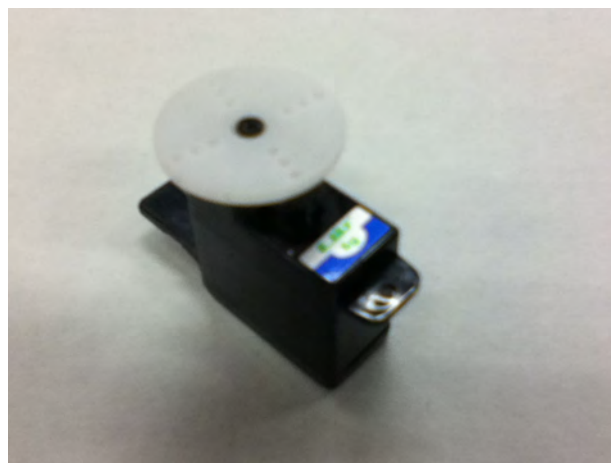
「Built with Processing デザイン／アートのためのプログラミング入門」田中孝太郎・前川峻志 著 BNN出版 2010年発行

MIT Tangible Media Groupオフィシャルサイト
<http://tangible.media.mit.edu/>

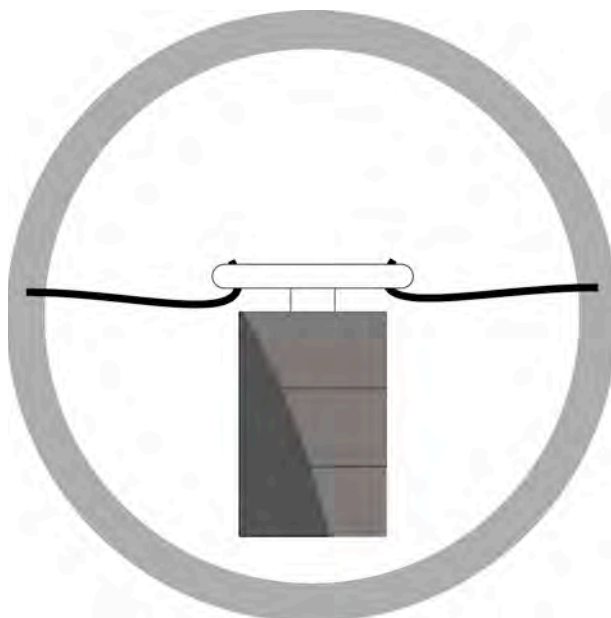
8、謝辞

今回の研究を行うにあたり、本校サイエンス研究会物理班顧問の米田隆恒先生には、様々なアドバイスをいただきました。また、同研究会物理班のメンバーには、研究のサポートをお願いしました。この場を借りて、お礼申し上げます。

9、図



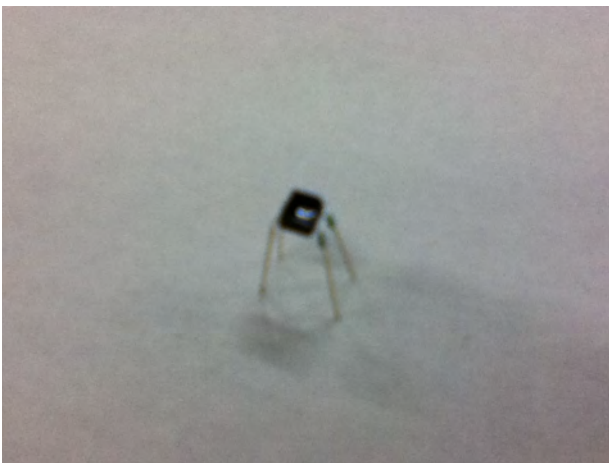
(図1)サーボモータ



(図2)サーボモータの軸(サーボホーン)に糸をつけ、シリコンゴムと接着して巻き取る



(図3)温度センサ(サーミスタ)



(図4)フォトリランジスタ



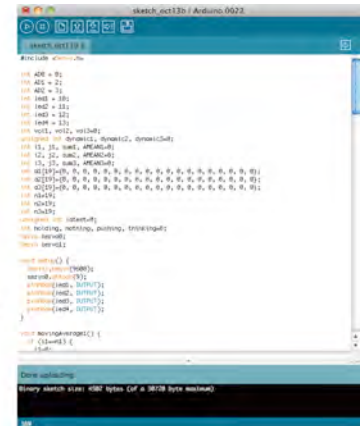
(図5)導電糸



(図6)Arduino(写真は実際に使用したPro mini)



Arduino IDE



(図7)Arduino IDEスクリーンショット



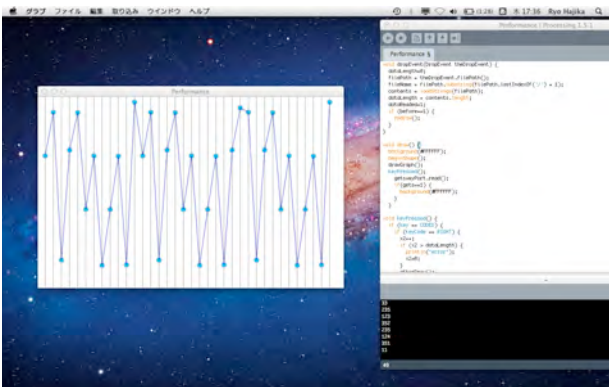
Processing



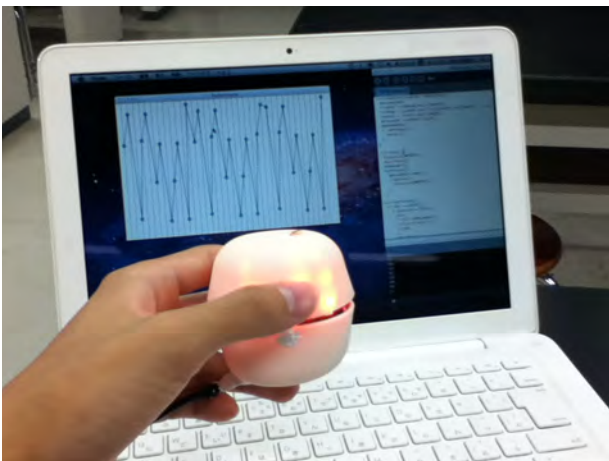
(図8)Processingスクリーンショット



(図9)完成したインタラクティブボール



(図10)プログラム動作中のスクリーンショット



(図11)動作中の様子