

身体機能の拡張を実感できるインターフェースに関する研究

高居 貞成¹ 柳 英克¹

概要: センシングデバイスを用いた、身体機能を電子空間へ拡張するようなインターフェースを開発し、この評価を行う。このインターフェースを開発するための試験機として、2015年度未来大学システム情報科学実習にて開発を行った「Sound Motion」を再利用する。「Sound Motion」とは、ユーザの動きをセンシングデバイスを用いて読み取り、それに応じてサウンドとビジュアルを生成するデジタルコンテンツである。本研究ではまず、「Sound Motion」が現状ユーザにどのような効果を与えるのかを、実際にユーザに体験してもらい、その様子を観察することでテストした。次に、このテストの結果を基に、「Sound Motion」の機能の改善案を検討した。そして、その改善案を実際に「Sound Motion」に反映させ、再びテストを行った。最後に、改善前と改善後で比較実験を行い、本インターフェースの有効性および妥当性を検討していく。

Research on Interfaces That Can Feel Expansion of Physical Function

TAKAI SADAYOSHI¹ YANAGI HIDEKATSU¹

Abstract: This research, develop and evaluate interfaces to extend the physical function to the electronic space. We reuse “Sound Motion” that developed at Future University Hakodate’s project learning “The Project to Develop New Experience from Hakodate” in 2015. “Sound Motion” is the digital content that generates sound and visual accordingly with the movement of a user. Firstly, we tested what current of “Sound Motion” would have on users. We asked users to experience “Sound Motion” and observed the situation. Secondly, based on the result of this test, we examined the improvement plan of “Sound Motion”. Then, we update the “Sound Motion” on the basis of that plan. Finally, we will conduct comparative experiments between the system before improvement and after improvement, and examine the effectiveness and validity of this interface.

1. 背景

身体性を利用した体験型コンテンツは、近年注目が高まっており、大型量販店の通路に設置されているサイネージといった小規模なものから、特殊な環境や道具・装置を用意して行う大規模なものまで展開され、一般に普及を見せている。具体的な例としては、teamLabの「天才ケンケンパ」[1]、ギャラクシティの「デジタルキャンパス」[2]が挙げられる。「天才ケンケンパ」は、伝統的な児童の遊びであるケンケンパと現代的なビジュアルアートを融合させた体験型コンテンツで、床面にプロジェクターで出力された丸型・四角形・三角形のオブジェクトを、ケンケンパの

要領で踏むことで様々なアクションが発生することを楽しむというものである。「デジタルキャンパス」では、壁面と床面にそれぞれプロジェクターで映像が投影されていて、それぞれで異なる内容の身体を用いたゲームを楽しむことができる。

これらの身体的な動作をインターフェースに応用する研究も行われており、その先行研究として、木村朝子らの「広視野電子作業空間に関する考察とシステム試作～マイノリティ・リポート型 I/F とその発展形」[3]が存在する。この研究は、映画「マイノリティ・リポート」に登場する、空間上に投影された映像に対してジェスチャのような仕草をすることで入力が行えるインターフェースを実際に再現し、その使用感や実用性を検証するというものである。また、この研究に類似したアプローチでインターフェース

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

の実装を行っている製品として、体の動きで音楽を奏でる新世代楽器「KAGURA」 [4] が挙げられる。

しかし、木村朝子らの研究で試作された MR キューブは、視差を利用した立体映像を出力するためにプロジェクタを3台、ジェスチャの入力にセンサが内蔵された専用グローブとカメラ、処理用のPCが必要と、非常に大掛かりな装置である。また、MR キューブと KAGURA は、両者ともに一部特殊なジェスチャを覚える必要があり、身体動作を利用した直感的な操作性が多少損なわれている。

2. 研究の目的

本研究では、身体的体験が、深い没入感を得られ、それが物事に対する理解を促すことに着目し、これを機械操作のインターフェースに応用したシステムの開発と評価を行うことを目的とする。また、木村朝子らの MR キューブや、新世代楽器「KAGURA」の事例を受け、装置の小型化と、操作方法の簡素化を目指す。

そのため、センシングデバイスを利用した身体機能の拡張体験を提供するインターフェースを開発する。このインターフェースのプロトタイプとして、2015年度公立ほこだて未来大学システム情報科学実習「函館発新体験開発プロジェクト」にて開発を行った、身体操作でインタラクティブに制御するデジタルコンテンツ「Sound Motion」をベースシステムとして利用する。この「Sound Motion」の操作性や操作感についての検証と評価を行い、それを基にシステムの修正を行っていく。また、今後の発展として、このシステムを応用した新しい体験型コンテンツの検討を行う。

3. プロトタイプ概要

「Sound Motion」はユーザの動きを読み取り、サウンドとビジュアルを生成するデジタルコンテンツである (図 1)



図 1 Sound Motion
Fig. 1 Sound Motion

現状の仕様としては、ユーザの頭部・両手足、計5か所の座標を円形のオブジェクトとしてディスプレイ上に表示し (図 2)、タイムコードがそれらオブジェクト上を通過する

ことで、オブジェクトからエフェクトと音が発生する (図 3)。音の音階はディスプレイ上のオブジェクトの高さに対応している。例えば、手足を高く上げると、高い音階の音が鳴り、反対に体をかがませると低い音が鳴る。本プロトタイプでは、ユーザの動きを読み取るためのセンシングデバイスとして KinectV2 を使用し、開発言語は、タイムコードやエフェクトを描画することを考慮して Processing3 を用いた。再生される音はそれぞれの音階に対応したピアノの単音であり、これはフリーの音源と DTM ソフトウェア群を使用して自作した。



図 2 ユーザの頭部・両手足をオブジェクト化した様子
Fig. 2 A state in which the user is changed into objects



図 3 タイムコードの通過によるエフェクトの発生の様子
Fig. 3 A state that effects has generated when passing the time code

プロトタイプ設計の目的は、身体的体験を応用した直感的な操作を可能とすることである。特別に解説をせずともユーザが操作方法を理解できるようにするためには、まずユーザに興味を持ってもらわなければならないと考えた。そこで、エフェクトと音によるアートの表現を取り入れた。また、不特定多数の人物が触れることを想定して、ディスプレイ上に反映する人体情報は丸型のオブジェクトに抽象化し、さらにユーザが積極的に介入せずとも「Sound Motion」が自動再生される仕組みにした。デバイス前に人

が通り掛かる限り、常にビジュアルと音が出力され続けることによって、ユーザにコンテンツの存在を認知してもらう狙いである。次に、「Sound Motion」上で再生されているビジュアルや音が、自身の身体とのインタラクションであるということに気付いてもらう必要があると考えた。したがって、オブジェクトの座標の高さと、再生される音の音階を対応付けた。これによって、ユーザがシステムを理解するための手がかりとなり、ユーザが様々な動作、すなわちインターフェースの操作を試すモチベーションを高めると同時に、コンテンツとユーザとの間にインタラクションが生まれると考えた。

4. 「Sound Motion」の観察実験

4.1 実験の内容

2016年10月31日に公立はこだて未来大学で行われた「Open Lab」にて「Sound Motion」を展示し、来場者に実際に体験してもらい、その様子を観察した。被験者数は10代と20代の男女合計約40人であった。設置環境は図4のとおりである。



図4 「Open Lab」にて設置された「Sound Motion」
Fig. 4 "Sound Motion" established at "Open Lab"

4.2 結果

はじめに目についたのは、多数の被験者がセンシングデバイスに近づきすぎてしまう問題が発生したことだった。KinectV2のカメラの画角上、人体のすべてを収めるには、KinectV2本体からおおよそ2m程度離れる必要があるが、多くの被験者はそれよりも近く、おおよそ1mの距離まで近づく事が多かった。次に、「Sound Motion」への没入度には大きな個人差が見られた。多少触れただけですぐ興味を失うケースと、長時間没頭するケースの2つに大別された。長時間没頭する被験者に関しては、大きく手を上げたり、かがんだりなどといった様々な身体動作を行っていた。また、被験者が1人のときよりも複数人の時の方が被験者の没入度が高くなる傾向が見られた。

5. 観察実験の考察

5.1 被験者がセンシングデバイスに近づきすぎる問題

被験者がセンシングデバイスに近づきすぎてしまう問題の原因として、被験者の視線がセンシングデバイスではなく、映像を出力しているディスプレイ側にあることが考えられる。その根拠としては、被験者はエフェクトと音が発生しているディスプレイの方に注目をしており、KinectV2の存在に気がついていなかったからである。反対に、適正距離を保っていた被験者はKinectV2の存在に気がついた、あるいはその仕様を熟知している者であった。この問題の解決策としては、センシングデバイスとの適切な距離を示す目印のようなものを床に設置するか、またはそれが視覚的にわかる仕組みを導入することが考えられる。一方で、エフェクトと音によるアートの表現は、被験者にコンテンツの存在を認知させ、興味を持ってもらうという効果を十分に持っていることがわかった。

5.2 被験者の没入度が2極化する問題

被験者の没入度が2極化する問題については、現状のシステムでは、システムと被験者との間のインタラクションが、被験者に伝わりにくかったことが考えられる。展示会場では、他に音楽を利用したコンテンツを展示していたために、音による誘導の効果が薄らいていた可能性も考えられるが、それ以上に「Sound Motion」がそもそも何を楽しむコンテンツなのかが被験者側にとって難解であったことが根本の原因であったと推察する。実際、特に何もせず放置しているだけでは「Sound Motion」の前を素通りしたり、すぐ興味を失って立ち去ったりする被験者が目立ったが、「Sound Motion」に興味を示した被験者に対して、口頭で簡単な説明とデモンストレーションを行ったところ、半数ほどの被験者が強い興味を持ち、様々な身体動作を行うようになった。このことから、音による理解の促進は周囲の環境に強く左右されるか、あるいは単に理解が難しいということがわかった。加えて、身体の5つの部位を丸型のオブジェクトに変換して画面上に投影するという仕様が、被験者にとって直感的でなく、理解の妨げになっていたことが考えられる。しかし、エフェクトが発生することで、画面上で何かが起こっているということは即座に理解できるようであり、システムを十分に理解できていない状態でも多少の身体動作を行っていた。以上から、被験者へのシステムの理解の誘導は、エフェクトによる演出で行う方が適当であり、被験者の身体情報の抽象化もなるべく程度を小さくするべきであると考えられる。ただ、システムを理解した被験者は全身を使って様々な身体動作を試行錯誤するようになったことから、「Sound Motion」のシステムそのものには、被験者の振る舞いを誘発させる効果があることが確認できた。

5.3 被験者が複数人の場合に没入度が高くなる傾向

被験者の人数が多いほど「Sound Motion」への没入度が高くなる傾向があることについては、被験者数が多いほど画面上に表示されるオブジェクト数が増え、その分エフェクトやサウンドが豪華になるためだと思われる。

6. プロトタイプの改善

「Open Lab」での観察実験の結果を受けて、「Sound Motion」のシステムの改善を行った。特に、被験者にとって「Sound Motion」のシステムが理解しづらい問題は早急に対処しなければならないと感じたため、主にビジュアルの強化を行った。まず、ディスプレイ上にボール型のオブジェクトを浮遊させ、被験者がそれに対して、掴むような動作をすることでエフェクトと音声が発生するようにした(図5)。この改変に伴い、タイムコードと被験者の頭部・両足の座標の情報が不要となるのでこれを削除した。また、握り手と判断されている場合は、手の座標を示す丸型のオブジェクトを大きく表示するように変更した。なお、開き手と判断されている場合は改善前とほとんど同じ表示である。これ以降は、これらの改変を施したバージョンを「新版」、改変前のバージョンを「旧版」と呼ぶこととする。

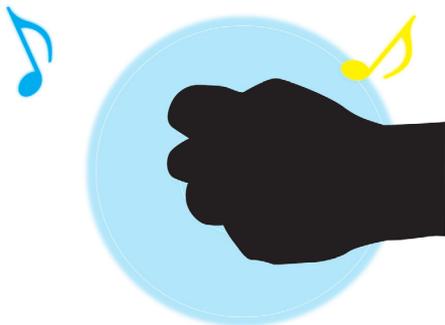


図5 ボールを握った際の動作のイメージ図

Fig. 5 The image of the behavior when gripping the ball

上記の改変を行う根拠として、ボールをつかみ続ける限りエフェクトと音が発生し続ける仕様になるため、単純にビジュアルの強化がなされることに加えて、ボールがあれば掴みたくなくなるという人間の心理の働きを利用することで、被験者にコンテンツの性質をスムーズに理解させるという狙いがある。握り手の状態と開き手の状態でオブジェクトの大きさが変化する仕様も同様に、ユーザに、システムがボールを掴む・離す操作が認識できることを理解させる狙いである。また、現状のシステムだと、タイムコードが画面上に表示されている丸型のオブジェクトを通過するまで待たなければならず、受動的な体験となってしまう、コンテンツとのインタラクション性が損なわれるおそれがあるが、ボール型のオブジェクトならば、被験者が自らそれを掴みに行くという能動的な体験へと変換し、没入感の

向上が期待できると考えたからである。

7. 新版「Sound Motion」の観察実験

7.1 実験の内容

改善を行ったプロトタイプについて、被験者を募り、再度実験を行った。実験では、被験者がインターフェース操作の仕様を直感的に理解できたかをテストした。実験に参加した被験者は計6名、年齢が22歳前後、男女比は1:1である。実験の内容および手順を以下に記載する。

- (1) 被験者に適切な立ち位置を提示
- (2) システム起動後に、画面上のボールを掴むことができることを教示
- (3) 被験者に課題を与え、それを遂行している様子を観察

(3)で被験者に与えた課題は以下の3点である。なお、全て持ち時間は1分とし、仕様を理解した上で課題を達成したことが明らかだった被験者に関しては、その時点で打ち切り、次の課題へ移行した。

- (1) 任意の音を鳴らす
- (2) こちらが指定した音階の音を鳴らす
- (3) ボールを投射する

また、今後のシステム改善案の検討を行うため、実験終了後に、被験者にシステムを使用した感想や意見を記述していただいた。

7.2 結果

上記の観察実験の結果、新版のインターフェース仕様の理解度において、男女差がある可能性が提示された。具体的には、手順(2)でこちらが画面上のボールを掴むことができる旨を伝えた際、女性はこちらの狙いどおりボールを片手で握るような動作を行ったのに対し、男性はボールを両手で抱え込むように操作した。また、ボールの画面上の高さと音階の高さが対応しているという仕様についても、女性の方が理解が早い傾向にあった。男性は最後まで理解できないケースや、課題(2)中に理解するケースがあったのに対し、女性の場合は課題(1)の時点で全員がこの仕様を理解し、課題(2)を数秒足らずで遂行できていた。総合的に見て、課題の達成速度は女性側のほうが優秀であった。ただし、男性側にも、こちらが提示した課題をこなすうちに仕様を理解し、以降の課題達成速度が高速化した者がいた。この被験者の特徴については、課題(1)開始直後の時点では、他の被験者と同様にボールを両手で抱え込むような操作をしていた。だが、課題(1)を開始して30秒程度が経過したときに、システムが握り手と開き手を区別することができることに気付き、それ以降はボールを両手では

掴まず、片手で握る操作を行うようになった。実験終了後に被験者に書いていただいた記述には、「足が使えたら良い」、「もう片方の手も使いたかった」、といった改善案や、「ボールを掴むのが難しい」、「音の鳴る仕組みが理解できなかった」といった操作面での指摘があった。

8. まとめ

本研究では、身体的体験を機械操作のインターフェースに応用したシステムの開発と評価を行うことを目的とした。そのために、プロトタイプとして身体操作でインタラクティブに制御する体験型デジタルコンテンツを試験的に開発した。そして、開発したプロトタイプを実際に複数のユーザに体験していただき、このシステムがユーザにどのように扱われ、さらにユーザにどのような影響を与えるかを観察した。その結果、システムの設計が、ユーザにとって非常に理解し難いものだったことがわかった。この結果を受けて、プロトタイプをより視覚的に理解できるよう改善を行い、再度観察実験を行った。その結果、今度は男女間で理解の程度に差がある可能性があることがわかった。

9. 今後の展望

今後も引き続き被験者を募って観察実験と使用感の調査を繰り返し、両者の結果を比較して本インターフェースの有効性および妥当性を検討していく。

参考文献

- [1] 天才ケンケンパ — チームラボ/teamLab, <http://www.team-lab.com/hopscotchforgeniuses> (2016.12.22).
- [2] ギャラクシティ - フロアとサービスの紹介, http://www.galaxcity.jp/modules/doc/index.php?action=PageView&page_id=42 (2016.12.22).
- [3] 木村朝子：広視野電子作業空間に関する考察とシステム試作～マイノリティ・レポート型 I/F とその発展形, インタラクション 2005 予稿集, 143, (2005).
- [4] KAGURA - CHANGE YOUR MOTION INTO MUSIC, <http://www.kagura.cc/jp/> (2016.12.22).