

インタラクティブティによる情報の提示

○松原 伸人[†] 中小路 久美代[†] 山本 恭裕^{††}

我々は、モノの重さや固さをオーディオビジュアルなインタラクティブティを介して表現することで、情報を表したり伝えたいと考えている。我々の研究のゴールは、人間にどんな重さや固さを伝えたいか、という観点から、インタラクションデザインを実装するための部品やフレームワークを構築することである。本論では、オブジェクトとインタラクションをおこなう際に、様々なマウスカーソルの形状や表示サイズの変更、また移動速度や加速度、あるいは音との組み合わせを試してみることで、PHC (Pseudo-Haptics Catalog) 環境を紹介する。重さや固さでオブジェクトの属性を表現したり、状態をフィードバックしたり、あるいは概念的な重要性を伝えるために、どのようなインタラクティブティが必要となるかといった視点でインタラクションをデザインできるような環境構築への取組を論じる。

Representing Information through Interactivities

Nobuto Matsubara[†] Kumiyo Nakakoji[†] Yasuhiro Yamamoto^{††}

The goal of our research is to develop a framework for implementing interactivities that effectively communicate the weight and stiffness of an object through audio and visual communications. We think that the weight or the stiffness of an object, whether it represents the object property, the feedback of the object status, or the importance of the concept, plays an important role in interaction design. The PHC (Pseudo-Haptics Catalog) environment is a test suite where one can set up and try out different interactivities through a variety of visual and audio representations.

1. はじめに

ヒューマンコンピュータインタラクションの系においては、人間とコンピュータと

の間の情報のやりとりは、人間の視覚や聴覚、触覚、あるいは嗅覚といった知覚を利用した表現を人間が認識することによって実現されてきている。コンピュータの側から人間に伝えるべき情報を、ビジュアルに表現したり、音で表示したり、振動や形状で表示したり、あるいは匂いを発生することで伝えようとするものである。

我々は、画面上に表示されたオブジェクトとインタラクションをおこなうことにより認識できるような、重さや粘っこさ、固さといったような属性を用いて、情報を表したり伝えたいと考えている [Nakakoji 2010]。重さや固さといった概念は、次の三つの領域でインタラクションをデザインする上で重要な役割を果たすと考えている。

(a) 物理的な重さや固さを示す：

たとえば、オフィスレイアウトのシミュレーションをする際に、重い家具と軽い家具といった違いを表現する。

(b) 操作時のフィードバックを返す：

たとえば、遠隔ロボットアームが認識している物体の重さのフィードバックを返す。

(c) 概念的な重要性を表す：

たとえば、プログラミング環境において、被参照関係の多いクラスを変更する際のインパクトの大きさを示す。

人間による重さや固さの認識は、数字や言葉でシンボルとして理解したり、物理的な運動として体験したりすることによっておこなわれていると考えられる。重さや固さをどのように伝えるかについては、

(1) 記号的な表現によって伝える、

(2) ハプティックなデバイスにより伝える、

(3) 筋電信号をベースとして屈筋と伸筋への低周波刺激信号として伝える、

といった方法が考えられる。たとえば、「250g」といった表現で重さを伝えたり(1)、Emotional Touch では小型のフルレンジスピーカーを用いて触覚を提示することで、微かな感覚を表現するデバイスを構築している [Hashimoto 2009](2)。また、「読み込んだ」筋電を「書き込む」ことで、実際に手に重さがかかったような感覚を生じさせることも考えられる(3)。

我々のアプローチは、これら三つの方式に加える第四の方法として、重さや固さを、

(4) 視覚的、聴覚的な表現により伝える

ことを提案するものである。

我々は、ビジュアルな表現と音による表現、および触覚による表現を組み合わせ、重さや粘性、固さを人間が認識することを目指す。本論ではこれをインタラクティブ

[†]株式会社 SRA 先端技術研究所
Key Technology Laboratory, SRA Inc.

^{††}東京工業大学 精密工学研究所
Precision and Intelligence Laboratories, Tokyo Institute of Technology

ティによる情報の提示と呼ぶ。

ユーザがマウスカーソルを表示されたオブジェクトの上をなぞるように移動させる際に、システム側がカーソルの移動速度を変化したりカーソルを拡大／縮小することによって、ユーザが凹凸といった形状や、滑らかさといった擬似的な触覚情報を知覚することが知られている[Lecuyer 2004]。また、たとえば、画面上の左右の両端から等速で同一直線上を移動する二つの物体を表示している際に、視覚的な表示のみのときには、二つの物体が交叉してそれぞれが画面上の両端を往復して見えるように見えるが、二つの物体が交差する瞬間に音を表示することで、それら二つの物体が衝突して跳ね返っているように見えるといった音に関する錯覚などの存在も知られている[牧野 2010]。同様のメカニズムを用いて、ユーザがオブジェクトを選択しようとしたりドラッグしようとしたりする際に、システムがカーソルの表示形状を変化させたりオブジェクトの移動速度を落としたり、またそれに同期した音の表現をおこなうことで、ユーザに、オブジェクトが動きにくいと感じさせたり、重いと感じさせたりすることができると考えている。

このような疑似触覚のメカニズムを利用したインタラクティブティのデザインをおこなうにあたっては、たとえば、この程度の重みを感じるためには、ドラッグ移動時のスピードをどれくらい変更させればよいのか、といったことの理解が必要となる。本論では、オブジェクトとインタラクションをおこなう際に、様々なマウスカーソルの形状や表示サイズの変更、また移動速度や加速度、あるいは音との組み合わせを試してみることでできる環境 PHC (Pseudo-Haptics Catalog)環境を紹介する。PHCは、1 個以上のオブジェクトをキャンバス上に配置し、それに対していくつかのインタラクティブティを試してみることができるよう、われわれが現在開発中の Java 上で動く環境である。以下に、まず PHC の現状の機能の説明をおこなう。次に、重さや固さでオブジェクトの属性を表現したり、状態をフィードバックしたり、あるいは概念的な重要性を伝えるたりするために、どのようなインタラクティブティが必要となるかといった視点でインタラクションをデザインできるような環境構築への取組を論じる。

2. インタラクティブティを試行する環境 PHC

図 1 に、PHC (Pseudo-Haptics Catalog) のスクリーンイメージを示す。現状の PHC は、中央に配置されたキャンバス部、表示するオブジェクトの種類をリストしたオブジェクトリスト部 (左側)、および異なるインタラクティブティのパターンを選択するパターンリスト部 (右側) という大きく三つの部分から構成されている。

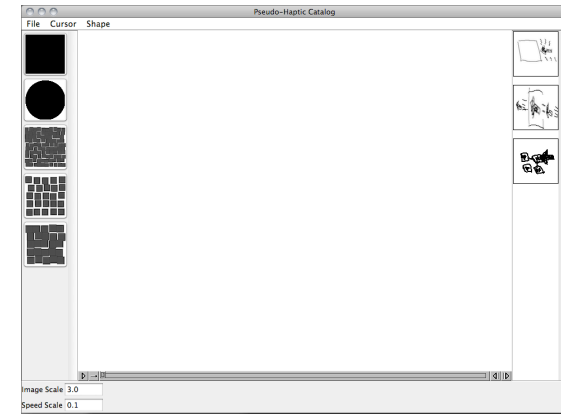


図 1: PHC (Pseudo-Haptics Catalog) の初期画面

PHC には、(1)インタラクションの対象となるオブジェクトとインタラクティブティを設定するためのセットアップモードと、(2)それを実際に試してみるための試行モード、という二種類のモードがある。セットアップモードにおいて Enter キーを押すと試行モードとなり、試行モードにおいて Esc キーを押すとセットアップモードに戻る。

2.1 セットアップモード

オブジェクトリストには、キャンバス上に配置できるオブジェクトがリストされている。セットアップモードにおいてこれをクリックする毎に、キャンバス上にその形状のオブジェクトが生成される。オブジェクトリストの上部二つのアイコンは、それぞれ矩形と円形のオブジェクトを生成する。オブジェクトリストの残り三個のアイコンは、各々、サムネールに示すような配置で複数個のオブジェクトを同時生成するものである。

セットアップモードにおいては、キャンバス上に表示されているオブジェクトの一つ一つは、ドラッグして位置を変更したり、オブジェクトの右下部をドラッグすることでリサイズすることができる。1 個以上のオブジェクトを選択して、メニューから削除することもできる。

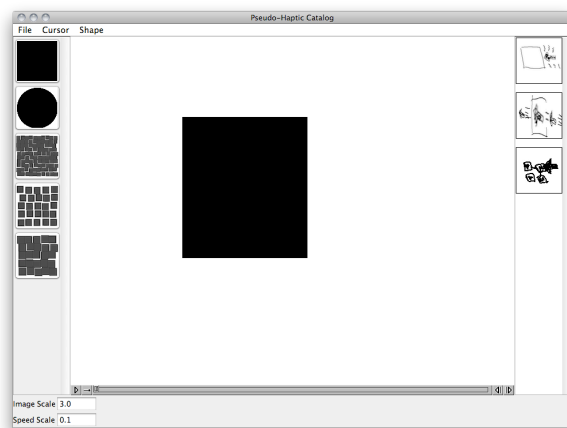


図 2: オブジェクトをキャンバスに配置した例

セットアップモードでは、キャンバスに配置したオブジェクトに対する異なるインタラクティビティを試すための条件を設定していく。インタラクティビティの条件設定は、インタラクティビティのパタンの選択と、表示プロパティの選択との組み合わせによっておこなう。インタラクティビティパターンリストにおいてパターンを選択し、そのパターンにおけるカーソルの形状やインタラクションに応じて生じさせるサウンド表現を、図 3 に示すメニューから選択していく。画面左下の部分で、マウスカーソルの動きの速度倍率を指定したり、マウスカーソルの表示倍率を指定したりすることができる。マウス形状としては、png 形式の画像ファイルを選択することにより表示するマウス形状を変更することができる(図 4)。

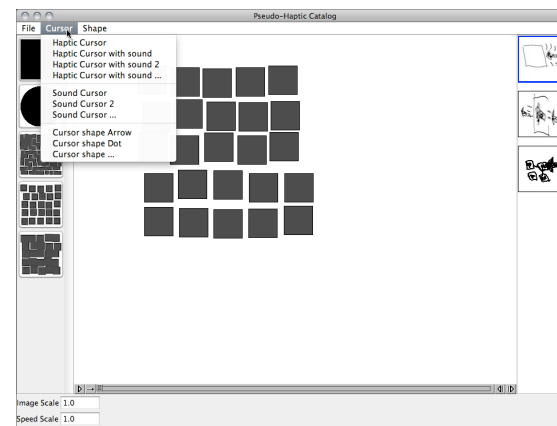


図 3: プロパティの設定をするメニュー

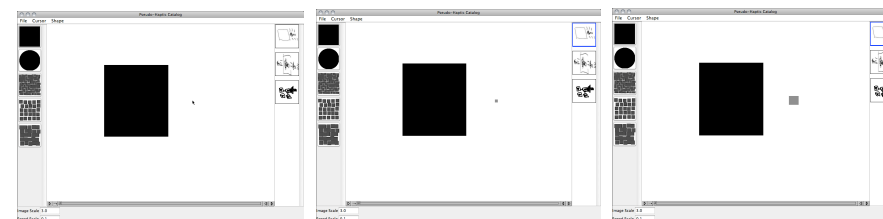


図 4: マウス形状のバリエーション例

現状の PHC には、三種類のインタラクティビティパターンを実装している。

第一のパターンは、固さをインタラクティビティにより表現しようとするものである。キャンバス内に表示されているオブジェクトの境界にマウスカーソルが接触した際に、マウスカーソルの動きがとまったり、音が発生したりするようなインタラクティビティである。

第二のパターンは、オブジェクト表面の凹凸や滑らかさをインタラクティビティにより表現しようとするものである。キャンバス内に表示されているオブジェクト内部にマウスカーソルが到達すると、マウスカーソルの速度が変化したり、マウスカーソルの表示サイズが変更したりする。速度や表示サイズの変更は、画面左下の二つのウィンドウ内に数字を入力しておこなう。速度、サイズともに、1.0 で変化なし、1.0 より多いとカーソルがより大きくなったり速くなったりし、1.0 を下回るとカーソルサ

イズがより小さくなったり移動速度が遅くなったりする。

第三のパターンは、オブジェクト同士のつながりの引き合う力をインタラクティビティにより表現しようとするものである。キャンパス内に表示されているオブジェクトを選択し、それをドラッグしようとするとき、そのオブジェクトに接している他のオブジェクトが、連なって一緒に動いてくるようなモードである。選択中のオブジェクトを完全に引き離してからマウスボタンをリリースすると、そのオブジェクトはマウスボタンをリリースした位置に移動し、連なって動いてきていた他のオブジェクトは元の位置に戻る。選択中のオブジェクトが、連なって動いてきていた他のオブジェクトに接した状態でマウスボタンをリリースすると、そのオブジェクトも元の位置に戻るようなモードである。

2.2 試行モード

キャンパス内にインタラクションをおこなう対象となるオブジェクトを配置し、セットアップモードでインタラクティビティを選択し、メニュー画面や左下部の入力ウィンドウからマウスの動きや表示サイズのプロパティを決定した状態で、Enter キーを押すと、HPC は試行モードに移行する。

試行モードでは、マウスカーソルの形状は指定したマウスカーソルに形が変わり、キャンパス内に表示しているオブジェクトに対して、指定済みのインタラクティビティを試行することができる。

たとえば、インタラクティビティパターンリストの最上部にある、固さを表現するインタラクティビティを選択し、マウス形状として小さな矩形を指定しているとする。図 5 のようなオブジェクトの配置をして、マウスカーソルをたくさんの矩形内で動かすようにすると、スルスルと壁の間の小道を抜けていくような感じを受ける。メニューにより、Sound Cursor を指定していると、グレーの矩形オブジェクトの境界にマウスカーソルが接触する度に、壁にぶつかるような、カタカタといった音が発生する。

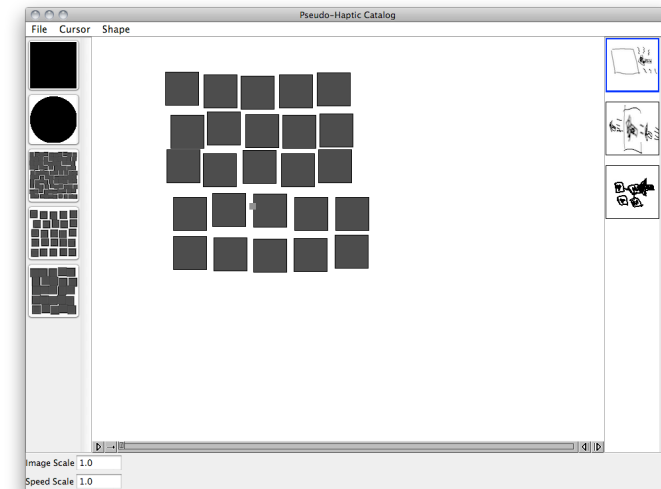


図 5: 固さを表現するインタラクティビティ

インタラクティビティパターンリストの上から二個目にある、オブジェクト表面の凹凸や滑らかさを表示しようとするインタラクティビティを選択し、マウスカーソルの表示サイズや移動速度を様々に変更すると、テクスチャに関する疑似触覚を体験することができる(図 6)。マウスカーソルのサイズを大きくするようなプロパティ設定にすると、オブジェクトの表面が凸になっているような感じを受ける。マウスカーソルの移動速度を遅くすると、表面が滑りにくくなったような感覚を受ける。これらは、Lecuyer らによる、カーソルサイズとスピードを変化させることによる疑似触覚実験による報告 [Lecuyer 2008] と合致するものである。スピードやサイズと連動するような形でサウンドを再生させることもできる。



図 6: 疑似触覚を生じさせるインタラクティビティ (1)



図 6: 疑似触覚を生じさせるインタラクティビティ (2)

三つ目の、オブジェクト同士の引き合う力を表すようなインタラクティビティを選択し、多数のオブジェクトをキャンバス上に表示した状態を設定すると、他のオブジェクトと選択したオブジェクトが重くて移動しにくいような感じを受ける(図 7)。マウスボタンをリリースした瞬間のほっとしたような感触は、どれくらいのオブジェク

トが連なっているかにもよるような感じもする。この第三のインタラクティビティのパタンのパラメータ設定の方式は未だ実装していないが、連動してついてくるオブジェクトの個数や、連動時の加速度や距離の設定方式を変更するようにすべきであろうと考えている。

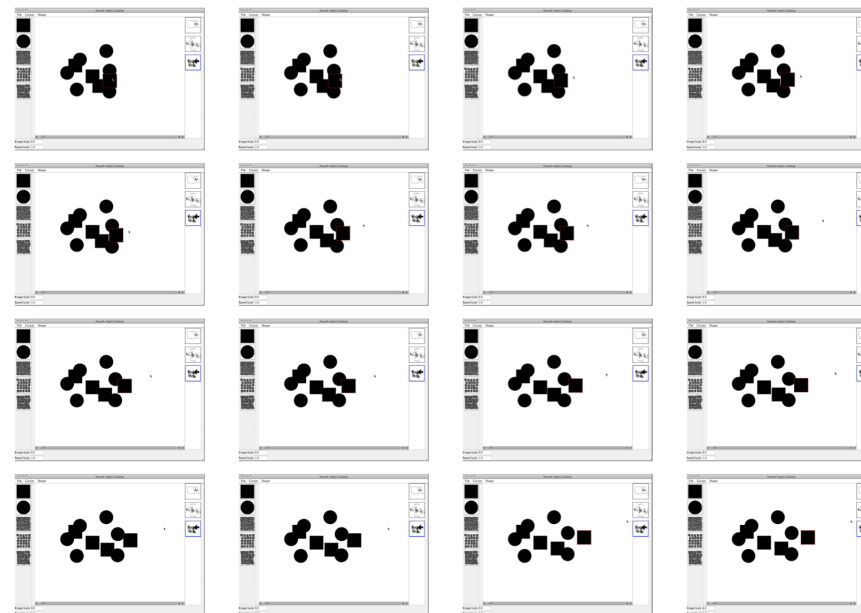


図 7: つながりの強さを感じさせるインタラクティビティ

PHC では、試行モードにおける試行の過程を動画として記録することができる。画面下部のスクロールバーを操作することで、それまでの試行の過程を再生することができる。どのようなパラメータ設定時の試行ではどのような感覚が生じたかを記録していきながら、重さや固さをコミュニケーションするためのインタラクティビティのデザインを進めていきたいと考えている。

3. 議論

PHC で試行できるような、視覚と聴覚を中心とする個々のインタラクティビティは、すでに多くのアプリケーションシステムやゲームにおいて実装されている。たと

えば、ユーザがオプションを選択するまで次の画面に進めないようにするために、マウスポインタがその領域から出ないようにしていたりといった具合である。また、マウスポインタがスムーズに動かない問題現象を, "sticky mouse" (ネバネバするマウス) と表現していたりする。視覚や聴覚, 触覚といった表現の組み合わせにより, 人間の認識を探るようなメディアアート作品はすでに多くある。

我々の研究は, このように, 既に応用の場では広く工夫し利用されてきているインタラクティブ性を, オブジェクトのプロパティを表現するインタラクティブ性のデザインという観点から捉えようとするものである。物理的, 概念的な重さや固さを人間に伝えるためには, どんなパラメータでどんな風に何をどう組み合わせで表現するとよいか, といったことを, インタラクティブ性のカタログとして構築していきたいと考えている。Ishizaki は, 情報の内容と受け取り手によって, テキストのフォントやフォントサイズ, テキストのアニメーションといった表現要素を動的に変更する方式を提案している [Ishizaki 2003]。我々は, 同様に, 情報の内容やコンテキストによって, ダイナミックにそのインタラクティブ性を変更することによって, その情報の重さや固さの伝わり方を変えるようなことを実現したいと考えている。

現状のインタラクションデザインとそれを実現する環境においては, グラフィカルユーザインタフェースの Widgets や, フィジカルコンピューティングにおける Phidgets など, 何を表現するかという観点から構築するための部品がほとんどであると思われる。それらは, たとえば, 視覚的な表現のための部品や, 聴覚的な表現のための部品, あるいは触覚, 嗅覚のための部品といったように, 表現やメディア, 知覚の種類ごとに分化されているように思う。

これに対して PHC を構築しながら我々が考えていきたいのは, 人間がどんな重さや固さを感じたいか, という観点から, インタラクションデザインを実装するための部品やフレームワークを構築することである。錯覚や疑似触覚といった人間の認識の仕組みは, たとえば触覚に対する視覚と聴覚の優位性といったように, 複数の表現メディアや形態の組み合わせに依存している。我々は, 表現やメディア, 知覚の種類ごとに分化されている部品を組み合わせながらインタラクティブ性をデザインしていくのでは, 人間の認識との間に距離がありすぎるのではないかと考えている。表現やメディアや知覚の単位ではなくて, 人間が認識する重さや広さ, 長さといった概念を単位としてインタラクティブ性を実装していくことで, より効果的な, 質の高いインタラクションのデザインが可能となると考える。

我々のプロジェクトの目的は, 人間の認識の仕組みを解明することではない。こんな組み合わせをするとこんな風に重さが認識される, こんな風に効果的に固さを伝えるにはこんな組み合わせがよい, といったノウハウを, 試行を通しながら貯めていく

ことを目指している。人間の認識の仕組みの解明は, 我々の目的の一助とはなるが, 我々の研究の目的はあくまで, 人間の認識に沿うようなインタラクティブ性のデザインの構築にある。

UI デザインにおいては, 長らく look&feel が重要であるとされてきた。ここで, look とは, オブジェクトの見た目のことを指し, feel は, オブジェクトの振る舞いのことを指すものであった。しかしながら, 人間の認識という観点からインタラクションをデザインし, それを実現していくことを考えると, look と feel は, そのように見た目 (あるいは聞こえ方) とその振る舞い, といった具合には分けていくべきではないと考えられる。「重さ」でオブジェクトの属性や, フィードバックや, あるいは概念の重要性を伝えるには, どのようなインタラクティブ性が必要となるか, といった視点から, インタラクションを構築する環境というものを考えていきたいと思う。

謝辞 本研究は, 科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST) 「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」プログラムの支援によるものである。

参考文献

- 1) Hashimoto, Y., Nakata, S., and Kajimoto, H. 2009. Novel tactile display for emotional tactile experience, Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE'09), ACM Press, New York, NY, pp. 124-131, Athens, Greek, 2009.
- 2) Ishizaki, S., Improvisational Design: Continuous Responsive Digital Communication, The MIT Press, 2003.
- 3) Lecuyer, A., Burkhardt, J.M., Etienne, L., Feeling Bumps and Holes Without a Haptic Interface, The Perception of Pseudo-Haptic Textures, Proceedings of CHI2004, Vienna, Austria, pp.239-246, 2004.
- 4) Lecuyer, A., Burkhardt, J.M., Tan, C.H., A Study of the Modification of the Speed and Size of the Cursor for Simulating Pseudo-Haptic Bumps and Holes, ACM Transactions on Applied Perception, No.5, Vol.3, Article 14, pp.1-21, August, 2008.
- 5) Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Koike, Y., Toward Principles for Visual Interaction Design for Communicating Weight by using Pseudo-Haptic Feedback, Proceedings of Create 10 Conference, Edinburgh, UK, pp.68-73, June-July, 2010.
- 6) 柏野牧夫, 音のイリュージョン: 知覚を生み出す脳の戦略, 岩波科学ライブラリー 168, 岩波書店, 2010.