

研究種目： 若手研究 (B)

研究期間： 2008 ~ 2009

課題番号： 20700119

研究課題名 (和文)

入出力を一体化したユビキタス・インターフェース

研究課題名 (英文)

I/O integrated ubiquitous interface

研究代表者

塚田 浩二 (TSUKADA KOJI)

お茶の水女子大学・お茶大アカデミック・プロダクション・特任助教

研究者番号： 20415714

研究成果の概要 (和文)：物理的なモノを手にとって操作するタンジブル・インターフェースに、情報提示機構を一体化することで、斬新な操作感覚を持ったユーザ・インターフェースを提案します。たとえば、IODisk は、回転するディスクに触れて「速度を落とす」「さらに早く回す」ことで、ビデオの再生速度などを容易に制御できます。カメレオンボールは、透明なアクリル球に埋め込まれた多数の色入力/出力ユニットを用いて、身の回りのモノから色情報を取得し、カメレオンのように類似する色に変化します。

研究成果の概要 (英文)：We propose novel user interfaces which integrate tangible interfaces with feedback functions. For example, the IODisk enables users to control videos easily by adjusting the speed of the rotating disk. Moreover, the ChameleonBall can detect the colors of objects in the real world and emit similar colors using multiple color I/O units in an acrylic ball.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,600,000	480,000	1,080,000
総計	2,300,000	990,000	3,290,000

研究分野：ユーザ・インターフェース

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：ユーザ・インターフェース, ヒューマン・コンピュータ・インタラクション (HCI), ユビキタス・コンピューティング, 入出力, タンジブル

1. 研究開始当初の背景

ユビキタス環境に適した入力手法としては、実世界のモノの使い心地とコンピュータ情報をリンクさせて活用するタンジブル・インターフェースが有効である[1]。タンジブル・インターフェースでは物理的なモノを手にとって操作することで、直観的でわかりやすい操作手法を提供できる。こうした特性は、リビング/寝室などの日常生活空間で利用するための実世界指向インターフェースとして適しており、情報家電制御などの分野で積極的な研究がおこなわれてきた[2]。

一方、こうしたタンジブル・インターフェースの多くはフィードバック機構を備えないた

め、物理世界の制約を強く受けてしまう問題があった。たとえば、連続量を操作する際に実際にモノを動かし続ける必要があるし、微妙な調整操作を正確に行うためには他のメディアの補助が必要となる。

[1] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, Proceedings of ACM CHI 97, pp. 234-241(1997).

[2] Masui, T., Tsukada, K. and Sio, I.: MouseField: A Simple and Versatile Input Device for Ubiquitous Computing, Proceedings of UbiComp2004, pp. 319-328 (2004).

2. 研究の目的

本研究では、こうした問題を解決するために、タンジブル・インタフェースに情報提示機構を一体化した多様なシステムを提案・実装し、革新的なユビキタス・インタフェースの実現を目指す。

3. 研究の方法

具体的なアプローチとして、ここでは、触覚を中心に入出力を一体化した「ディスク型タンジブル・インタフェース: IODisk」と視覚を中心に入出力を一体化した「カメレオンボール」について紹介する。

さらに、生活の中での応用例を多数提案した。ここでは、ディスプレイとカーテンを一体化し、カーテンの開閉操作を用いてコミュニケーションの粒度を制御するシステム「なめらカーテン」について紹介する。

(1) IODisk

IODisk は、ディスクに一体化された低速モーターとロータリーセンサ、およびディスクの下部に設置されたRFID リーダーを中心に構成される。(図1)ディスクの回転軸に一体化したセンサとアクチュエータを用いて、「ディスクを回すと自動的に回り続ける」、「回転するディスクに触れて速度を落とす」、「回転するディスクをさらに速く回す」といった新しいインタラクションを実現する。

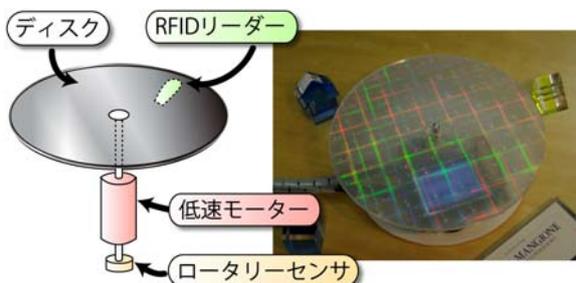


図1 IODisk のコンセプト(左) とプロトタイプ(右)

ここでは、ビデオ操作を例として、IODisk でコンテンツ操作を行う応用について説明する(図2)。

まず、ディスクの回転速度/方向に対して、ビデオの再生速度/方向を対応付ける。ユーザは任意のRFIDタグをディスクに置くことで、ビデオ(ビデオリスト)を選択する。そして、ディスクを回すと楽曲の再生が開始され、ディスクが自動的に回り出す。次に、ディスクを回転方向に素早く回すと、ビデオの再生速度/ディスクの回転速度が速くなる。逆に、ディスクに触れて抵抗を与えると、ビデオの再生速度/ディスクの回転速度が遅くなる。さらに、ディスクを逆方向に回すと、ビデオを巻き戻し(逆再生)すると共に、ディスクが逆方向に回り出す。巻き戻し時もディスクの回転速度を調整することで、ビデオの再生速度を変更できる。ディスクを一定時間静止すると、ビデオの再生とディスクの回転は停止される。

こうした基本操作に加えて、ディスクを一定速度以上/以下で回転させた場合のみ、モーターを静止して、クリック感を伴う正確な操作を行うことができる。たとえば、ディスクを非常にゆっくり回した場合、細かい角度毎にクリック感を返しながら、ビデオのコマ送りを行うことができる。さらに、ディスクを非常に早く回した場合、一定角度毎にクリック感を返しながら、ビデオリストからビデオ単位の選択操作を行うことができる。

このように、ディスクの回転速度とビデオの再生速度を一致させたわかりやすい基本操作を行いつつ、ビデオリストの選択や正確なフレーム選択などの高度な操作をなめらかに切り替えて行うことができる。

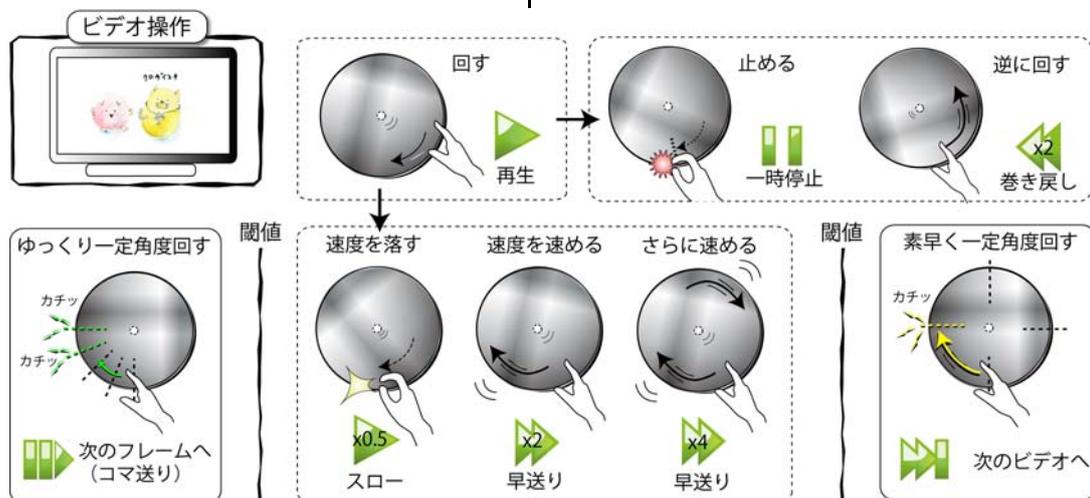


図2 ビデオコンテンツ操作の応用例

(2) カメレオンボール

カメレオンボールは、透明なアクリル球の表面に埋め込まれた多数の色入力／出力ユニットを用いて、実世界の色情報を取得し、カメレオンのように類似する色に変化するシステムである(図3)。ユーザはさまざまなモノの色をボールに映しこみ、色彩を手取るように楽しむことができる。さらに、ボールに同調して空間照明の色彩を変化させたり、ボールを振ることで色彩を混ぜ合わせたりする応用例を提案する。



図3 カメレオンボールの外観

カメレオンボールは、複数の色入出力ユニットとメインボードを中心に、加速度センサ、バッテリー、BlueToothモジュールなどから構成される(図4)。

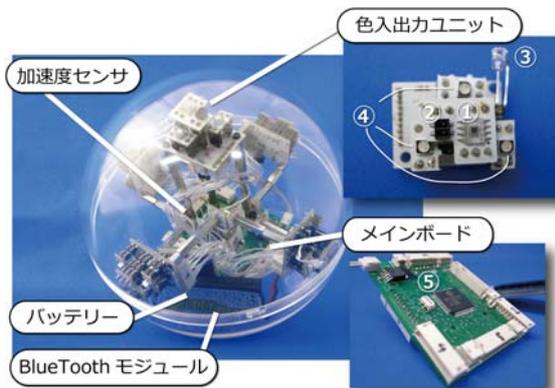


図4 カメレオンボールのデバイス構成. (1) カラーセンサ (TAOS TCS230), (2) 赤外線近接センサ (Sharp GP2S40), (3) 白色LED, (4) フルカラーLED (秋月電子 LATBT66B), (5) マイコン (Microchip PIC18F2550)

次に、カメレオンボールの基本的な動作例を示す:

1. ユーザが色を取得したいモノの上にカメレオンボールを置く。
2. 赤外線近接センサにより、特定の色入出力ユニットがモノに接触したことを検出する。
3. 接触面の色入出力ユニットのフルカラーLEDを消灯し、白色LEDを点灯させる。白色LEDはカラーセンサ用の照明となる。

4. カラーセンサを用いて、接触面の色情報 (RGBの入射光の強度) を取得する。

5. 白色LEDを消灯後、取得したRGB値に基づいて、フルカラーLEDを点灯させる。

こうした色の入出力プロセスは0.1秒程度で完了するため、ボールを転がしたり素早く動かした場合も、接触面の色を高確率で取得できる。さらに、カラーセンサの照明に専用の白色LEDを持ちいることで、周囲の環境光に依存せず、暗闇でも利用することができる(図5)。



図5 カメレオンボールの利用例

カメレオンボールでは、取得した色情報をリアルタイムにBluetooth接続されたホストPCに送信することができる。そこで、送信された色情報を元に、室内の照明環境を変化させるアプリケーションを試作した(図6)。次に、加速度センサでジェスチャ検出を行う応用例として、「ボールを軽く投げてキャッチする」、「ボールを振る」という二つのジェスチャを認識させている。これらのジェスチャの活用事例を以下に示す。

- 複数の色をボールに取り込んだ後で、「ボールを振る」ことで、それらの色を徐々に混ぜ合わせて変化させる。

- 気に入った色を作成できたら、「ボールを軽く投げてキャッチする」ことで、空間の照明の色をボールに同調して変化させる。



図6 LED照明を制御する応用例. カメレオンボールに同調して照明の色や明るさが変化する。

(3)なめらカーテン

なめらカーテンは、ディスプレイとカーテンセンサを一体化し、カーテンの開閉操作を用いて直接的なコミュニケーションとアンビエントなコミュニケーションを柔軟に調節できる手法である(図7)。慣れ親しんだカーテンの開閉操作をコミュニケーション手法の変化に対応させることで、誰にでも分かりやすい直感的かつ連続的な操作を可能にする。

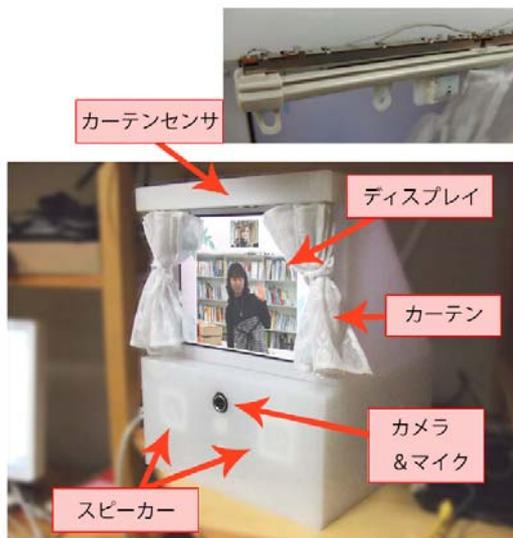


図7 なめらカーテンの外観

図8 に示すように、カーテンを完全に開いた状態でははっきりとした映像/音声を相手側の端末に提示し、完全に閉じた状態ではぼんやりとした映像のみを提示して音声は遮断される。カーテンをある程度閉じた場合は、ややぼんやりとした映像と小さめの音声を相手側に提示する。

ここで、カーテンをある程度閉じて相手から覗かれにくくした場合、ユーザ自身のなめらカーテン端末のディスプレイもカーテンに隠れ、相手の様子を覗きにくくなる。一方的に相手を覗き見ることを難しくすることで、平等にプライバシーを保持できる設計とした。さらに、カーテンの開閉状態がコミュニケーションの状態を示すため、相手の映像がはっきりしている場合はビデオチャットができる状態であり、ぼんやりしている場合はアンビエントなコミュニケーションを望んでいる、とお互いの状況を推測することもできる。このようなカーテンのメタファは一般的になじみ深く、多くのユーザに受け入れられやすいと考える。

直接的なコミュニケーション

自分側のカーテンの開閉度 相手側に表示させる映像



アンビエントなコミュニケーション

図9 カーテンの開閉に応じたコミュニケーション形態の変化。

本システムを、大学内の離れた2つの部屋ひとつずつ設置し、実証実験を行なった(図9)。遠隔地の親しいグループ間でなめらカーテンを日常的に利用してもらい、その様子を観察することで、システムの利用形態や有効性/課題を検証した。実験期間は約10ヶ月間で、合計15人以上の学生と教員が使用した。その結果、「直接的なコミュニケーション」、「アンビエントなコミュニケーション」、「プライバシーの制御」といった観点から本研究の有効性を確認した。



図8 実証実験の設置風景

4. 研究成果

基本的なインタラクション技法の提案であるIODiskは、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション(HCI)分野の国内最大の会議インタラクション2009(査読有り, 採択率40%)にてデモ発表を行った。

カメレオンボールは、上述のインタラクション2009(査読有り, 採択率40%), 及びタンジブル・インタフェースの有力な国際会議TEI2010(採択率: 22%)にてデモ発表を行った。

入出力を一体化したインタフェースの生活の中での応用例として、前述のなめらカーテンに加えて、物探し支援システム「BoxFinder」、iPhoneと写真を利用した名所ナビゲーションシステム「名所カム」、お弁当箱にディスプレイとカメラを一体化した「Lunch Communicator」などを提案し、それぞれ発表を行った。特に、なめらカーテン/BoxFinderは、ユビキタス・コンピューティング分野の有力な国際会議であるUbicomp2009/Pervasive2010において、それぞれデモ発表を行った。

このように、本研究に関連する成果として、合計3本の査読付き国際会議、2本の査読付き国内会議、6本の査読無し国内会議などで発表を行った。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 11 件)

1. Mizuho Komatsuzaki, Koji Tsukada and Itiro Sio: BoxFinder: Finding items in boxes using images and visual markers, Adjunct Proceedings of Pervasive 2010 (Demo), pp. 45-48 (May, 2010). 【査読有】
2. 渡辺 千穂, 塚田 浩二, 椎尾 一郎: 名所カム: 名所に導くデジタルカメラ, 情報処理学会第72回全国大会講演論文集, pp. 3-181-182 (Mar, 2010). 【査読無】
3. 小谷 尚子, 塚田 浩二, 渡邊 慶太, 椎尾 一郎: お弁当箱を介したコミュニケーション支援システム, 情報処理学会第72回全国大会講演論文集, pp. 4-205-206, (Mar, 2010). 【査読無】
4. Koji Tsukada and Maho Oki, ChameleonBall, Proceedings of 4th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction

(TEI 2010), pp. 387-388 (Jan, 2010). 【査読有, 採択率 22%】

5. 小松崎 瑞穂, 塚田 浩二, 椎尾 一郎: BoxFinder: 2次元コードと写真を利用した物探し支援システム, ソフトウェア科学会 WISS2009 論文集, pp. 177-178 (Dec, 2009). 【査読無】
6. 半田 智子, 神原 啓介, 塚田 浩二, 椎尾 一郎: なめらカーテン, ソフトウェア科学会 WISS2009 論文集, pp. 179-180 (Dec, 2009). 【査読無】
7. Tomoko Handa, Keisuke Kambara, Koji Tsukada, and Itiro Sio: SmoothCurtain: privacy controlling video communication device, Adjunct Proceedings of Ubicomp 2009, pp 186-187 (Oct, 2009). 【査読有】
8. 半田 智子, 神原 啓介, 塚田 浩二, 椎尾 一郎, なめらカーテン, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集, pp. 117-120 (Sep, 2009). 【査読無】
9. 小松崎 瑞穂, 中川 真紀, 塚田 浩二, 椎尾 一郎, 2次元コードと写真を利用した物探し支援システム, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集, pp. 77-80 (Sep, 2009). 【査読無】
10. 塚田 浩二, 沖 真帆: カメレオンボール, 情報処理学会 インタラクション2009 論文集, pp. 119-120 (Mar, 2009). 【査読有, 採択率 40%】
11. 塚田 浩二, 神原啓介: IODisk: 入出力を一体化したディスク型タンジブル・インタフェース, 情報処理学会 インタラクション 2009 論文集, pp. 39-40 (Mar, 2009). 【査読有, 採択率 40%】

[その他]

ホームページ等

<http://mobiquitous.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

塚田 浩二

お茶の水女子大学・お茶大アカデミック・プロダクション・特任助教

研究者番号: 20415714