

インタラクティブな掃除機

小笠原遼子¹ 山木妙子² 塚田浩二³ 渡邊恵太⁴ 椎尾一郎¹

Interactive Cleaner

Ryoko Ogasawara¹, Taeko Yamaki², Koji Tsukada³, Keita Watanabe⁴ and Ichiro Siio¹

Abstract

In this work, we propose and prototype an interactive vacuum cleaner that makes housework using vacuum cleaners enjoyable. The handle of our vacuum cleaner has a projector that projects a computer screen onto the floor, and the inlet has an optical mouse that detects movement and rotation of the inlet. Our vacuum cleaner is able to project virtual images onto the floor, moving and rotating the images based on information obtained from the optical mouse. As an application, we developed a game in which one can suck in virtual objects.

1. はじめに

コンピュータや周辺機器の価格の低下に伴い、人間のあらゆる場においてコンピュータを利用するユビキタスコンピューティングが注目されている。今後コンピュータは、日用品の機能を強化するためにあらゆる場所に組み込まれていくだろう。家庭における生活支援のために、キッチンなどすでに様々なコンピュータアプリケーションが試作・提案されている [1] [2]。

今回は、掃除機を使った毎日の床掃除について注目した。人々が日常生活で行う作業は、それ自身が楽しいものと、あまりやる気の起こらない義務的なものがある。掃除は日々単調に繰り返される定型作業であるため、一般的に後者の作業となりがちである。また、掃除機をかける行為は一人で行うものであり孤独である。

毎日掃除機をかけることは難しいが、一度掃除をしなくなると掃除をすることが辛く面倒に感じ、埃がどんどん溜まってしまう。

こうした問題を解決するアプローチとして、コンピュータが組み込まれた掃除機ロボットが実用化

されている [3]。これはコンピュータにより掃除を自動化して人の負担を軽減しようとするアプローチである。我々は、自動化とは異なるアプローチとして、コンピュータを利用することで、掃除する作業を楽しくできるのではと考えた。そこで、本研究では掃除を楽しむインタラクティブな掃除機とそのアプリケーションを提案し、試作を行った。

この掃除機によって、日常的に掃除をする習慣のない人が掃除に興味を示し、掃除をはじめのきっかけを提供できるかもしれない。さらに、親が行っている家事が楽しいものに見えれば、子供がゲーム感覚でこれを手伝うことにもなり、親子のコミュニケーションの促進にもなるであろう。さらに、子供に掃除をする習慣をつけさせる手助けにもなるかもしれない。

本論文では、試作を行ったデバイスとアプリケーションについて説明し、検証の結果と考察を述べる。

2. システムの概要

このシステムは、プロジェクタによって仮想的なオブジェクトを床に投影し、それを掃除機で吸い込むというインタラクションを実現することで掃除をゲーム感覚で楽しくさせるものである。

図1に本デバイスを使用している様子を示す。本デバイス¹⁾は、掃除機、プロジェクター、三脚雲台、ワイヤレスマウス2台からなる。プロジェクター

*1: お茶の水女子大学, g0420509@edu.is.ocha.ac.jp

*2: お茶の水女子大学大学院

*3: 産業技術総合研究所

*4: 慶應義塾大学大学院

*1: Department of Science, Ochanomizu University

*2: Graduate School, Ochanomizu University

*3: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

*4: Graduate School, Keio University

(1): 掃除機は TWINBIRD 社: TC - D336SBK, プロジェクターは MITSUBISHI 社: LVP-PK20, 三脚雲台は SLIK 社: ロア - 2, マウスは Logicoool 社: G7 Laser Mouse を使用した。

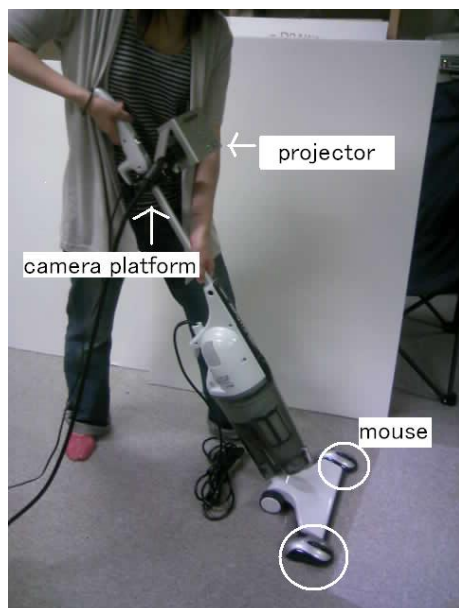


図1 デバイスを使用している様子
Fig.1 Close-up view of the device.

は三脚雲台によって掃除機の柄の部分に付けられている。

ワイヤレスマウス2台は、掃除機の吸い込み口の両端に取り付けられたプラスチックの板の上に、それぞれ固定されている。マウスからは、マウスのY方向とX方向それぞれの変化量が検出される。位置は、床に置かれている2台のマウスから得られる変化量の値を用いて、 x 座標・ y 座標についてそれぞれの平均値を算出し決定する。回転は、2台のマウスのY座標の変化量の値の差が回転量を反映している。回転した角度を θ 、2台のマウスの間の距離を R とすると、

$$\theta = \frac{Y \text{ 軸方向変化量の差}}{R}$$

で表される。

これらの情報をもとに、投影画面を移動・回転させることで、床上に人の動きに連動したバーチャルな映像を表示する。

図2にシステム全体のブロック図を示す。PCには位置読み取りソフトウェアとコンテンツ表示ソフトウェアの2種類を用意した⁽²⁾。これにより、マウスが検出した変化量を位置読み取りソフトウェアで読み取り、吸い込み口の位置を計算し、仮想的なオブジェクトを床に投影する。本研究では、床

(2): 位置読み取りソフトウェアは.NETのC#を、コンテンツ表示ソフトウェアはFlashを使い実装した。

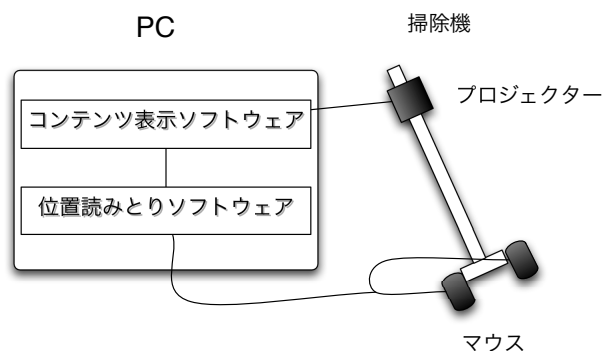


図2 デバイスの全体図
Fig.2 overview of the device.

上に投影されたオブジェクトを仮想的に吸い込むアプリケーションを開発した。

2.1 デバイスの試作

掃除機には大きく分けてスタンドタイプとノーマルタイプの2種類があり、それぞれについて検証を行った⁽³⁾。ノーマルタイプでは柄と吸い込み口の接着部分が左右に回転する点が問題となった。吸い込み口と柄がそれぞれ自由に動く、柄の回転と投影画面がうまく同期しなくなるためである。また、柄にプロジェクターを付けるために、クランプではさむ事のできるような柄が細い棒状のものである必要があった。以上のような要件を考慮して、スタンドタイプの掃除機で今回は試作を行った。

プロジェクターは、掃除機に付けるので、なるべく軽量で小型のものとした。そこで、LEDを光源とするプロジェクターを使用した。プロジェクターを掃除機に取り付ける部分には、クランプのついた三脚雲台を使用した。クランプ・雲台それぞれ調節が可能なので、プロジェクターの取り付け位置、角度などが調整できる。

ワイヤレスマウスは、高速な動きでも比較的安定して動作するゲーム用レーザーマウスを2台使用した。掃除機の吸い込み口の両端にプラスチック製の板を取り付け、その上にマウスを固定した。

我々の先行研究[4]によると、LED式光学マウス、レーザーマウス、ボールによる機械式マウス、ゲーム用レーザーマウスの中でもゲーム用レー

(3): スタンドタイプ、ノーマルタイプの代表としてそれぞれTWINBIRD社のTC-D336SBK、dyson社のDC08アレルギーBTを使用した。

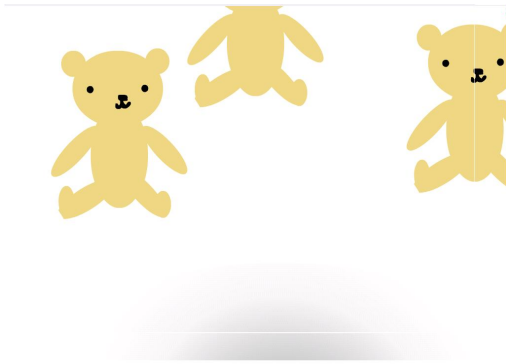


図3 アプリケーション例
Fig. 3 an example of application.

ザーマウスは床上で高速 (100cm/s, 人がゆっくり歩く速度) の速さでも比較的安定して動作し、10%程度の誤差で床上の移動を検出できることが確認できた⁽⁴⁾。通常の光学マウスやレーザーマウスでは中速で、また、機械式マウスでは高速でカウント値が低下して、移動速度に追従できなかった。よって、本研究ではゲーム用レーザーマウスを用いて実装した。

2.2 アプリケーション

図3にアプリケーションが投影するオブジェクトの例を示す。これらのオブジェクトは、ランダムな位置に表示される。その後、マウスによって得られた掃除機吸い込み口の位置の変化と回転の量にしたがって、その移動方向をキャンセルするようにスクロールおよび回転させる。すなわち、掃除機の吸い込み口が回転せずに移動するとその方向に内容をスクロールし、回転すると吸い込み口の中心を軸に、オブジェクトを回転させる。これにより、仮想的にその場所にオブジェクトが存在しているかのような効果を実現できる。

投影されたオブジェクトが掃除機の近くまで来ると、そのオブジェクトが吸い込まれる表示と吸い込み音を提示する。これは掃除機がゴミを実際に吸い込む動作を模している。掃除機を前後に動かす動作は親しみのある簡単な操作のため、子どもから大人まで簡単に直感的に使うことができる。次々と現れるオブジェクトを掃除機で吸い込むことによって、掃除をエンターテイメントとして楽しむことを実現する。

(4): メーカー公表の仕様によると追従する最高速度は 114cm/s である。

3. 動作確認

デバイスの試作により動作確認を行った。二つのマウスの平均値の移動による変化量はアプリケーションとうまく連動しており、投影された物体を仮想的に吸い込むことに成功した。しかし、回転を反映させると微妙にブレが発生した。二つのマウスは同時ではなく、非常に短い時間に交互に変化量を読み取っているため、それが微妙な誤差となっていると思われる。まっすぐに動かす場合でも、わずかに左右に物体が振動しながら動いていた。より回転を正確にとり、仮想的な物体は常に床上の同じ位置にいるよう改良が必要である。

また、掃除機の前にある実際のゴミがプロジェクターからの映像によって見え難くなっていた。しかし、仮想の物体を吸い込むために掃除機を往復させるので、投影されている場所は掃除ができていくと思われる。

さらに、現在はまだ掃除機としては重いため、雲台部分をプラスチックに変えるなどの軽量化をする必要がある。また、吸い込み口は動きが大きいので、マウスの取り付け方などを改善したいと考えている。

4. 関連研究

人や物の位置を安価に検出する方法は、マウスやRFIDタグ、台車の車輪などによって提案されている。

RFIDタグを多数配置して、床に接触する物体に装着したリーダーで読み取る提案がされている[6][7]。これらの方式は絶対的な位置の精度は高いものの、位置の分解機能がタグの密度で制限される。本方式は絶対的な位置の検出はできないものの、連続的な物体の位置をさらに安価に検出することが可能である。

物体の位置を検出する方法として、台車の車輪の回転を利用する方法が提案されている[8]。ロボット分野において、マウスを用いて物体の移動認識を行う研究が行われている[5]。本研究では掃除機に特化し、マウスを用い検出した移動量を利用して楽しめるアプリケーションを提案している。

日用品によるインタラクションをテーマにした研究は多い。いずれも、コンピュータの未来が家具や調度品のような日用品であることを示している。コンピュータだけでなく、プロジェクターも小型化・低価格化が進んでおり、プロジェクター

を活用したシステムが提案されている。たとえば、プロジェクターを小型化して頭部に取り付け、その人の視界に情報を提示する [9] システムや、食卓にプロジェクターを取り付け、皿に写真を投影することでコミュニケーションツールとする [1] システムがある。

また、家事の中でもキッチンで音を用いて調理を楽しくするシステムがある [2]。日常生活で行う単調な作業に、エンタテインメントの要素を持ち込むことで、作業意欲をより刺激するシステムが提案されている [10]。

本方式は、プロジェクターを家庭の中に取り入れ、煩わしい家事のひとつである掃除をエンタテインメントと融合することで掃除への意欲を向上させている。

5. まとめと今後の課題

本研究では、家事を楽しくすることを目的に、インタラクティブな掃除機を提案し、システムの設計および実装を行った。引き続き家事を新しいエンタテインメントとしてより拡張していきたい。

今後は、オブジェクトを仮想的に吸い込むゲームの他に、PC に保存されている写真を床上に仮想的に散布し、それを見ながら吸い込むアプリケーションなどの開発を行いたいと考えている。このアプリケーションにより、普段はなかなか見ることのない写真を表示させ、過去の思い出を呼び起こすことができる。

また、現状のシステムでは、投影画面の台形ひずみの是正や、これが、掃除機の柄の角度により変わることへの対応を行っていない。そこで、柄の角度をセンサで検出し、それに合わせてひずみの是正をダイナミックに行う機能を実現を計画している。

移動量の検出方法としては、マウスを利用する以外に、もともと掃除機の吸い込み口にある車輪の回転を利用した方法も考えられる。これにより位置センサ部分を小型にできるが、その一方で、車輪のスリップや空回りの防止などが検討課題になるだろう。

今回のアプリケーションを発展させると、掃除の終わった場所にある仮想のキャラクタが消えるので、掃除された場所を大まかに知ることが出来る。ゆえに、まだ掃除されていない場所を表示させるアプリケーションも考えられる。

また、本装置の有用性を確認するために、実際の床を使って精度、再現性、耐久性、ユーザビリティなどの試験を予定している。

参考文献

- [1] 天野健太, 西本一志: 六の膳: 食卓コミュニケーション支援システム, インタラクシオン 2004, pp.43-44, 2004.
- [2] 杉野碧: うたうキッチン, インタラクシオン 2007 ポスター発表, 2007.
- [3] iRobot: 自動掃除機 ルンバ
<http://www.irobot-jp.com/>
- [4] 山木妙子, 椎尾一郎: 身体装着型マウスによる人の立ち位置検出, インタラクシオン 2007 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, ISSN 1344-0640, 第 2007 巻, No 4, pp.187-188, 2007.
- [5] 関森大介, 宮崎文夫: 複数の光学マウスセンサを用いた移動ロボットのデッドレコニング, 計測自動車御学会論文集, Vol 41, No 10, 2005.
- [6] 島田義弘, 志和新一, 石橋聡: 屋内二次元位置測定システム, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, A-16-5, 2000.
- [7] 椎尾一郎, 山本吉伸: コミュニケーションツールのための簡易型 AR システム, コンピュータソフトウェア, Vol.19, No.4, pp.2-9, 2002.
- [8] 椎尾一郎, 米山誠: Virtual Glassboat: カートによる簡易型拡張現実システム, インタラクシオン 2000 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, 第 2000 巻, pp. 163-164, 2000.
- [9] 稲見, 川上, 関口, 高幣, 柳田, 遠藤, 小林, 上田, 前田, 満洲, 館: 頭部搭載型プロジェクタの研究 (第 2 報) - 試験的実装 -, 日本 VR 学会第 4 回大会論文集, pp.59-62, 1999.
- [10] 倉本到, 植村友美, 渋谷 雄, 辻野嘉宏: 作業意欲を維持向上するエンタテインメントシステムの実現, WISS2005 論文集, pp.171-172, 2005.