

日用品インタフェース

椎尾 一郎

(VR 学会のフォーマットに合わせるための行数調整のための空行)

・
・
・
・
・
・
・

お茶の水女子大学理学部情報科学科

1 はじめに

成熟した技術は、利用者を煩わせることなく、様々な条件や環境下で安定した性能を発揮する。また、それらは安価になり、小型になり、人々の生活のあらゆる場面で日用品として使われるようになる。たとえば 100 年前と比較して、現在、身の回りには、インクを使う筆記具、時計、電気モータの数ははるかに多く、高性能になっている。にもかかわらず、それらの技術に対する人々の関心は著しく低下している。製品が安価になり、どこにでもあり、性能を発揮させるための知識や保守作業が不要になったため、人々の意識から消えてしまったのである。電気モータに至っては、多数の日用品に組み込まれた結果、視覚からも消えてしまっている。コンピュータ技術も、これらの技術と同様に、ユビキタスなありふれた存在になり、人々の意識から消えてしまうと予想されている [12]。

ユビキタスコンピューティングを実現するためには、人が意識しない、透明な存在のコンピュータを目指さなければならない。現在、コンピュータは安価になり、生活の様々な場面に登場するようになった。今後も、安価になり、小型になることで、日用品としての存在に近づいていこう。しかしながら、コンピュータは、ボールペンやデジタル時計と比べて、人とのインタラクションの要素をはるかに多くかかえている。現在のパーソナルコンピュータ (PC) アプリケーションのような操作や設定が必要だとしたら、意識しなくても使える道具にはならないであろう。ユーザインタフェースは、ユビキタスコンピューティング実現のための重要な課題である。

メインフレームコンピュータから PC への移行時に、それまでのユーザであったコンピュータ専門家ではない、一般のオフィスワーカーが使えるインタフェースが必要になり、グラフィックユーザインタフェース (GUI) が発明された。PC からユビキタスコンピューティングに移行しようとしている現在、対象ユーザは PC や携帯電話を使う人々から、それ以外のすべての人々に広がろうとしている。そのため、GUI に代わる新しいユーザインタフェースを考えていく必要がある。本論文では、筆者らの研究を中心に、日々の生活で使われる日用品としてのユビキタスコンピューティングの例を紹介し、そこで必要とされるユーザインタフェースを分析したい。

2 単機能な日用品

電気モータは安価で小型になったため、単一の仕事のために一つのモータを割り当てることが可能になった [12]。同様に、コンピュータも一つの用途に一つのコンピュータを割り当てることが現実的になりつつある。

機能を増やすと複雑になり、操作が困難になるので、使いやすさのためには多機能にするべきではないという指針は、PC アプリケーションにおいてもよく知られている [5]。本論文で紹介する試作品は、作りやすさの事情で、汎用の PC をそのまま組み込んでいる場合が多い。そのため、やろうと思えば電子メールを読んだり、Web ページを閲覧することも可能である。しかし、ユビキタスコンピューティングにおいて、単機能であることは本質的な特徴であり、機能はできるかぎり絞り込んで実装

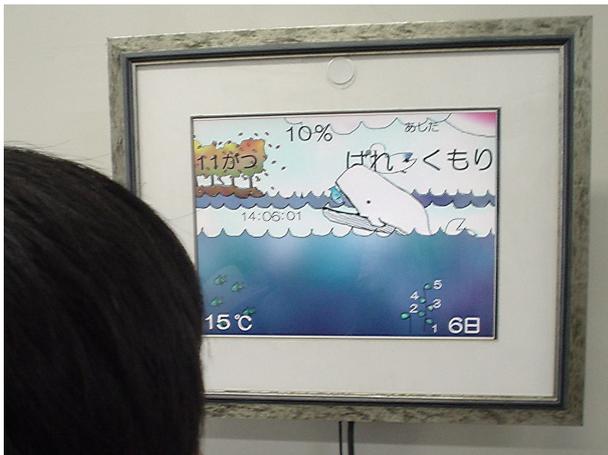


図 1: インターネット上の天気予報情報を表示する壁掛けディスプレイ。

すべきである。単機能であれば、ユーザインタフェースは簡単になり、だれにでも使える日用品や、冷蔵庫やトースターのようないわゆる「白もの」家電のようなユビキタスコンピューティングアプリケーションを実現できる。

たとえば市販のデジタルフォトフレームは、従来の紙の写真立てのように、デジタル写真を表示する機能だけを持った液晶ディスプレイである。ディスプレイにはコンピュータが内蔵されているので、写真以外の様々なデジタル情報を表示することも可能であるが、あえて、挿入されたメモリーカードの写真だけを表示する。今後は、このように限られた情報だけを提示するコンピュータディスプレイが増えてくると思われる。図 1 は、インターネット上の天気予報情報をイラストで表示する壁掛けディスプレイ [8] である。これも、天気予報情報だけを表示する単機能なディスプレイである。ただ、ディスプレイ上部に焦電センサによるモーションセンサが付けられていて、人が近づいたときに、イラストに加えて数値による詳細な情報を表示する機能がある。単機能なデバイスに機能を追加しなければならない場合でも、追加機能を極力減らし、その操作が利用者の負担にならないよう、わかりやすく自然な設計を目指すべきである。たとえば、一般的なトースターや掃除機のように、ユーザがすぐに把握できる短期記憶チャンク数 (5 から 9) 以下の機能に止め、認知しやすいタンジブルなつまみやレバーで選択するインタフェースを用いると良いだろう。



図 2: Digital Family Portraits の液晶ディスプレイによる写真立て。縁飾りの蝶の大きさがその日の遠隔地家族の活動状態を表す。

3 常時稼働する日用品

食器、衣類、家具、調度品などの身の回りの日用品の多くは、当然のことながら常に稼働状態にある。普段は停止しているトースターや掃除機などの家電製品も、スイッチを入れるだけで瞬時に稼働状態になる。日用品としてのコンピュータも、使いたいときにいつでもすぐ使えることが重要である。前述のデジタルフォトフレームは、紙の写真立てと同様に、常時稼働し写真を提示しているし、天気予報情報壁掛けディスプレイは、掛け時計のように、常時天気予報を表示しつづけている。

Digital Family Portraits [4] は、高齢者宅の状況を子供世帯に伝えるデバイスとして作られた。これは、図 2 のように、一見、暖炉の上に飾られている遠隔地に住む家族の写真に見えるが、実際には常時稼働する液晶ディスプレイである。写真の縁飾りの蝶は、遠隔地の活動状況を示していて、一日の活動状況 (ドアの開閉回数など) に比例して、一つの蝶の大きさが変わる。

4 操作と結果がわかりやすい

日用品は、構造や機能が単純であることもあり、なんらかの操作をした場合に起こる結果は容易に予想できる。日用品となったコンピュータも、同様に、人の操作により引き起こされる結果が、わかりやすく直感的である必要がある。従来のバーチャルリアリティで実現され



図 3: パーチャルな情報を投影する掃除機。

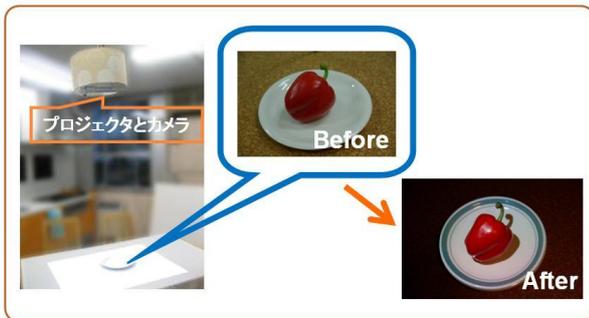


図 4: いろどりん: 食卓投影型拡張現実システム。

ているような、人の動きによってシステムが自然に応答するインタラクションや、拡張現実感やタンジブルインタフェースで実現されているような、実体のある物を動かすことで引き起こされるインタラクションの手法は、日用品インタフェースとしても有効である。

図 3 は、コンピュータプロジェクタを搭載し、床面に向かって映像を提示する掃除機 [6] である。吸い込み口に取り付けたセンサで掃除機の動きを検出して、投影物がその場所に仮想的に置かれているかのような効果を実現している。この掃除機により、ゴミのキャラクタを吸い込むゲーム、写真を閲覧するシステム（吸い込まれる瞬間に拡大表示する）、英単語学習支援ソフト（吸い込まれる瞬間にカードが裏返し、日本語が読める）などの



図 5: Peek-A-Drawer: ネットワーク接続したキャビネットの上の引き出しの内容が、もう一方の下の引き出しのディスプレイに表示される。

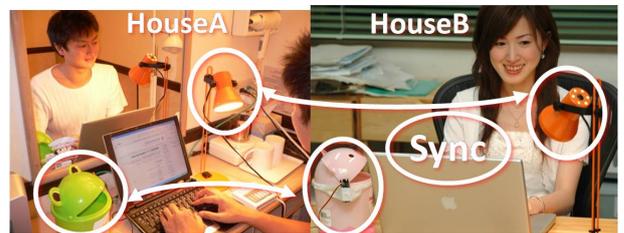


図 6: SyncDecor: 同期する家具、日用品、調度品。

アプリケーションを実装している。

図 4 に示す「いろどりん」は、日々の食卓の上で、投影型の拡張現実を実現するシステムである [3]。図では、食卓に置いた料理に合った色の柄を皿に投影することで、料理の彩りを良くするアプリケーションが動いている。安価で小型になったプロジェクタは、生活の場で照明器具として常時稼働し、現実を拡張するインタフェースとして今後使われていくと思われる。

図 5 に示す Peek-A-Drawer [9] は、ネットワーク接続された一対の引き出し家具である。片方の上の引き出しを閉じると、内蔵されたカメラが引き出しの中を自動的に撮影して、もう一方の引き出し家具のディスプレイに表示する。ディスプレイは引き出しの中に上向きに設置されているので、離れた場所の引き出しの内容を仮想的に覗き込んでいるかのようなリアリティを得ることができる。

図 6 にしめす、SyncDecor [10] は、同期する日用品を利用して、離れて暮らす家族や恋人などにカジュアルなコミュニケーション手段を提供するシステムである。遠



図 7: タグタンク: (1) フックセンサーの他に、(2) 照明 (3) ディスプレイ (4) カメラ (5) リードスイッチ (6) PC などが組み込まれたタンク。

隔地に置かれたランプの明るさ、ゴミ箱のふたの開閉、電気器具のオン・オフ、赤外線リモコン操作、音楽プレイヤーの動作などが連動する。このように、相手が透明人間のように近くに存在し、身の回りのものを動かしているかのような現象を引き起こすことで、仮想的に同居している感覚を提供する。

このような遠隔地コミュニケーションシステムでは、自分の行動が相手にどのように伝達されたかを知ることが困難である。Peek-A-Drawer や SyncDecor では、こちらの状態がそのまま相手に伝わるよう設計することで、ユーザの行動が引き起こす遠隔地の状況を直感的に把握することを可能にしている。

5 日常の自然な動作で操作する

コンピュータに限らず、複雑な機械の操作方法を学ぶ場合に、日常生活に無かった新しい動作（たとえば、レバーとペダルを同時に操作したり、キーボードやマウスを操作するなど）を覚えなければならないことが多い。しかし、コンピュータを日用品として使ってもらうためには、日常のいつもの動作で操作できることが重要である。また、日用品にコンピュータを組み込む場合には、その日用品を使う通常の動作により、意識することなくコンピュータ操作ができるよう設計すると良いだろう。

図 7 に示すタグタンク [11] は、ユーザがフックに洋服を掛けるという日常の自然な動作により、その服を自動撮影し、デジタル化し、Web 上にアップロードする家具である。服を掛ける部分は人型をしていて、人型の各部にあるフックにハンガーをかけることで、洋服の種類を



図 8: メイクアップを支援する電腦化粧鏡。

分類できる。

図 8 は、高解像度カメラと液晶ディスプレイにより構成した電子的な化粧鏡である [2]。化粧鏡の本来の機能を電子的に強化することを目的として、ポイントメイクの場所へのパン・ズーム機能などを実装している。目元や口元などのポイントメイクを行うために化粧道具を顔に近づける自然な操作を行うと、顔と道具が画像認識されて、その部分へカメラが自動的にパン・ズームする。通常の鏡に顔を近づけると、顔の細かい部分を見ることができが、この鏡では、そのような自然な動作を近接センサで検出して、人が近づくと拡大表示を行う機能も実現している。

日常生活での物探し支援は、ユビキタスコンピューティングの有用なアプリケーションになるだろう。たとえば、引き出し、戸棚、カップボード、筆筒、箱など、収納機能を持つ家具にコンピュータを組み込むことで、内容物の探索を支援することが可能になる。その場合に、物の登録や追跡を、ユーザに負担無く行ってもらうことが課題になる。TouchCounters[13] は、工具などの格納箱とこれを収納する専用棚で構成された捜し物支援システムである。棚には格納箱を識別するセンサがついていて、ユーザが通常の作業のために棚から箱を出し入れする動作を記録する。その使用頻度や使用履歴の相関から、ある作業に必要な箱をユーザにガイドする。

図 9 は、それぞれの引き出しに開閉センサーが取り付けられた家具である [9]。引き出しの開閉イベントは、時刻情報を付加してコンピュータに記録される。ユーザはカレンダーやスケジュール表をもとに、書類をしまった場所の見当をつけることができる。また、Strata Drawer



図 9: Timestamp Drawers: 開閉を記録する引き出し家具。

は、引き出し内にカメラとレーザセンサーを取り付けて、内容物の写真と、蓄積された高さ情報を収集するシステムである [9]。この引き出しにブラウザソフトウェアでネットワークからアクセスすると、これらの写真を見ることができ、引き出しの中に積み重なった書類や衣類の中から、目的の物を探し出すことができる。いずれのシステムも、引き出しを開閉するという日常の動作により物の状態を記録し、物探しを支援しようとしている。また前述の Peek-A-Drawer も同様に、引き出しを開閉する動作により、写真を撮影し遠隔地に送り、遠隔地コミュニケーションを実現している。

図 10 に示すイルゴールは、家庭の様子を奏でるオルゴール箱である [7]。家の中に置かれたさまざまなセンサのデータを、オルゴール調の音楽に乗せて音表示する。ここではオルゴール箱の蓋に傾きセンサを取り付け、蓋の開閉により音量調整を行っている。また musicBottles [1] は、センサを組み込んだ蓋付きガラス瓶で、蓋を外すと、様々な情報を音で表示したり、音楽を再生する。いずれも、箱または瓶を情報や音楽の入れ物のメタファーとして使い、蓋を開ける / 外すという、日常の動作を用いた操作を実現している。



図 10: 家庭の様子を音で提示するオルゴール型デバイス。

6 設定と保守作業

本論文で紹介したアプリケーションのほとんどは、ユビキタスコンピューティングの応用を提案し実証する目的で作られた試作品であり、被験者家庭への設置や設定は開発者が行っている。しかし、実際の家庭のユーザが導入して使い続けることを考えると、解決すべきいくつかの課題がある。

その 1 つは、設定の操作である。たとえば、天気予報を表示する調度品の場合、予報対象の場所と時間を決めなければならない。これらを設定するインターフェースを組み込む場合には、複雑にならないように十分注意する必要がある。設定機能をいかに限定し、それをシンプルな操作機構でどう実現するかが、ユーザインターフェース設計の課題になるだろう。一方で、複雑な設定がどうしても必要な場合には、PC 操作のスキルのあるユーザ向けに、コンピュータ組み込み日用品に Web サーバを待機させて、外部の PC から設定するようになるかもしれない。

2 つめの課題は、保守のための作業である。バッテリーの充電 / 交換、ネットワークの不調、機器の故障など、PC で起きている保守作業やトラブルが、将来は家庭内の種々雑多な日用品で発生する可能性がある。保守不要なデバイスの開発や、設定 / 保守の自動化などにより、一部は技術的に解決できるかもしれない。または、現在の安価な日用品と同様に、壊れたら買い換えることで解決できるかもしれない。しかしながら、大型家具や家屋に組み込まれたコンピュータの交換は困難であり、ネットワークで連携したシステムでは故障ユニットを特定する

ことすらできないかもしれない。このような日々の保守や故障への対処を支援するインタフェースも課題である。

設定や保守の作業は専門家に任せるといった選択肢もある。現在でも家の電気・ガス・水道・ケーブルテレビなどの設置や設定は、専門家が訪問して行っている。同様に、日用品コンピュータについても、その一部は、設定や保守を専門家が担当するようになるかもしれない。前述の設定用 Web サーバによる複雑な設定を専門家が有償で行い、これが新しいビジネスとなる可能性もある。たとえば、天気予報表示デバイスを安価に販売して、工場出荷時設定以外の設定を望むユーザには有料で遠隔設定するというように、ハードウェア自体を格安で販売して、設定や保守サービスで利益を得るビジネスモデルも考えられる。

7 まとめ

本論文では、身の回りのあらゆる場所や物で利用されることになる、日用品としてのコンピュータのためのユーザインタフェースについて考察した。そして、筆者らが実装しているアプリケーションを中心に、ユーザインタフェース設計において考慮すべき以下の5つの側面について述べた。

- 単機能であること
- 常時稼働していること
- 操作と結果の関係がわかりやすいこと
- 日常の自然な動作で操作できること
- 設定とメンテナンスが容易であること

ユビキタスコンピュータのアプリケーションは、日常のあらゆる状況を対象にしていて、すべての生活者がユーザである。従来のPCアプリケーションはオフィスワークを対象としたので、同じくオフィスワークであるコンピュータアプリケーション開発者の視点でも、実用的なインタフェースを設計することができた。すべての生活者を対象とするユビキタスコンピューティングにおいては、すべての年齢層、すべての背景のユーザの視点に立って設計する必要がある。「だれでにでも使えるユーザインタフェース」というスローガンの達成が、その言葉どおりに求められている。

参考文献

- [1] Ishii, H., Mazalek, A. and Lee, J.: Bottles as a minimal interface to access digital information, in *CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 187–188, New York, NY, USA (2001), ACM.
- [2] 岩淵絵里子, 椎尾一郎: 電脳化粧鏡: メイクアップを効果的に支援するための電子的な鏡台, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, インタラクシオン 2008 論文集, Vol. 2008, No. 4, pp. 191–192 (2008).
- [3] 森麻紀, 栗原一貴, 塚田浩二, 椎尾一郎: いろどりん: 食卓の彩り支援システム, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2007-79, 第 107 巻, pp. 69–72 (2008).
- [4] Mynatt, E. D., Rowan, J., Craighill, S. and Jacobs, A.: Digital Family Portraits: Supporting Peace of Mind for Extended Family Members, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 333–340, ACM Press (2001).
- [5] Norman, D. A.: *The Design of Everyday Things*, MIT Press, Cambridge MA (1988), (邦訳: 野島 久雄, 誰のためのデザイン? – 認知科学者のデザイン原論, 新曜社, 1990).
- [6] 小笠原遼子, 山木妙子, 塚田浩二, 渡邊恵太, 椎尾一郎: インタラクティブな掃除機, エンタテインメントコンピューティング 2007 講演論文集, pp. 71–74 (2007).
- [7] 沖真帆, 塚田浩二, 栗原一貴, 椎尾一郎: イルゴール: 家庭を奏でるオルゴール, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, インタラクシオン 2008 論文集, Vol. 2008, No. 4, pp. 177–178 (2008).
- [8] Siio, I., Ida, Y., Miyazawa, H. and Kusunoki, F.: Decorative Information Display in Everyday Environment, in *Proceedings of the 2005 International Conference on Active Media Technology (AMT2005)*, No. 05EX1041, p. 287, IEEE (2005).
- [9] 椎尾一郎, Rowan, J., Mynatt, E.: Digital Decor: 日用品コンピューティング, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 15, No. 3, pp. 323(11)–330(18) (2003).
- [10] Tsujita, H., Siio, I. and Tsukada, K.: SyncDecor: appliances for sharing mutual awareness between lovers separated by distance, in *CHI '07: CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 2699–2704, New York, NY, USA (2007), ACM.
- [11] Tsukada, K., Tsujita, H. and Siio, I.: TagTansu: A Wardrobe to Support Creating a Picture Database of Clothes, in *Adjunct Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Computing*, pp. 49–52, ACM Press (2008).
- [12] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century, *Scientific American*, Vol. 265, No. 3, pp. 94–104 (1991), (邦訳: 21 世紀のコンピューター, 日経サイエンス, Nov. 1991).
- [13] Yarin, P. and Ishii, H.: TouchCounters: Designing Interactive Electronic Labels for Physical Containers, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 362–369, ACM Press (1999).

【略歴】

椎尾 一郎 (SHIO Itiro)

お茶の水女子大学 理学部情報科学科 教授

1979年名古屋大学理学部物理学科卒業、1984年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。同年、日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所。1997年玉川大学工学部助教授、2002年同教授、2005年より現職。専門はヒューマンインタフェース。