

## Attachable Computer: 日常家電品の機能を拡張する装着型 インタフェースの提案

伊賀 聡一郎<sup>†</sup>, 安村 通晃<sup>†</sup>

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科<sup>†</sup>

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤 5322

igaiga@sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~igaiga/>

### Abstract

日常物(道具、家電品など)のUI(User Interface)上に装着して利用する小型の装着型計算機システム(Attachable Computer)の提案を行なう。小型の計算機と簡易なセンサー技術を利用して、日常物のUIといった局所的な状況を認識し、家庭などのように従来計算機を利用する機会がなかったユーザを対象にした情報利用環境を目指す。本稿では、センサーパッド、CCDカメラ、WSを用いたソフトウェアプロトタイプを実装したことを報告する。将来的には、小型のハードウェアによる装着型の拡張現実感システムの実現を目指す。

## Attachable Computer: Fit-up User Interface for Augmentation of Electric Household Appliances

Soichiro Iga<sup>†</sup>, Michiaki Yasumura<sup>†</sup>

Graduate School of Media and Governance, Keio University<sup>†</sup>

5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-0816 JAPAN

### Abstract

We propose a concept of "Attachable Computer" which can augment the use of daily artifacts by fitting up computer devices directly to the user interface of the artifacts. We have designed a software prototype system which can control computer system by manipulating the interface of real world artifacts. By using small sensor pads and CCD camera, situations on artifacts can be recognized. We are currently working on designing hardware prototype system.

# 1 まえがき

計算機の小型化と多機能化に伴い、実世界の様々な状況で利用される計算機インタフェースが提案されている。

ユビキタスコンピューティング [8] は、携帯型の計算機システムをユーザが持ち運ぶことで、場所や時間の制約を受けずに「どこでも」計算機情報の操作が行なえることを目指している。物理的な環境や機器に計算機を埋め込む、あるいは機器そのものを計算機システムとして実現することで、現実における情報の利用を拡張する試みもある [4, 5]。また、ビデオデータにグラフィックスオブジェクトを重ね合わせて、実映像上で遠隔地の装置の制御を行なう試みがある [7]。さらに、小型モニタや計算機をユーザが装着あるいは保持して、現実の映像とオーバーレイすることで、情報の提示を行なう試みがある [3, 6]。

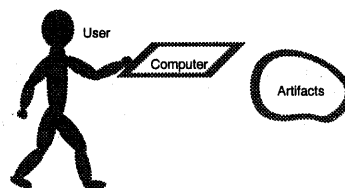
一方、計算機が利用される範囲も拡大してきており、研究機関やオフィス環境のみならず家庭においても計算機システムやネットワークの利用が期待される [2]。それに伴って従来計算機を利用することのなかったユーザが計算機システムを含んだ機器を利用する機会が増えてくることが予想される。

ここで、我々は身の回りの日常品あるいは日常家電品のインタフェースに注目する。日常品・日常家電品にはそれぞれ機能や結果を表示するためのユーザインタフェース (UI) が存在する。我々はこれらの UI に装着して利用する「装着型計算機 (Attachable Computer)」の提案を行なう。これは、様々な日常品に計算機システムを装着し、装着した日常品の UI からの出力を元に動作する計算機システムである。

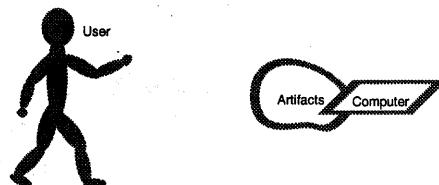
本稿では Attachable Computer の基本的なコンセプトの提案と、WS で実装した初期のソフトウェアプロトタイプシステムについて報告する。

## 2 Attachable Computer

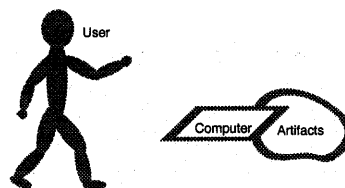
拡張現実感の技術を利用したシステムやユビキタスコンピューティングでは、ユーザが計算機システムを携帯し、バーコードや赤外線標識などの手段で実世界の状況を認識し、実世界の視覚に重ねるなどして計算機内の情報を提示する (図 1(a))。透過



(a) Ubiquitous Computing



(b) Embodied Environment



(c) Attachable Computing

図 1: Attachable Computing

型の HMD や小型のモニタを利用することで実世界における情報検索が可能になる。ユーザのモビリティを確保できない場合や認識対象を特定できない場合の利用が困難であり、局所的な現実の拡張が必要な場合の対象認識とオーバーレイ技術が課題となる。

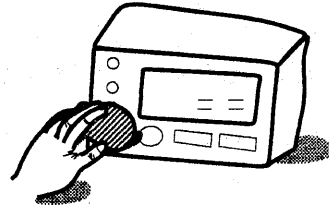
一方で、実世界の人工物そのものを計算機システムとして構成し、それらのシステム間の協調による情報操作を目指すものもある (図 1(b))。実世界の人工物そのものに計算能力を持たせることで、情報による現実の強化が可能である反面、ユーザが必要な形で情報を取得するためのインタフェースを用意することが困難である。

ここで我々は装着型コンピュータ (Attachable Com-

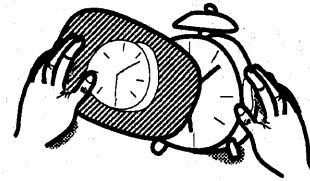
puter)の提案を行なう(図1(c))。装着型コンピュータは、実世界の人工物に装着する小型の計算機デバイスである。実世界の人工物の出力するユーザインタフェースを入力とし、ユーザに情報提示を行なう。人工物に直接装着するインタフェースのメリットとしては、以下のような項目が考えられる。

1. 局所性の利用: 実世界の日常物の表示など、局所的な情報を利用することで、実世界の状況認識、あるいは状況の変化への対応を比較的シンプルに実現することができる。
2. 対話的な状況認識: 実際の日常物の UI 上でユーザがインタラクティブに状況認識対象を設定することができる。バーコードや赤外線標識といった計算機によるコード化を行なう必要がなくなる。
3. アプリケーションの自由度: 身の周りの様々な情報を利用することができるため、アプリケーションの自由度が高いことが挙げられる。
4. ユーザの主体的な利用: 慣れ親しんでいる日常物の UI を利用できるため、ユーザ自身が必要な場所に自ら装着するような利用が期待できる。言い替えると、ユーザ自身が計算機とのインタラクションを設計し、実現できるようなコンピューティングが期待できる。

図2(a,b)に我々の考えている Attachable Computer のデザインを示す。図2(a)では、粘土でくっつけるように日常物の UI に装着するデザインを想定している。例えば、電灯のスイッチでの LED による表示部分に小型のフォトセンサーなどを備えた計算機デバイスを装着することで、電灯の ON/OFF により起動する計算機が実現できる。また、日常物のスイッチの上に小型の計算機デバイスを装着し、スイッチの操作を行なうことで起動するような計算機が可能になる。図2(b)では、透過型の薄いモニタのようなデバイスを日常物の UI に装着するデザインを想定している。これにより例えば、日常物の液晶パネルなどの上に装着することで、液晶表示からの入力を元に、液晶表示に計算機からの情報をオーバーレイしたような情報の提示方法が可能になる。



(a) TYPE I (Clay Metaphor): 粘土のように日常物の UI 上に装着して、状況を認識して情報を付加する。



(b) TYPE II (Sellotape Metaphor): セロハンテープのように日常物の UI 上に装着して、透過的に日常物の UI からの情報に計算機情報を付加する。

図 2: Attachable Computer のデザイン

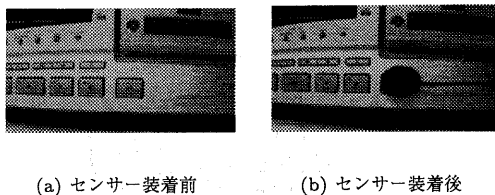
### 3 プロトタイプシステム

ハードウェアによる実現は現在検討している段階であるが、ここでは、ソフトウェアによるプロトタイプを実装したことを報告する。

システムは、Silicon Graphics 社の Indigo2 WS 上でソフトウェアで実現しており、小型の CCD カメラ、センサーパッドなどの入力を元に日常物に装着した液晶モニタや小型スピーカーから情報を提示することができる。将来的には、計算機とセンサー類を統合した小型の装着型インタフェースとして実現する予定である。

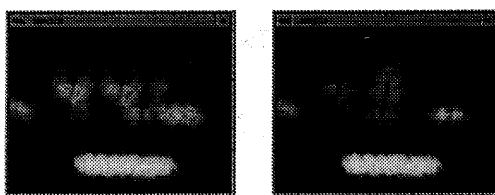
#### 3.1 状況認識

状況認識技術として、今回のプロトタイプでは、小型のセンサーパッドと CCD カメラを利用している。これらの小型の入力デバイスを日常物の UI 上



(a) センサー装着前 (b) センサー装着後

図 3: 状況認識手法 (1): スイッチなどの上にセンサーを装着し、スイッチの ON/OFF などに連動して計算機が起動される。



(a) 初期状態の記録 (b) 終状態の記録

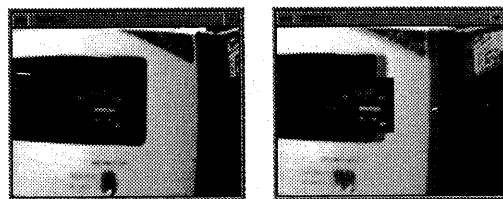
図 4: 状況認識手法 (2): 液晶画面などの状態変化に応じて計算機が起動される。

に直接装着し、日常物の UI 上の操作をトリガーとして計算機による情報操作を行なう。

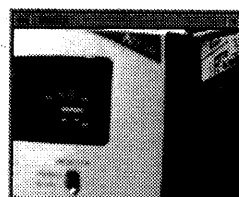
図 3は、小型のセンサーパッドを利用した例である。パッド上のセンサーを日常物のスイッチなどのインタフェース上に直接装着して、ユーザの入力あるいは、入力による UI 上の状況の変化を識別する。これにより、ユーザが日常物のスイッチなどを ON/OFF することで計算機が連動して起動される。

図 4は、CCD カメラを利用した例である。日常物の液晶パネルなどに小型 CCD を装着し、初期状態や終状態を記録し、これら状態の変化が検知されると計算機が起動される。輝度変化によるノイズを抑えるために 2 つの連続したビデオフレームを加重平均した画像と、状態ごとに記録しておいた画像とのテンプレートマッチングにより状態変化を認識している。

認識対象あるいはカメラの物理的な移動による



(a) 初期画像 (b) ずれの発生



(c) 補正処理画像

図 5: 認識対象のずれが生じた場合の補正処理

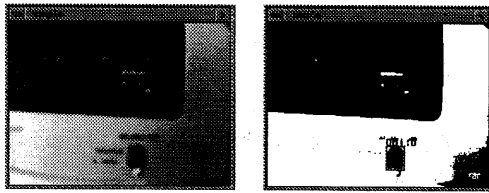
「ずれ」が生じた場合に、補正処理を行なっている (図 5)。ビデオフレーム間での水平および垂直方向のピクセル値の変化を計算し、大きな変化が生じた場合、ずれの変化に応じてビデオフレーム中の状態を記録してある画像の位置を検出し、認識するポイントを移動させている。

### 3.2 認識対象の領域指定

現状のプロトタイプシステムでの CCD カメラを利用した状況認識では、ユーザに画面上でマウスにより認識の範囲を明示的に指定させている。p-タイル法により 2 値化したビデオストリームに平滑化処理 (3×3 行列, 中央値 2, その他 1) を加える。その 2 値化画像において、ユーザが指定した位置の画素値と同じ画素値を持つ画像領域をしきい値処理により決定する (図 6)。

### 3.3 ユーザへの情報提示

ユーザへの情報提示手段として、現在以下のような機能を用意している。



(a) 原画像

(b) 認識領域指定

図 6: 認識対象の領域指定

1. **音声の録音と再生:** 日常物に取り付けた計算機デバイス上で、初期状態と終状態を記録する際に、マイクロフォンによりユーザの発話を記録する。状態変化が起こった際に、記録しておいた音声を再生する。
2. **静止面の記録と再生:** CCD カメラとモニターを組み合わせることで、日常物の上で、その機器の UI の操作を記録した画像を表示することができる。
3. **環境制御:** 計算機デバイス上で状態の変化を検知した際に、RS-232C ポートに接続した機器の制御を行なう。

## 4 応用

本研究では、利用環境に応じてユーザが自由な発想で利用できる計算機を想定している。その中でも現状で一般的に考えられる応用として以下のようものが挙げられる。

1. **「オンシステム」伝言版:** 日常物の上に張り付け、スイッチなどが操作されることによって伝言が音声などで再生されるような応用が考えられる。例えば、家庭の電灯のスイッチに装着して、家族への伝言を伝えるといったことが考えられる。
2. **「オンシステム」ヘルプ:** 拡張現実感的なアプローチとして、日常物の上で操作しながら機器に関するヘルプが提示されるような応

用が考えられる。実際に日常物を利用しながら、機器に関する情報を得るといったことが考えられる。

3. **障害者支援システム:** 日常物に張り付け、様々な出力を別の情報に変換するような応用が考えられる。例えば、視覚的な UI を持つ日常物にシステムを張り付け、視覚的情報を聴覚的情報などに変換してユーザに伝えることで、視覚障害者支援が可能になることが考えられる。

## 5 議論

ユーザが計算機システムを装着・携帯し、外界の状況を認識することで計算機情報を操作するアプローチがある [3, 6]。バーコード技術や赤外線標識などを利用したオーバーレイ技術により、計算機情報による実世界の視覚的な拡張が可能となる。しかし、状況認識手法がある程度システムによって制約されるため、実世界の状況を認識する際に、実用上ユーザがインタラクティブに認識対象をコード化することが困難である。本研究のアプローチでは、認識対象を日常物の UI などの局所的な情報にしぼることで、ユーザが直接実世界の状況認識を行なえるようにすることを目指している。

TRON プロジェクトなどが目指している計算機による強化環境のアプローチが関連として挙げられる [5]。機器そのものに計算機システムを組み込むことで、計算機による日常物の制御などが容易に行なえるが、あらかじめ組み込まれている機能をユーザ自身が拡張することは難しい。また、ユーザ個人に合わせた環境を構築することが困難である。本研究でのアプローチでは、ユーザがこれまで利用してきた日常物に計算機を装着することから、ユーザ自身による操作の拡張が容易である。また、ユーザの個人に合わせた計算機システムの利用が可能になる。

アクチュエータなどを利用して、遠隔地の装置の制御を行なうアプローチも関連として挙げられる [7]。ビデオで映し出される遠隔地の機器の UI を実映像中で操作することで、遠隔地の機器の制御を行なっている。本研究でも、日常物の UI を自ら制

御できるようなデバイスを利用することが考えられる。また、ユビキタスコンピュータアプローチがネットワークを利用しているように[8]、小型の装着型コンピュータ間で通信を行なうことで、物理的に離れた別の機器を制御することが可能になると考える。さらに、装着型計算機システムとユーザの携帯するノート PC や PDA が通信を行なうことで、より情報操作の効率を高めることが期待される。

日常物の UI に計算機やセンサーデバイスを装着することから、日常物の操作自体の妨げになることが課題として考えられる。実際にハードウェアで実現する場合も、センサー部分と計算機部分を切り離すなどして、日常物操作の妨げは最低限に抑える工夫が必要であろう。

## 6 今後の展開

現在、ハードウェアによる装着型計算機の実現を計画している。センサー部、計算機部、通信部などを備えた小型のデバイスとして実現することで、家庭における家電品など従来計算機利用のなかった状況における実用的な利用が期待される。比較的簡素なデバイスとして実現して、認識できる状態を抑えることで、実際に利用できるシステムが可能になると考える。

高齢者や障害者など、従来計算機を利用することが一般的に困難であるユーザも想定している。対象ユーザの障害などに応じてインタフェースも様々なものを用意する必要があるだろう。

## 7 まとめ

日常物に装着して利用する装着型コンピュータ (Attachable Computer) の提案を行なった。小型の計算機システムにより局所的な実世界の状況を利用することで、ユーザ自身による計算機利用が期待できる。また、WS、CCD カメラ、小型センサーを利用したソフトウェアによる初期のプロトタイプシステムの実装について報告した。

今後は、小型の計算機とフォトセンサーなどにより、実際にハードウェアプロトタイプとして実現する予定である。

## 参考文献

- [1] 伊賀聡一郎, 門田光司, 安村通晃, 人間の視覚空間探索モデルに基づく視覚障害者のための感覚代行技術の検討, 情報処理学会 HI 研究会 97-HI-74(情処研報 Vol.97, No.88), pp.13-18, 1997.
- [2] 日経エレクトロニクス、特集「コネクテッドホーム」, 1997, 10-6, no.700, pp.101-170, 日経 BP 社
- [3] Rekimoto, J. and Nagao, K., The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments, In *Proceedings of Eighth Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'95)*, pp.29-36, ACM, 1995.
- [4] Resnick, M., Behavior Construction Kits, In *Communication of the ACM*, Vol.36, No.7, pp.64-71, 1993.
- [5] TRON プロジェクト, [on-line] <http://tron.um.u-tokyo.ac.jp/TRON/>
- [6] Starner, T., Rhodes, B., Healey, J., Russell, K.B., Levine, J., Pentland, A., Wearable Computing and Augmented Reality, In *MIT Media Lab Technical Report No.355*, Nov.1995.
- [7] Tani, M., Yamaashi, K., Tanikoshi, K., Futakawa, M. and Tanifuji, S., Object-oriented Video: Interaction with Real-world Objects Through Live Video, In *Proceeding of CHI'92*, pp.593-598, 1992.
- [8] Weiser, M., Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, In *Communications of ACM*, Vol.36, No.7, pp.75-84, 1993.