

Ubi-Finger: モバイル指向ジェスチャ入力デバイスの提案

塚田浩二、安村通晃

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科
〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322
{tsuka, yasumura}@sfc.keio.ac.jp

Abstract. 本研究では、モバイル環境において人間の自然なジェスチャを利用してPDAや情報家電機器の操作を実現する新しいインタフェース“Ubi-Finger”を提案する。ジェスチャ入力は身体性を伴う直感的な操作が可能であり、特にバーチャルリアリティの入力インタフェースとしてこれまでも様々な研究で扱われてきた。しかし、そうした既存のシステムの多くは高価で大規模なものであり、モバイル環境での利用はほとんど考慮されてこなかった。Ubi-Fingerは小型でシンプルな、モバイル環境に最適化されたジェスチャ入力デバイスである。我々は実世界の情報機器を簡易ジェスチャを用いて感覚的に操作できるプロトタイプを試作した。

Ubi-Finger: Gesture Input Device for Mobile Use

Koji Tsukada, Michiaki Yasumura

Graduate School of Media and Governance, Keio University
5322 Endo Fujisawa, Kanagawa 252-8520, Japan
{tsuka, yasumura}@sfc.keio.ac.jp

Abstract. This paper proposes a new interface in mobile environment called "Ubi-Finger" that realizes sensuous operations for PDA and information appliances by human gesture. Since gesture-input interfaces enables sensuous operations for users, there have been many researches about them especially for Virtual Reality. But almost those existing systems are very expensive and large, and not considered to be used in mobile environment. Ubi-Finger is a gesture-input device, which is simple, compact, and optimized for mobile use. We developed a prototype that enables to control real-world devices with natural gestures.

1.はじめに

1-1. 背景

近年 PDA や携帯電話の普及により、モバイル環境におけるコンピュータの使用が一般化しつつあるが、そうした場面では従来の PC 環境とは異なる、小型軽量で使いやすい入出力インタフェースが必要とされている。これまでも、こうしたモバイル・コンピューティング環境における入力インタフェースの研究は多数行われてきたが[1][2][3][4]、その多くはより効率的な文字入力方法に焦点を当てたものであり、より自然な入力方法についてはほとんど考慮されてこなかった。

また、近い将来家庭内にもコンピュータやネットワークが普及すると考えられており、各種の家電製品もネットワークで結合された情報家電となると予想される。そうした状況においては機器の操作がより複雑になると考えられ、各機器ごとに異なる操作を習得していくのはユーザに大きな負荷を与えることになる。そのため、多様な情報家電機器をできるだけわかりやすく、統一の操作で利用できるインタフェースが望まれている[9]。

本研究では誰にでもわかりやすく、様々な状況で利用できるインタフェースとして人間の手指を用いたジェスチャに着目し、自然なジェスチャを利用して PDA や情報家電の操作を実現するウェアラブルデバイス“Ubi-Finger”を提案する。

1-2. ジェスチャ入力

一般に意志や感情の伝達においては、言語以上に非言語的手段によるところが大きいといわれる。身振り手振りなどのジェスチャはその代表的なものであり、相手に伝えたいことを直接身体で表したり、コミュニケーションのメタ調節を行ったりと潤滑な意思伝達を助ける役割を持っている。こうした働きは言葉の通じない異国人の間の会話だけでなく、日常の対話の中でも積極的に活用されている[5]。こうした

有用なコミュニケーション手段であるジェスチャをコンピュータやバーチャルリアリティの入力インタフェースとして利用する試みは多数行われてきたが、既存のシステムの多くは大掛かりかつ高価な機材が必要で、モバイル環境での利用はほとんど考慮されてこなかった。本研究はモバイル環境における PDA や情報家電機器の操作に焦点を当てた、モバイル指向ジェスチャ入力デバイスを提案する。

2. Ubi-Finger

2-1. コンセプト

Ubi-Finger の主要なコンセプトは(1)ジェスチャを用いた感覚的な入力・操作が可能、(2)モバイル環境に最適化したウェアラブルデバイス、(3)多様な機器操作を共通のインタフェースで実現、といったものである。こうしたコンセプトに基づき、我々は Ubi-Finger に手指のジェスチャを検出するために最低限必要なセンサーと、実世界の情報機器を検知する為のデバイスを搭載することにする。

2-2. センサーと装着負荷

手指を用いたジェスチャをできるだけ多く認識するには、(1)全ての指の曲げ・伸ばし、(2)手首の角度、を検出する必要がある。しかし、こうしたアプローチは全ての指にセンサーを装着する必要がある為、ユーザの装着負荷を増大し、日常のデバイス使用に支障をきたすことが予想される。また、本研究は情報機器の日常的な操作を主目的とするため、手話や指文字のような複雑なジェスチャ認識が必要となる可能性は少ない。ここではセンサーと装着負荷の兼ね合いについてももう少し考察を加えていく。

人間の5本の指のうち、我々が通常自由に操れるのは親指・人差し指・中指の3本と考えることができる。例えば、ピアノやギター等の楽器演奏をする場合、薬指・小指を自由に使えるようになるには他の指より多くの修練が必要なのは広く知られている。また、50音を指

の形状で表現する指文字[6]においても、これら 3 本の指を中心に利用している例が最も多い。このように、3 本の指を全て利用すれば相当柔軟なジェスチャ入力が行えると考えられるが、主要な指全てにセンサーを装着してしまうと、他のタスクを行う際に支障が出る可能性も高くなる。

そこで、我々はできるだけ装着負荷の少ない、シンプルなジェスチャ入力を主眼におき、(1) 親指・人差し指の曲げ・伸ばし、(2) 手首の角度、を中心に検出することにした。装着するセンサーを親指・人差し指中心にまとめることで、既存のジェスチャ入力デバイスより大幅に装着負荷を軽減できると考えている。

2-3. デバイス構成

ここでは Ubi-Finger のデバイス構成について述べる。本デバイスは 3 系統のセンサー（ベンドセンサー、2 軸加速度センサー、タッチセンサー）を中心に、実世界の情報機器を特定する為の赤外トランスミッタや、ホスト PC・PDA 等とシリアル通信を行う為のマイコンから構成される(図 1)。

それぞれのセンサーからは(1)人差し指の曲げ・伸ばし、(2)手首の回転角度、(3)親指によるボタン操作、といった情報が入力される。このうち、(1)、(2)は主にジェスチャの検出に、(3)は情報機器の検知やジェスチャ入力のトリガーとして利用する。また、実世界の情報機器を特定する為のデバイスとしては、大きさ・汎用性等を考慮して赤外トランスミッタ（赤外 LED）を利用する。

2-4. システム構成

次に Ubi-Finger を利用して実世界の情報機器を操作するためのシステム構成について述べる(図 2)。システムは大きく分けて(1)Ubi-Finger 本体、(2)固有の ID を持ちネットワークに接続された情報機器、(3)ジェスチャの認識等を行うホスト PC・PDA、(4)情報機器の ID や命令の関連付けを

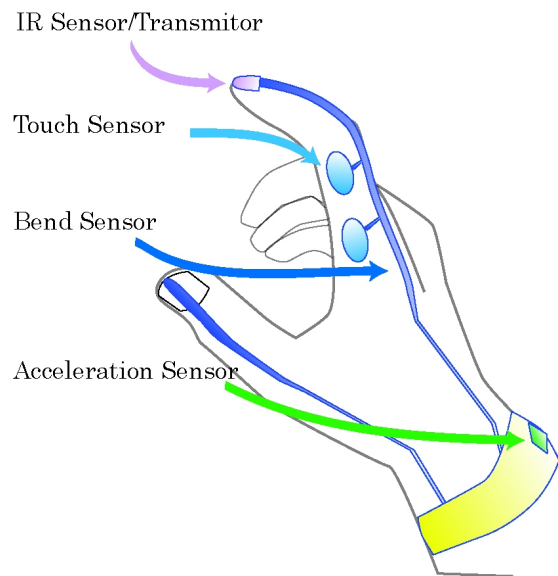


図 1 デバイス構成(概念図)

行うサーバーの 4 つからなる。まずユーザは Ubi-Finger で実世界の情報機器を指差し、自分の ID 情報を含んだ信号を赤外線等で送信する。各情報機器は信号を受けると固有の ID とユーザの ID をサーバーに送信し、サーバーは情報機器 DB を利用して、デバイスの ID とユーザの ID を関連付け、「誰がどの機器を操作しようとしているか」という情報を保持する。

次に情報機器を操作するために、ユーザは手指を用いたジェスチャを行う。ジェスチャはホスト PC で認識され、特定のコマンドとしてユーザ ID と共にサーバーに送信される。そしてサーバーはユーザ ID を元に操作対象の情報機器を判別し、ネットワークを介して実際の機器操作を行う。

本システムにおいては、ユーザはまず(1)実際の機器を指差し、次に(2)手指を用いた自然なジェスチャを行うことで機器に応じた様々な操作を行うことができる。従来のように機器ごとに全く違う操作方法を覚える必要がないので、ユーザーの学習負荷を軽減し、既存のメタファや身体性をいかした直感的な操作を実現することで誰にでも使いやすいものにできると考えている。我々はジェスチャを利用したデバイス操作の有用性を確認するため、以下のようなプロトタイプを実装した。

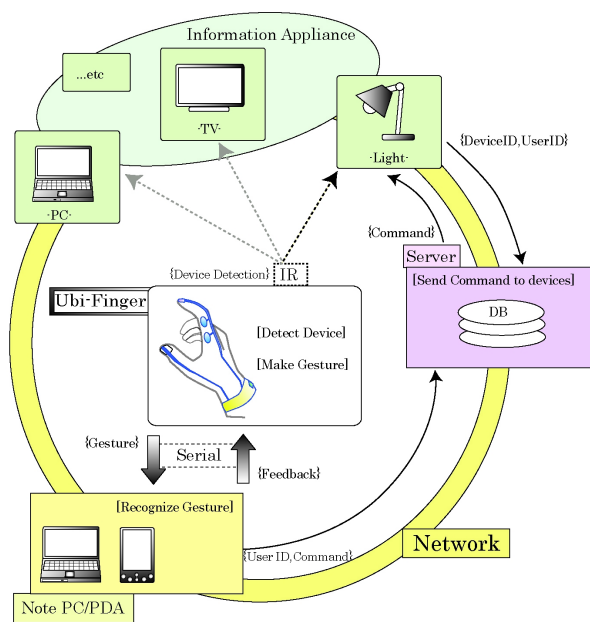


図2 システム構成

3. 実装

3-1. プロトタイプ

我々はジェスチャによる情報機器の操作に焦点を当て、Ubi-Fingerのプロトタイプを作成した(図3)。プロトタイプのシステム構成は以下のようなものである。(図4)

市販のグローブを加工して、人差し指の部分にベンドセンサーと二つのスイッチを取り付け、手の甲の部分に2軸加速度センサーをマジックテープで固定した。また、人差し指の部分には実世界の情報機器を特定するための赤外LEDと、二つの情報提示用LEDを装着している。スイッチを親指で押すことで各種センサーが出力を開始し、そのデータはマイコンを介してホストPCへシリアル転送される。ホストPCでは出力データをもとに手指の形状をリアルタイムに認識し、ソフトウェアの設定に応じてPCの入力や赤外線による実世界の情報機器の操作を実現する。

現時点ではデバイスの形状はオープングローブ型だが、前述したように装着するセンサーを人差し指中心にまとめることで、指サック型

の小型デバイスとして実装することも十分可能である。

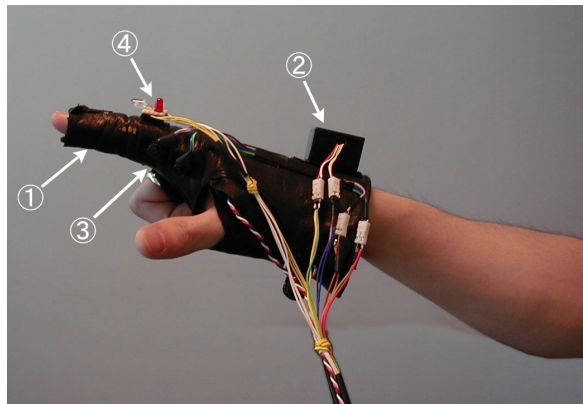


図3 プロトタイプ

- | |
|--|
| ベンドセンサー
(BendMini by Infusion Systems)
2軸加速度センサー
(ADXL202 by Analog Devices)
スイッチ [x 2]
赤外LED
LED [x 2]

・マイコン(Aki-H8)
・ノートパソコン(Vaio-C1 by Sony) |
|--|

図4 プロトタイプのシステム構成

3-2. アプリケーション

次に、Ubi-Fingerの有効な活用が期待できるいくつかの実装例を紹介する。

3-2-1. 実世界のデバイス操作

従来我々が実世界の家電機器等を操作する場合、機器(リモコン)毎に大きく異なる操作方法を学習する必要があった。Ubi-Fingerを利用することで、既存のメタファや身体性をいかしたより直感的な操作を実現し、ユーザの学習負担を軽減できると考えている。今回は具体的なアプリケーションとして、人差し指を押し込む動作によるライトのオン/オフや、手首の回転によるTVの音量・チャンネル操作等を行えるシ

システムを実装した(図5)。本システムでは「スイッチを押す」、「ボリュームを回す」といった既存のメタファを利用することで、ユーザの学習負荷を軽減するよう工夫している。

なお、現時点ではネットワーク接続可能な情報家電機器が手元に存在しないため、ジェスチャに応じた固定の赤外線信号を送り、直接各種機器を操作している。現在、前述したような情報機器のディテクトを赤外線で行い、ジェスチャによる制御をネットワーク経由で行えるシステムを開発中である。

3-2-2. PCのウィンドウ操作

エディタを利用してプログラミングやテキスト入力を行う際、少しウィンドウをスクロールさせて他の部分を参照したいという状況は

よく見られる。これまでもマウスホイールやパッドを利用することでこうした操作を行えたが、キーボードから一時的に指を離す必要があり、本来のタスクが中断してしまうという欠点があった。Ubi-Fingerを利用することでキーボードからほとんど指を離すことなく、最小限の動き(人差し指の曲げ・伸ばし)でウィンドウのスクロール操作を行うことが可能になる(図6)。

3-2-3. プレゼンテーション支援(開発中)

従来我々がPCを用いてプレゼンテーションを行う場合、常にPCの前でプレゼンソフトを操作する必要があった。こうした操作は特に多くの聴衆を前にした状況では煩わしく、時に話の流れを切ってしまう要因にもなっている。

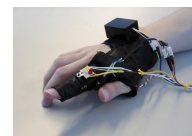
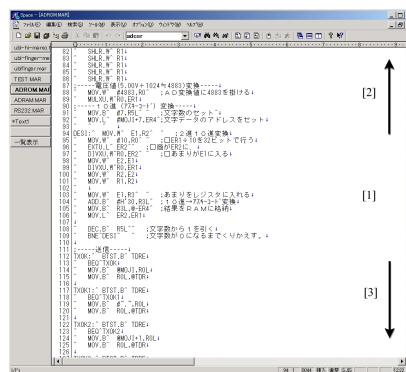
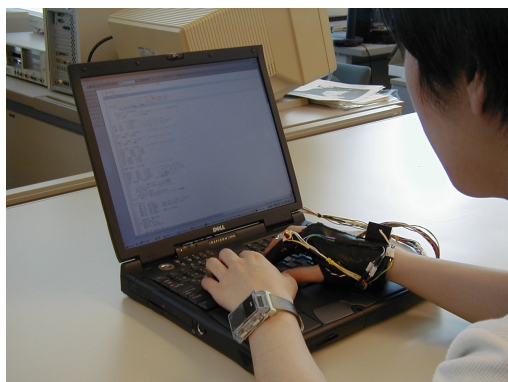


ライトを指差し、軽く指を曲げると...

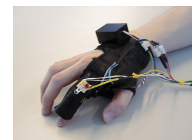


灯りがつく。

図5 実世界デバイスの操作



[2]上スクロール



[1]通常入力



[3]下スクロール

図6 PCのウィンドウ操作

Ubi-Fingerを利用してプレゼンソフトを操作することで、自分も聴衆もPC操作を意識することなく、より自然な流れのプレゼンテーションを実現できると考えている。現在アプリケーションは開発段階だが、プレゼンソフトの操作はシンプルなので、実装は容易である。

4. 関連研究

指装着型デバイスを利用してPCへの入力を行う事例としてはFinger-mountや手指ジェスチャ認識インタフェースが挙げられる。

Finger-mount [7]は超音波センサーと二つのボタンを指に装着することで、指先の動きを利用したマウスのポインティング操作を試みている。本研究はポインティング操作に限らず、手指を用いた簡易ジェスチャを利用して携帯端末や情報家電の操作を実現する点が異なる。手指ジェスチャ認識インタフェース[8]は、モバイル環境で4本の手指を利用したジェスチャ認識を行い、マウスのポインティング操作や画面スクロールなどを実現している。本研究は、情報家電など実世界のデバイスを主な操作対象とする点が異なる。

また、情報家電機器を実世界インタフェースで操作する試みとしてはFieldMouseが挙げられる。FieldMouse[9]はバーコードリーダー等のID検出装置とマウスや加速度センサー等の相対移動検出装置を一体化して、情報機器の感覚的な操作を試みている。本研究は対象となる情報機器を指差すことで特定し、手指のジェスチャでその機器を操作することで、より自然なインタフェースを実現できると考えている。

5. 今後の展望

Ubi-Fingerは現在開発段階であるため、評価に関しては現時点ではまだ十分に行っていない。ただし、プロトタイプによるライトやTVの操作感覚に関しては概ね好評を得ることができた。今後システムの評価を行い、身体性をいかした入力の利点や既存のインタフェース

に関する優位性を検証していきたい。

6. まとめ

本研究では、人間の自然なジェスチャを利用して携帯端末や情報家電の直感的な操作を実現するウェアラブルデバイス“Ubi-Finger”を提案し、システムのプロトタイプを試作した。Ubi-Fingerを利用することで、ユーザは様々な情報機器をより便利に、楽しく操作することが可能になるだろう。

参考文献

- [1] Fukumoto, M. and Tonomura, Y. Body coupled FingeRing: Wireless wearable keyboard. Proceedings of the 1997 Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI. 1997
- [2] Sugimoto, M. and Takahashi, K. SHK: Single Hand Key Card for Mobile Devices. Conference Companion, CHI 1996. 1996
- [3] Starner, T. et al. Wearable Computing and Augmented Reality. Technical Report355, MIT Media Lab. 1995
- [4] Twiddler2.
<http://www.handykey.com/site/twiddler2.html>
- [5] 喜田壮太郎、ひとはなぜジェスチャーをするのか、Cognitive Studies 7(1) 9-21, March, 2000
- [6] 指文字50音の紹介,
http://tgssvr.tgs.co.jp/finger_1.htm
- [7] 亀山研一, 吉田充伸, Finger-Mount デバイスを用いた装着型システム, 情報処理学会研究報告 Vol.99, No.9 (HI 82-3), January, 1999
- [8] 毛利工, 手指ジェスチャ認識に基づくウェアラブル型操作入力インタフェース, ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.2, No.4, 2000
- [9] Siio, I., Masui, T. and Fukuchi, K. Real-world interaction using the FieldMouse. In Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'99). November 1999