

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 25日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500027

研究課題名（和文）実世界ハンドジェスチャインタラクションソフトウェア開発基盤

研究課題名（英文）A development framework for real-world hand-gesture interaction software

研究代表者

高橋 伸 (TAKAHASHI SHIN)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：00272691

研究成果の概要（和文）：

本研究では、大画面や携帯端末におけるハンドジェスチャを利用した新しいインタラクション手法を開発するとともに、それらをモデル化した開発フレームワークを実装して、ハンドジェスチャ利用アプリケーション開発の支援を試みた。フレームワークでは画像認識を用いて実装する際のソフトウェア構造をモデル化した。また、複数の Kinect サーバを用いたトラッキングサーバを開発して、室内空間における日常生活内での実装を行った。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we developed several new interaction techniques for hand-gesture based applications at large screens or mobile terminals. In addition, we developed a framework for developing such applications, which modeled the example applications developed using various image recognition techniques. We also developed a multiple Kinect-based tracking server, which enables to implement hand-gesture based application in a everyday life situation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：ユーザインタフェースソフトウェア

科研費の分科・細目：情報学、ソフトウェア

キーワード：ハンドジェスチャ、ユーザインタフェース

1. 研究開始当初の背景

ユビキタスコンピューティングの重要な要素はコンテキストウェアネスであり、実世界指向である。つまり、その場の実世界の状況自体が取り扱う重要な対象であるため、「このあたり」「この色」「こんな形」と実物

を指し示して提示することが必要である。また、ユビキタス環境を想定する以上、特殊で環境に固有のデバイスを利用しないことが望ましい。

本研究では、この実世界と人とユビキタス環境とを結ぶ技術として、身振り手振りなど

日常生活で人がコミュニケーションに用いる動作を積極的に利用する。具体的には、物を指し示すこと、物を提示すること、「このくらい」と形や大きさを身体を用いて示すことを、ユビキタス環境における重要なヒューマンインタフェースの要素とする。しかし、これらのインタフェースの実現は、画像認識やジェスチャの学習など、基礎技術が既に確立されているにもかかわらず容易ではない。これは、ユビキタスアプリケーションを作成する側に立った必要な技術の統合と応用する際のノウハウがまとめられていないからである。

これまでにユビキタス環境における鏡を用いた新しいインタラクション手法、またハンドジェスチャによるグラフィカルユーザインタフェース環境のインタラクション手法“Double Crossing”について研究・発表した。これらは本研究が目的とするソフトウェア基盤のアプリケーション例と言えるものであり、これらの開発研究で得られた知見を汎化することにより、汎用的な開発環境を構築することを目指す。

2. 研究の目的

本研究の目的は、家庭やオフィスなど実世界環境におけるハンドジェスチャを核としたヒューマンインタフェース構築を支援するソフトウェア開発環境を設計・実装することである。特に、利用者がデバイス等を何も装着せずに身体のジェスチャ動作によって実世界に関する情報をユビキタスコンピューティング環境へ入力するインタフェースを対象とする。この開発環境では、自然で直感的に操作できる高レベルインタラクションモジュールをツールキットという形で提供することにより、簡単にこれらの特徴を持つ次世代の情報家電やサービスを構築できるようにする。構築されたアプリケーションのインタフェースは特殊な機材を必要とせず、リビングなど家庭での日常生活で受け入れられるものとする。しかも、利用者は実世界環境におけるユビキタスコンピューティング能力を最大限に発揮させ活用できるものとする。

3. 研究の方法

本研究では、(1)実世界環境におけるハンドジェスチャインタフェースの設計開発と、その(2)ハンドジェスチャインタフェース要素の部品化フレームワーク化に関して研究開発を行うことが主目的である。

(1) 実世界環境におけるハンドジェスチャインタフェースの設計

本研究では特に実世界情報の入力ジェス

チャインタフェースに着目している。ここでの実世界情報とは、ユーザの周囲に実在する物に関わる情報や、ユーザの身振り手振りによる形や大きさなどの具体的な情報のことである。例えば、両手で仮想的な「枠」を提示する。ここでユーザが示した「枠」の大きさや位置・方向を利用すればユビキタス環境ではカメラ無しで写真を取るアプリケーションが構築できる。このようなユビキタスアプリケーションで役立つ実世界情報を網羅して、それぞれに適した自然なジェスチャ入力インタフェース技術を開発する。

また、従来の GUI を用いた既存アプリケーションを操作するためのハンドジェスチャインタラクション手法も用意する。ユビキタス環境においては、マウス・キーボードは利用できないことが多い。我々は double crossing など既にハンドジェスチャによるマウス・キーボード代替のための研究を行っているが、これをさらに発展させ実世界インタラクションとの融合を図る。また、以下の点について注目して設計を行う。

- ① コンテキストセンシングの利用。ユーザのコンテキスト取得のために加速度センサや距離センサ、圧力センサ等を環境に埋め込み、あるいはユーザに装着させて、コンテキストウェアなユーザのジェスチャ操作認識を行う技術を開発する。類似のジェスチャであっても、ユーザの意図はその場のコンテキストによって変わる。そのインテリジェントな状況を読む技術を開発する。
- ② フィードバック。ユビキタス環境におけるヒューマンインタフェースを自然に利用できるようにするためには、ユーザのユビキタス環境の適切な理解が必要である。そのためにはユーザに対して適切にユビキタス環境を表現する必要がある。特に、本研究においてはユーザの能動的なジェスチャ入力に対する適切なフィードバックが非常に重要である。現在研究分担をしている「ユビキタス環境での情報提示手法の研究」の成果を参考にして適切なフィードバック技術を開発する。
- ③ テキストメニュー入力。ユビキタス環境においても従来のウェブブラウジングやメールなどのアプリケーションを利用することは重要である。その際に特に必要となるのは、テキスト入力とメニュー選択である。既にペン入力向きの FlowMenu インタフェースをハンドジェスチャにより操作することや、その応用である日本語入力インタフェース Popie の利用に取り組んでいる。これらの認識手法を改善して誤認識を減らし認識速度を上げるとともに、どこでもユビキタスに利用可能とする技術を開発する。

(2) ヒューマンインタフェース要素の部品化フレームワーク化

設計したジェスチャ入力インタフェースを部品として組み合わせて容易に実用アプリケーションが構築できるツールキットを開発する。特に以下に焦点を置く。

- ① フレームワークの設計と構築
ユビキタスアプリケーションのユーザインタフェース開発フレームワークを作成する。ここでは特にコンテキストウェアネスが重要であり、状況を認識してユーザの動作意図を判断し適切な動作を行う仕組みを設計し提供する。
- ② ジェスチャ部品要素の開発
その上で、カメラや多様なセンサの入力モジュール、それらの入力からジェスチャを認識するモジュールを、上記アプリケーションフレームワークに組み込める部品群として開発する。これらの認識技術等は既存の技術やライブラリを活用して実装するが、ユビキタス環境で実際に利用できる実践的技術を開発し、ツールキットとして提供する。

4. 研究成果

(1) ジェスチャを用いたアプリケーションの開発

いくつかのジェスチャを活用したアプリケーションの設計と実装により、ジェスチャ設計に関する知見を得るとともに、同種のアプリケーションを開発するために必要な実装上の知見を得て(2)(3)のフレームワーク等の開発に生かした。

①指先一本の動きによって既存のGUIを操作するインタフェースの設計と実装(雑誌論文①)。既に提案していたダブルクロッシングを基本操作として、主に大画面に向かってGUIを操作する環境において用いるオーバーレイ型のメニュー等を設計実装した。

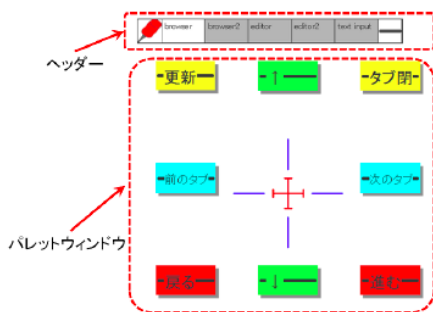


図 1: ダブルクロッシング用メニュー

②パームディスプレイインタフェースの設計と実装(雑誌論文②)。天井等に設置したプロジェクタを用いて、手のひらをディス

レイとするシステムを開発し、その手のひらで指を用いて操作するインタフェースを設計実装した。指はプロジェクタの光に照らされるので、その影で認識を行っている。また、実験により、指でボタンを押すようなジェスチャよりも、ボタン上で静止させるようなジェスチャのほうがうまく利用できることがわかった。

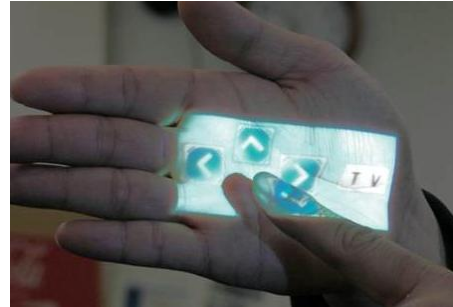


図 2: パームディスプレイ

③視線とハンドジェスチャを利用した大画面操作インタフェース(学会発表②)①のように、大画面環境において、ポインタ移動を手の動きで行う場合、移動速度を通常画面程度にすると、大画面上で長距離移動する際に時間がかかる。そこで、顔向き方向でポインタのおおまかな操作範囲を指定できるようにして、手による操作と同時に使えるようにした。



図 3: 視線とハンドジェスチャの同時利用

④磁気センサによる携帯端末向け操作インタフェースの開発(学会発表①)。磁石を指先につけて磁気センサでその位置を検出することにより可能になるインタフェースの実装と試用を行った。磁石を利用したインタフェースでは携帯端末の周辺空間を用いたり、鞆やポケットにいれたまま操作する等従来のタッチパネルやキー操作とは異なる操作が可能になることが示せた。

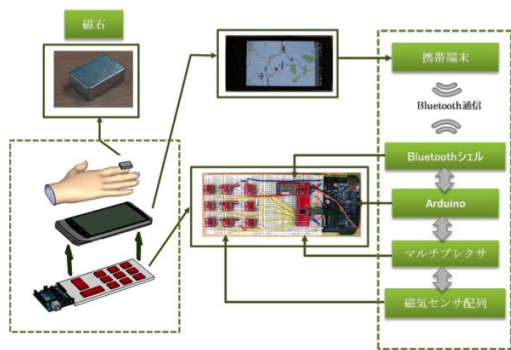


図 4: 磁気センサ利用ハンドジェスチャインタフェース

(2) ハンドジェスチャを用いたアプリケーションのためのフレームワークの開発

カメラを用いて画像処理でハンドジェスチャを認識してアプリケーションに利用する手法は多くの場面で使えて多種のジェスチャに対応できるなど汎用性が高い。しかし、その開発には画像処理技術の理解だけでなく、あまりライブラリ化されていないがハンドジェスチャ特有の処理が必要になるなど容易ではない。そこで、そのようなアプリケーションの構造をモデル化したフレームワークを作成した。

このフレームワークは図のように、(1)アルゴリズム、(2)デバイス抽象、(3)イベント分配、(4)ネットワークチャネル、(5)バーチャルデバイス、などの要素で構成され、共通する処理を再利用できるなど開発を効率化することができる。

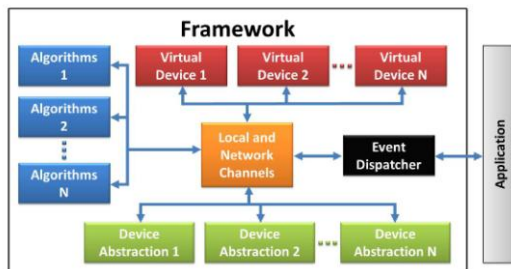


図 5: ハンドジェスチャ応用のためのフレームワーク

(3) 複数 Kinect センサを用いたトラッキングサーバの開発

マイクロソフト社から発売された Kinect センサの登場により、画像だけでなく深度を手軽に取得できるようになった。この機能をハンドジェスチャ利用アプリケーションに生かすために、部屋の中に複数の Kinect センサを設置して室内の利用者の位置を取得して、その利用者の骨格データを取得、さらにそのデータからジェスチャ認識すること

ができるサーバを開発した。本サーバは、スマートルーム環境の構築やアプリケーションへの応用が期待される。

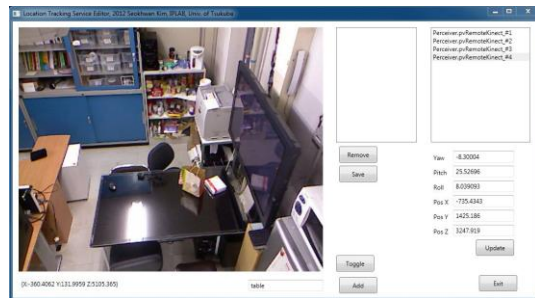


図 6: 複数 kinect センササーバの制御画面

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① Takashi Nakamura, Shin Takahashi, Jiro Tanaka. One-finger Interaction for Ubiquitous Environment. Proceedings of 9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2010), pp.267-272, Yamagata, Japan, August 2010. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICIS.2010.125>, 査読有。
- ② Seokhwan Kim, Shin Takahashi, Jiro Tanaka. New interface using palm and fingertip without marker for ubiquitous environment. Proceedings of 9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2010), pp.819-824, Yamagata, Japan, August 2010. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICIS.2010.110>, 査読有。
- ③ Ayman Atia, Shin Takahashi and Jiro Tanaka. Smart Gesture Sticker: Smart Hand Gestures Profiles for Daily Objects Interaction. Proceedings of 9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2010), pp.482-487, Yamagata, Japan, August 2010. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICIS.2010.103>, 査読有。

〔学会発表〕(計 3 件)

- ① Pham Thanh Son, 高橋伸, 田中二郎. “複数の磁気センサを用いた携帯端末向け 3次元入力インタフェースの開発”, 情

報処理学会第 74 回大会, 2012 年 3 月 7 日, 名古屋工業大学, 愛知県.

- ② 程 浩 侃, 高橋伸, 田中二郎.
"ProphetCurosr: 顔の向き方向によってカーソル移動を補助する大画面ポインティング手法", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011, 2011 年 9 月 16 日, 仙台国際センター, 宮城県.
- ③ Ayman Atia, Shin Takahashi, Jiro Tanaka.
"Evaluating interaction with Popie using tilt gestures". 情報処理学会第 72 回大会, 2010 年 3 月 11 日, 東京大学本郷キャンパス, 東京都.

[その他]

ホームページ等

<http://www.iplab.cs.tsukuba.ac.jp/team-ubiq/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 伸 (TAKAHASHI SHIN)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号 : 00272691

(2) 研究協力者

中村 卓 (NAKAMURA TAKASHI)
筑波大学大学院システム情報工学研究科
コンピュータサイエンス専攻 D3
キム ソカン (SEOKHWAN KIM)
筑波大学大学院システム情報工学研究科
コンピュータサイエンス専攻 D3