

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540099

研究課題名(和文) ウェアラブル高速センシングに基づく実世界接触型入力技術の研究

研究課題名(英文) Input technology with the style of real-world touch based on wearable high-speed sensing

研究代表者

渡辺 義浩 (Watanabe, Yoshihiro)

東京大学・情報理工学(系)研究科・講師

研究者番号：80456160

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ユビキタスな情報環境のための新たな入力ユーザインタフェースとして、手首に装着されたウェアラブル高速センシングユニットによって、実世界のあらゆる面を情報端末のための入力操作面とする技術を実現した。具体的には、接触状態及び接触している指をウェアラブルセンシングの形態で高速認識するシステム、同構成における高精度な指識別型トラッキング手法、新たな応用機能として実世界接触型アーカイブなどを確立した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we realize a new input user interface for ubiquitous information environment which allows any flat or curved surface in a real environment to be used as an input area by using a wearable high-speed sensing unit mounted around the user's wrist. We achieved to develop a wearable system recognizing the contact state at high-speed, high-accuracy finger identification and tracking method, fast archiving system with touch interaction, and so on.

研究分野：情報学

キーワード：ヒューマンインタフェース・インタラクション ウェアラブル機器 高速センシングシステム 高速画像処理

1. 研究開始当初の背景

情報端末における入力方式の新展開:かつては部屋を覆うほどの大きさであった計算機と同等の性能を、ユビキタスな情報端末として携帯する時代が来た。サイズにおける技術進化は未だ途上であり、究極的には身体の一部となるほどに小型化していくと考えられる。この爆発的なダウンサイジングの変遷において、入力技術は誕生の瞬間からその本質を変えていない。ユビキタスあるいはアンビエントな情報社会を目指す上で、情報と人間の界面を司る入力の在り方が変化していかなければ、小型化された情報端末が提供できる機能は限りなく制限されると予想される。

高速ウェアラブルセンシングによるブレイクスルー:携帯情報端末の入力方式におけるパラダイム転換を図る上で、ウェアラブルセンシングの高速化と、知的センシングによる入力スタイルの再構築が重要なファクターとなる。特に関連する技術として、研究代表者は、単一の高速カメラを脚に装着するだけでモーションキャプチャを実現する技術や、秒間1,000回の速度の3次元センシングとその小型化、手指の高速トラッキング、高速センシングに基づく映像制御によって直感的な3次元操作を実現する入力インタフェース技術を実現してきた。このように研究代表者は、高速ビジョンを軸とする技術を駆使して、センシングの高速化がもたらすウェアラブル技術やインタフェース技術の新たな可能性を具現化してきた。

2. 研究の目的

情報端末の究極的な小型化に向けて、現在の入力操作のスタイルは制約となる可能性が高い。本研究では、ユビキタスな情報環境のための新たな入力ユーザインタフェースを提案する。提案技術は、手首に装着されたウェアラブル高速センシングユニットによって、実世界のあらゆる面を情報端末のための入力操作面とする新技術である。関連する既存技術はいずれも、環境側に配備されたセンサを使う場合が多く、接触したか否かの情報取得すら、精度と速度の面で十分な性能を達成できていなかった。提案技術は、指の動作と接触面を手の内側から3次元で視覚的に認識するとともに、指の接触状態を聴覚的に捉えることで、ブラインド入力は最低要件



図1. 研究構想

としてクリアしつつ、さらにタップ、スワイプ、指の腹で撫でる、爪で引っ掻くなどの接触状態も取得する。図1に研究構想図を示す。

3. 研究の方法

本研究計画は、実世界の様々な面を入力操作面とする技術“Anywhere Surface Touch”(AST)の具現化を目標として、A)基盤技術の確立、B)入力操作のデザイン、C)応用発展の3つを柱として立案されている。A)基盤技術の確立では、指と面の接触状態を視覚と聴覚で捉えるマルチセンサ型の高速度ウェアラブルユニットの開発とそのフュージョン手法の構築に着手する。ユニットの設計とセンサ情報処理の設計を両面から実施することで、洗練された小型なシステムが実現される予定である。B)入力操作のデザインでは、接触している指の識別と同指の接触状態で定義される多様な入力モードを、具体的な操作へマッピングする設計を行い、操作の直感性を定量的に評価する。C)応用発展では、近距離無線通信などを始めとする付加デバイス搭載による機能拡張、及び接触媒体として柔軟体の変形を取り込むための手法を提案する。

4. 研究成果

平成26年度は、まず、マルチセンサ型のウェアラブル高速センシングユニットを開発した。本ユニットは、接触面と指の接触を、手首に搭載された高速ビジョンによって観測するウェアラブルな構成に基づくものである。この構成は、指の裏側しか見えず、視野が限定される問題があるが、観測位置と対象の位置関係が動作に依らないと同時に遮蔽も少ないため、高精度な認識を達成できる可能性が高いと考えられる。一方、視覚情報のみでは、指と面の距離が極めて近い状況における検出誤差が発生する問題がある。また、撫でる、軽く触る、叩くなどの状態を識別することは難しい。そこで、ユニットにはコンタクトタイプの高感度マイクによる接触状態識別を導入した。



図2. ウェアラブル高速ビジョンのための識別型指先トラッキング手法

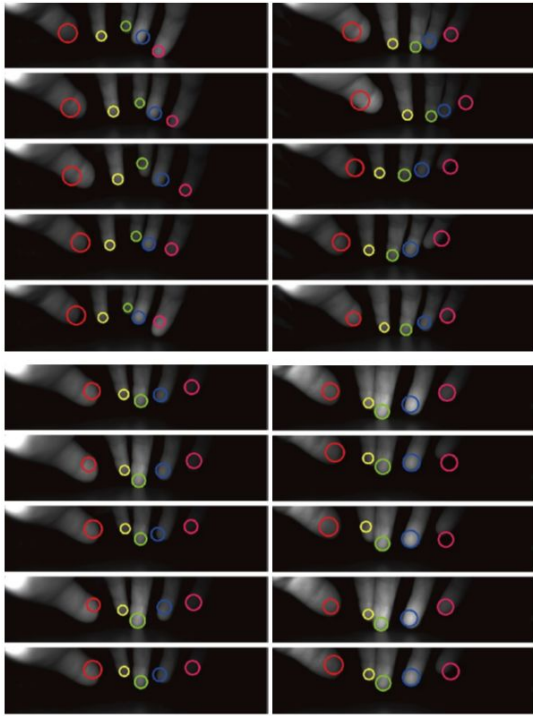


図 3. ウェアラブル高速ビジョンのための識別型指先トラッキングの結果

また、構築したウェアラブル高速センシングユニットから取得される視覚と聴覚の情報を用いて、対象面と接触している指の識別、同指の姿勢と動作、接触状態を取得する手法を設計した。特に、対象面と接触している指を高精度に識別するために、粒子群最適化に基づくモデルベースの高速な指識別型のトラッキング手法を提案した。提案するユニットの場合、観測される指先の運動を限定することができるため、このようなモデルベースの手法を導入することができる。図 2 に提案手法の概要を示す。図 3 に示すように、高フレームレート撮像と粒子群最適化の統合によって、自由度が高い運動モデルに対しても効率的に各指を識別しながらトラッキングすることができた。

平成 27 年度は、前年度までに開発したユニットに基づき、新たな応用機能の実現に着手した。ここでは、写真撮影を基本とするアーカイブ応用に注目した。近年、スマートフォンなどのカメラ機能付き携帯デバイスの普及やブログや SNS などの写真と連携可能なウェブサービスの普及により、情報の記録や日常のメモを目的とした写真撮影の利用が増えている。しかしこうした写真撮影の多様化に対して、撮影手法は、撮影対象をファインダーにおさめてシャッターを切る、という手法が依然として一般的である。この従来の撮影手法は、撮影デバイスを取り出す手間や時間および、撮影対象を画角内に捉えるまでの時間を要するため、情報の記録や日常のメモを目的として写真撮影を行う上で手軽さや高速性を欠いている。そこで本研究では、情報の記録や日常のメモを目的とした撮影を、より簡単かつ、より高速に実現する、実

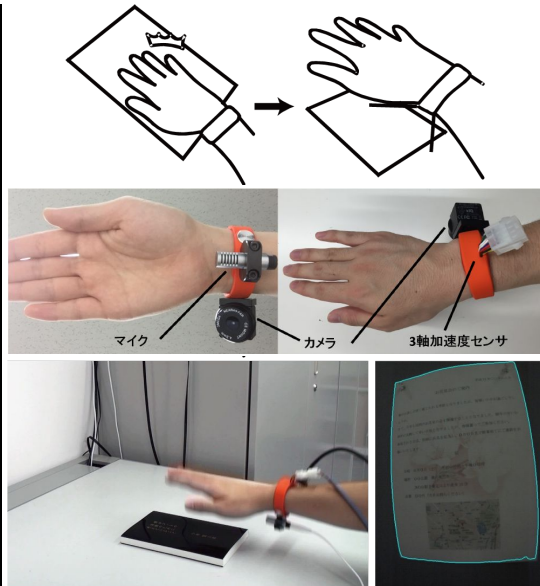


図 4. 実世界接触型アーカイブの構想図・開発したプロトタイプ・動作の様子・自動アーカイブ結果及びその認識領域

世界接触型アーカイブという新たな形態を提案した。提案する応用機能では、アーカイブ対象への手による実物体接触を撮影トリガとして撮影を行った。また、シームレスな情報記録に向けて、撮像動画からアーカイブ対象の写真を自動的に取り込む機能も実現した。複数の対象に対して実験を行ったところ、得られたデータに対して条件を整えることで、高い撮影成功率を達成することが示された。図 4 に、実世界接触型アーカイブの構想図、開発システムの動作の様子、自動アーカイブ結果を示す。

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 1 件)

- [1] Yoshihiro Watanabe, Hiromasa Oku, and Masatoshi Ishikawa: Architectures and Applications of High-Speed Vision, OPTICAL REVIEW, Vol.21, No.6, pp.875-882, 2014.

〔学会発表〕(計 2 件)

- [1] 畑中智貴, 渡辺義浩, 石川正俊: ウェアラブル高速ビジョンを用いた実物体接触型アーカイブの検討, 第 20 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 11C-5, pp. 46-49 (2015)
- [2] 日下部佑理, Muhammad Sakti Alvisalim, 渡辺義浩, 石川正俊: ウェアラブル高速ビジョンのための識別型指先トラッキング, 第 21 回画像センシングシンポジウム(SSII2015) (横浜, 2015.6.12) / 講演論文集, IS3-10.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/vision/AST/>

<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/vision/Touchshot/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 義浩 (WATANABE YOSHIHIRO)

東京大学・情報理工学系研究科・講師

研究者番号：80456160