

研究種目：基盤研究（S）
研究期間：2007～2011
課題番号：19100002
研究課題名（和文） ビジョンチップの応用展開

研究課題名（英文） Applications of Vision Chip

研究代表者

石川 正俊（ISHIKAWA MASATOSHI）
東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授
研究者番号：40212857

研究代表者の専門分野：システム情報学

科研費の分科・細目：情報学、知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：センシングデバイス・システム、ビジュアルフィードバック

1. 研究計画の概要

研究代表者らは、ビジョンチップと呼ぶ超高速集積化視覚情報処理チップを開発し、従来のビデオレート(30Hz)での処理に比べて格段に高速化された視覚情報(1kHz)を用いた高速ビジュアルフィードバックの有効性を唱えてきた。これまでの成果からその基礎は固まり、実社会への応用を目指す新たなフェーズに入ったが、高速ビジョンの特徴を活かした応用用途を開拓するためには既存のマシンビジョンとは違ったアプローチが必要である。

本研究では、新たな応用展開の基軸として、高速ビジョンによりリアルタイムに人間の動作を認識する高速ビジュアルインターフェイスと、顕微鏡画像をフィードバックすることで微小対象制御を行う高速マイクロビジュアルフィードバックとに注力し、これらの理論的特徴から応用実験までを包括的に研究することで、両者の基盤技術を構築すると同時に、共通の特徴を解明することを目的とする。

2. 研究の進捗状況

(1) “メタパーセプション”の提唱

高速ビジュアルインターフェイスの核として、“メタパーセプション”を提唱した。これは、ビジョンチップを始めとする高速センシングなどの先進的技術を用いて、通常では得られない感覚情報を取得し、人間に提示する新たなインターフェイスの手法である。

(2) Volume Slicing Display

Volume Slicing Display は、タンジブルスクリーンを用いて、仮想物体の切断面を提示するユーザインターフェイスである。スクリーンの位置と姿勢が、実際の切断面として機能

することで、インタラクティブかつ直感的に、物体の内部の構造を捉えることができると考えられる。開発したシステムは、カメラを用いてスクリーンの3次元位置と姿勢を取得し、対応する断面像を半透明なスクリーンの背面から投影する構成となっている。また、スクリーン上でのユーザのジェスチャを認識し、操作を提供する機能も備えている。

(3) Parallax Augmented Desktop

Parallax Augmented Desktop は、2次元の表示機能を持つフラットなモニタ上で、デスクトップの操作領域を仮想的に広げるユーザインターフェイスである。提案するParallax Augmented Displayでは、デスクトップが、立方体の構造を有している。カメラを用いて、ユーザの頭部を継続して追跡することで、その観測方向に応じた側面を表示するとともに、操作を対応する面上に割り当てることで、操作領域を大幅に広げている。

(4) Sticky Light / Score Light

Sticky Light / Score Light は、実世界に投影された光と人間がインタラクティブに協調する環境を創出するものである。人間は、光に触れ、光を自在に操作する能力を手に入れたような感覚を得ることができる。Sticky Light は、与えられた規則に従って運動する光を生成するものである。光は、高いコントラスト比が生じる輪郭上での挙動を運動規則として与えられている。具体的には、輪郭上の追跡や、輪郭上で跳ね返る運動を行う。このような原理のもと、Sticky Light が生み出す光は、人間が手に持った道具、人間の手、及び人間の描いた絵に協調して運動する。Score Light は、光に音を生成する機能を与えたものである。音は、光の位置、速度、及

び加速度に応じて変調させた。このように、Score Light が生み出す光は、実世界に置かれた物体の構造やパターンに応じて、ユーザに視覚的にその存在を意識させながら、音を生成する。これによって、これまでにない新しい楽器としての機能を提供可能である。

(5) 三次元微生物トラッキング顕微鏡

顕微鏡下では焦点が合う範囲が非常に狭くなるため、オートフォーカスが重要になる。特に微生物のように対象が運動する場合は高速なオートフォーカスが重要になるので、高速画像処理を利用したオートフォーカスアルゴリズムを開発し、微生物の三次元トラッキングに応用し、実際に遊泳するゾウリムシの三次元トラッキングに成功した。

(6) 人間と微生物との実世界インタラクシオン

微生物の運動をマクロ世界で体現するマクロロボットを介して、まるでペットと遊ぶように微生物と触れ合えるシステムを実現した。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

当初の目標では、平成21年度までに基礎的なシステム構築を行う予定であったが、予期した以上に研究が進展し、特に高速ビジュアルインターフェイスでは複数のアプリケーションの実証を行うことができる段階まで到達することができた。さらに、これらのアプリケーションを積極的に発表・展示し、その評価を第三者に問うたところ、複数の賞を受賞し、開発した高速ビジュアルインターフェイスの有効性や重要性が確認された。

高速マイクロビジュアルフィードバックに関しても高速オートフォーカスを利用した三次元微生物トラッキング顕微鏡、小型のモバイル顕微鏡に関する基礎評価をすべて予定通り終了し、順調に進展している。さらに、三次元微生物トラッキング顕微鏡は外部の研究者と共同研究にむけた協議が進みつつあり、予期された段階を超えて実用化へ近い段階まで進みつつある。

また、これと並行して高速ビジュアルインターフェイスの核となる概念である“メタパーセプション”を提唱し、国際学会を主催することで学術界への問題提起・議論喚起を行うことができた。

以上の理由から、当初の目標を超える研究の進展があり、今後も順調に研究が進むことが見込まれると考える。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 高度なインターフェイスの実現にむけて多眼化した高速ビジョンシステムを構築し、その有効性をアプリケーションの形で示す。

(2) 高速画像処理による手ぶれ補正機能を

もつ小型顕微鏡を試作し、有効性を示す。

(3) 運動する複数細胞高速認識のためのアルゴリズムを構築し、その有効性を示す。

5. 代表的な研究成果

(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 奥寛雅, 尾川順子, 石川正俊 : 高速ビジョンによる微生物トラッキング顕微鏡, 生物物理, Vol. 49, pp. 11-14 (2009) 査読無

② 尾川順子, 菊田恭平, 奥寛雅, 長谷川健史, アルバロ・カシネリ, 石川正俊 : 微生物との実世界インタラクシオンシステムの提案と初期検討, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, pp. 3546-3552 (2008) 査読有

③ 長谷川健史, 尾川順子, 奥寛雅, 石川正俊 : 三次元空間内における微生物のマクロロボット応用に向けた制御フレームワークの提案, 日本ロボット学会誌, Vol. 26, pp. 575-582 (2008) 査読有

[学会発表] (計18件)

① Alvaro Cassinelli and Masatoshi Ishikawa : Volume Slicing Display, SIGGRAPH ASIA 2009, Emerging Technologies, p. 88 (2009) 査読有

② Alvaro Cassinelli, Yusaku Kuribara, Daito Manabe and Masatoshi Ishikawa : “scoreLight: a laser-based synthetic experience,” SIGGRAPH ASIA 2009, Art Gallery (2009) 査読有

③ Alvaro Cassinelli and Masatoshi Ishikawa : Volume Slicing Display, LAV AL VIRTUAL 2009, pp. 22-26 (2009) 査読有 (Awarded a prix in the section Medicine and Health)

④ Carson Reynolds, Alvaro Cassinelli and Masatoshi Ishikawa : “Meta-perception: reflexes and bodies as part of the interface,” Conference on Human Factors in Computing Systems 2008 (2008) 査読有

⑤ Takeshi Hasegawa, Naoko Ogawa, Hiromasa Oku and Masatoshi Ishikawa : A New Framework for Microrobotic Control of Motile Cells based on High-Speed Tracking and Focusing, 2008 IEEE ICRA 2008, Conference Proceedings, pp. 3964-3969 (2008) 査読有 (IEEE RAS Japan Chapter Young Award)

[その他]

① Alvaro Cassinelli, Daito Manabe, Yusaku Kuribara and Masatoshi Ishikawa : “scoreLight,” 第13回文化庁メディア芸術祭, 2010. (エンターテイメント部門 優秀賞) 審査有