

ビジョンチップの応用展開 Applications of Vision Chip

石川 正俊 (MASATOSHI ISHIKAWA)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授



研究の概要

本研究は、ビジョンチップあるいは高速画像処理技術をロボット分野以外にも幅広く展開し、革新的成果を産み出そうとするものである。特に①高速画像処理技術により瞬時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、②バイオ・医療分野を念頭に置き、顕微鏡画像から微小対象の高速制御を行う高速マイクロビジュアルフィードバックへの応用にする。

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：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. 研究開始当初の背景

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。

2. 研究の目的

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。

3. 研究の方法

高速ビジュアルインターフェイスは、高速ビジョンが持つ高速性・非接触性を利用して、人間の動きやしぐさ、表情等をリアルタイムかつ非侵襲に計測することで新たなマンマシンインターフェイスを研究する。高速マイクロビジュアルフィードバックはマイクロ世界で高速かつインテリジェントなビジョ

アルフィードバックを実現するために必要とされるアルゴリズム・制御理論を特に実用を目指す観点から研究する。

4. これまでの成果

(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。

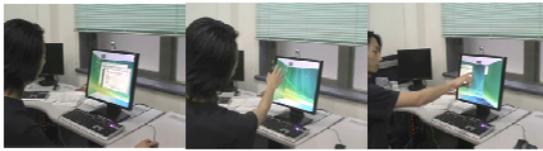
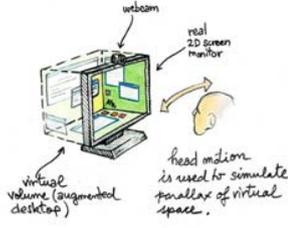
(2) Volume Slicing Display

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。下図にシステムの動作の様子を示す。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。



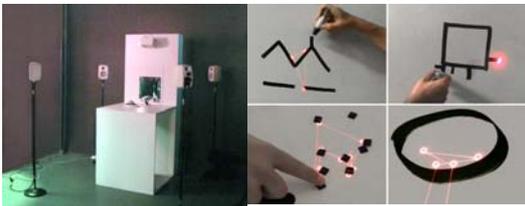
(3) Parallax Augmented Desktop

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、図のように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ョン

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。

5. 今後の計画

(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。

6. これまでの発表論文等

(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. (エンターテインメント部門 優秀賞受賞)

(2) Masatoshi Ishikawa: Vision Chip and Its applications to human interface, inspection, bio/medical industry, and robotics, ISSCC 2010 Forum on High Speed Image Sensor Technologies, Proceedings (2010)

(3) 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)

(4) Alvaro Cassinelli and Masatoshi Ishikawa: Volume Slicing Display, LAVAL VIRTUAL 2009, pp. 22-26 (2009) (Prix in the section Medicine and Health 受賞)

(5) 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ョ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)

(6) 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イ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)

(7) 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 International Conference on Robotics and Automation, Conference Proceedings, pp.3964-3969 (2008) (IEEE RAS Japan Chapter Young Award 受賞)

ホームページ等

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