

実体に基づいたプロアクティブ・ヒューマンインターフェイスに関する研究開発 (031410001)

Embodied Proactive Human Interface

長谷川 勉 九州大学 システム情報科学研究院
Tsutomu Hasegawa Kyushu University

谷口 倫一郎 迫江 博昭 倉爪 亮 菅沼 明 内田 誠一 村上 剛司 有田 大作 片山 喜規
Rinichiro Taniguchi Hiroaki Sadoe Ryo Kurazume Akira Suganuma Seiichi Uchida
Kouji Murakami Daisaku Arita Yoshinori Katayama
九州大学 システム情報科学研究院
Kyushu University

研究期間 平成 15 年度～平成 17 年度

概要

本研究はコンピュータシステムを通じた人間の活動を支援する新たなヒューマンインターフェース技術の確立を目標とする。特に“人間からの詳細なデマンドに寄らない新たな駆動原理（プロアクティブ技術）”に基づき“実体としてのロボット技術”を活用することで、人とコンピュータシステムに存在する垣根を低減化し、様々な人にとって自然で使いやすい枠組みの実現を目指す。本研究の主要開発要素技術を以下に示す。

1. 従来の仮想メディアに加えて物理的な実体を感じさせる情報提示技術の確立
2. ロボットなど実体との相互作用を基にした行動入力方式の確立
3. 操作者の意図を先読みし実体による再現に備える機構を、学習事例から自動的に構成する手法の確立

Abstract

This research is being conducted to develop a new human-friendly active interface based on two key technologies, an estimation mechanism of human intention for natural communication named "Proactive Interface", and a tangible device using robot technology. Main research topics includes 1) information presentation though not only virtual media but also embodied devices, 2) information acquisition based on interaction with embodied devices such as humanoid robots, and 3) estimation of user's intention based on a learning mechanism from observation of user's gestures.

1. まえがき

コンピュータの低価格化と高速なインターネットの整備に伴い、多くの個人的、社会的な活動がコンピュータを通して行えるようになってきている。しかし、現実にはデジタル・デバイドという言葉に象徴されるように、コンピュータシステムを使いこなせる人とそうでない人の間に格差が生じ始めている。このデジタル・デバイドの根底にある本質的な問題は、以下の2つに集約されると考えられる。

- コンピュータを通じた活動の多くはキーボードやディスプレイなどを通じた情報のやり取りであり、実世界で行われる自然な活動との乖離が起こっている。
- コンピュータシステムを通して活動を行うためには、どのような作業や処理を行うかの詳細なデマンドを人間がシステムに正確かつ陽に与えなければならない。

これらの問題に対処するため、本研究ではコンピュータと人間を結ぶ新たなヒューマンインターフェースの枠組みとして、「プロアクティブヒューマンインターフェース」を提案する。この研究の目的は、“人間からの詳細なデマンドに寄らない新たな駆動原理（プロアクティブ技術）”

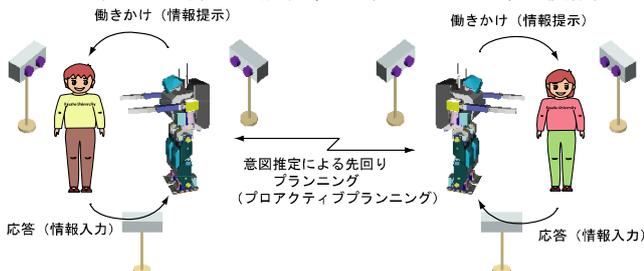


図1 プロアクティブ遠隔コミュニケーションシステム

に基づき、従来の仮想メディアだけではなく“実体としてのロボット技術”の活用することで、人とコンピュータシステムに存在する垣根を低減化し、様々な人にとって自然で使いやすいヒューマンインターフェースの枠組みを提供しようというものである。

提案するプロアクティブインターフェースの実現例を図1に示す。この例では、遠隔地にいる2人の人間がネットワークを介してコミュニケーションを行うとき、相手側のヒューマノイドロボットを自分の分身として使い、音声だけではなく、身振りや視線、表情なども伝送、再現することで、相手に自分の身体を意識させ、コミュニケーション能力を増強しようというものである。このとき、例えば話者の意図を先読みし、予測した意図情報を実際の行動が生じる前に相手方に伝えて次時刻での再現に備えることができれば、実体を通じたヒューマンインターフェースを遅れやギャップの少ないより自然な動きに近づけると考えられる。

2. 研究内容及び成果

2.1 研究内容

研究を効果的に推進するために、以下の3つの主要開発項目を設定した。

- プロアクティブ・ヒューマンインターフェースの提示技術：従来の仮想メディアに加えてヒューマノイドにより物理的な実体を感じさせる情報提示技術の確立を目指す。特に、プロアクティブな手法を用いて物理的な実体をストレスなく感じさせる技術の確立を目指す。
- プロアクティブ・ヒューマンインターフェース入力技術：ロボットなど実体との相互作用を基にした行動入力方式の確立を目指す。加えて触覚あるいは非接触行動に基づく空間認知について研究を行う。

●プロアクティブ・ヒューマンインターフェース学習高度化技術： 操作者の意図を先読みし実体による再現に備える機構を、学習事例から自動的に構成する手法を確立する。

2.2 研究成果

(1)提示技術： プロアクティブヒューマンインターフェースの具体例として、インターフェースの実体に人間型ヒューマノイドロボットを用いた双方向遠隔コミュニケーションシステムの開発を行い、ヒューマノイドロボット PICO-1、PICO-2、PICO-2K (図2)を開発した。



図2 左から PICO-1, PICO-2, PICO-2K

さらに、2足歩行動作を含む安定な全身運動を実現すべく、4足歩行ロボットの安定歩行計画手法として開発した「3D胴体揺動歩容方式」を2足歩行ロボットの制御問題に拡張した。加えて、安定重心軌道計画法やZMPヤコビを用いた多質点誤差補償法など安定歩行を実現するための運動制御手法を新たに開発した。

(2)入力技術： 画像解析技術を用いて実時間で人間の身体動作を計測する手法を開発した。基本的な考え方は、複雑な人間の動作情報(全身姿勢、手指形状など)を獲得するために多視点画像解析(具体的には8視点)とモデルベース解析を融合し、計算量の問題には必要に応じて並列処理を導入するというものである。図3に動作情報獲得のスナップショットを示す。

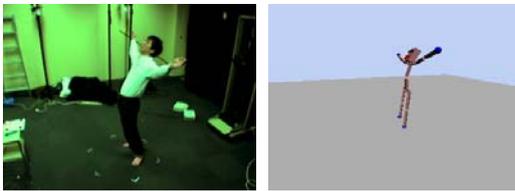


図3 全身動作情報の獲得

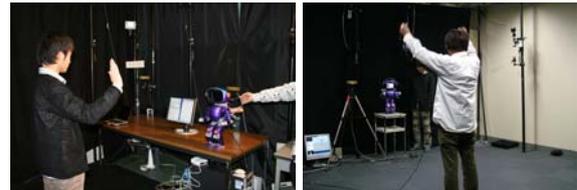
さらに、人間の行動意図に応じてプロアクティブ・ヒューマンインターフェースを駆動するため、MDL (Minimum Description Length)の考え方に基づき、観測した人間の動作情報から頻出する動作パターン(モーションプリミティブ、モチーフと呼ぶ)を自動的に抽出する手法について研究を進めた。

(3)学習高度化技術： 人間の行動意図に応じてプロアクティブ・ヒューマンインターフェースを駆動するための、ジェスチャの早期認識法を開発した。これは、人間の行動をその早期の段階で認識・同定する技術であり、人間の動作を先回りするインターフェース構築には必須のものである。さらにこれら早期認識ならびに動作予測に関して、それらの理論的限界についても検証した。その結果からプロアクティブインターフェース駆動に適したジェスチャのネットワークモデルを導き出すことに成功した。

(4)総合実験： 以上、本研究で開発したプロアクティブ・ヒューマンインターフェースの提示技術、入力技術、学習高度化技術をすべて統合した最終的な実験として、遠隔コミュニケーション実験を行なった。この実験系では、まず入力技術の項で述べた多視点画像解析による全身動作計測により、箱崎キャンパスにおける使用者の姿勢や動きを獲得する。次に、その姿勢・動きデータを、学習高度化技

術の項で述べた動作早期認識・予測手法に入力し、数フレーム後の予測姿勢を得る。この予測姿勢情報はプロアクティブ情報として別途取得された音声情報および顔画像情報と共に専用ネットワーク回線を介して筑紫キャンパスに伝送される。そして最終的に、提示技術の項で述べたPICO-2を、この予測姿勢により駆動する。

図4はその様子である。音声や顔画像に加え、ヒューマノイドという実体を持ったインターフェースによる動きを得ることで、相手のコミュニケーション意図をより強く感じられることが判明した。また、動作予測というプロアクティブ制御の導入により、双方向コミュニケーション時の動作再現の際の時間遅れがなくなり、円滑なコミュニケーションが可能になることがわかった。



箱崎キャンパス側

筑紫キャンパス側

図4 遠隔コミュニケーション実験

3. むすび

実体を伴い、かつ人間からの詳細なデマンドを必要としないインターフェースプロアクティブインターフェースの研究開発を行った。そして、意図の先読みに基づくユーザ支援技術により、不完全で部分的な操作指令からでもインタラクションが可能であることを実証した。開発された技術を応用することで、人間とコンピュータシステム間の垣根を取り除き、コンピュータシステムに馴染みのない、操作に不慣れな人でも抵抗が少なく情報化社会に参加できるシステムが実現できると期待される。

【誌上发表リスト】

- [1] R.Kurazume, H.Omasa, S.Uchida, R.Taniguchi, T.Hasegawa, "Embodied Proactive Human Interface "PICO-2"", Proc. Int. Conf. on Pattern Recognition, Accepted (2006年8月)
- [2] A.Mori, S.Uchida, R.Kurazume, R.Taniguchi, T.Hasegawa, and H.Sakoe, "Early recognition and prediction of gestures", Proc. Int. Conf. on Pattern Recognition, Accepted (2006年8月)
- [3] Y.Araki, D.Arita, R.Taniguchi, S.Uchida, R.Kurazume and T.Hasegawa, "Construction of symbolic representation from human motion information", 10th Int. Conf. on Knowledge-Based & Intelligent Information & Engineering Systems (KES2006) Accepted (2006年10月)

【受賞リスト】

- [1]長谷川勉, "日本機械学会ロボティクスメカトロニクス部門 功績賞", 2004年6月19日
- [2]上田恵, "火の国情報シンポジウム 2004 情報処理学会九州支部奨励賞", 2004年5月7日
- [3]岩下友美, "IEEE Robotics and Automation Society Japan Chapter Young Award", 2005年4月20日

【報道発表リスト】

- [1] "未来をつかめ!!最新ロボット大作戦", KBC九州朝日放送, 2005年3月5日

【ホームページによる情報提供】

<http://fortune.is.kyushu-u.ac.jp/~kurazume/scope/index.html>