

「人間を科学的に知り工学的に活用する」



研究室紹介

前田 太郎*

Scientific analysis and technological application of human

Key Words : human, interface, sensory motor, wearable, sensory illusion

1. はじめに

本講座では、生体としての人間の感覚・運動プロセスにおける情報処理・制御の仕組みを情報システム工学の立場から解明し、新しい情報処理パラダイムの構築と新しいインタフェースや情報機器、福祉機器の開発を行うとともに、先端的情報科学技術を応用して人間情報の計測に基づく生体システムのモデリングやシミュレーションを行い、人間情報工学・医用生体工学に関する教育と研究を行っています。本講座の研究テーマは、ヒトの特性を利用した情報科学・工学技術の研究(人間情報モデル、ヒューマンインタフェース、バーチャルリアリティ、福祉工学)であり、情報・センシング・コントロールの統合したシステムを取り扱っています。また、感覚・運動インタフェースや筋電義手の開発・制御のように、具体的な形で、ソフトウェア・ハードウェアの両面から“情報システム開発”と“ものづくり”に取り組んでいます。

主な研究テーマとしては以下のようなものがあります。

(1) 感覚・運動プロセスからの生体システムのモデリング、シミュレーションと制御

- ・パラサイトヒューマン技術を利用した人間情報モデルの研究
- ・錯覚現象を利用した感覚・運動インタフェースの

開発

- ・感覚情報伝達機能を備えたバイオミメティック筋電義手の開発
- (2) ヒューマンインタラクション・コンピューティング
- ・感覚重畳技術を用いた体験共有システムの開発
- ・皮膚電気刺激を用いた聴覚障害者のための音情報伝達システムの開発
- ・中高年福祉向けPC援用電子楽器の開発
- ・パーキンソン病の定量的診断支援システムの開発

本講座の教授である前田は2007年の2月にNTTコミュニケーション科学基礎研究所から着任したばかりですが、その専門は人の行動を支援する感覚・運動インタフェースへの応用を視点においた人間情報工学であり、同講座がそれまでに取り組んでいた筋電義手などを扱う医用工学とも近い技術分野であるために研究室の研究テーマは現在進行形で緩やかに変遷が進んでいます。今回は前田がNTT時代から継続的に研究を進めてきた阪大では新しい研究トピックについて紹介していきます。

2. 研究トピック

行動支援型ロボティクス・パラサイトヒューマン
近年、コンピュータの小型化・高機能化に伴ってウェアラブルコンピューティングの研究が開始されていますが、その目的意識はモバイルコンピューティングの発展系であり、通常のコンピュータ端末を身につけて持ち歩いている域を脱してはなりません。パラサイトヒューマン(PH)は、これらとは異なる立場をとるシステムで、人間自身の感覚・運動情報に介入することでより直観的に人間との間に共生関係を形成する新しいマンマシンシステムです。

PHはウェアラブルコンピューティングの技術を



*Taro MAEDA

1965年2月生
東京大学・工学部・計数工学科
(1987年修了)
現在、大阪大学 大学院 情報科学研究科
教授、工学博士、人間情報工学
TEL: 06-6879-7830
FAX: 06-6879-7832
E-mail: t_maeda@ist.osaka-u.ac.jp

用いて製作されます。装着者に着込まれる形で装着されるその感覚系は運動覚・視覚・聴覚・触覚など、人間のサブセットとなる知覚情報を人間と同様のやり方で外界情報を獲得し、自ら動くことが出来ない代わりに人間に装着されて行動してもらうことでその入出力関係を記録・学習します。この活動記録に適応した入力・行動要求をもって、「人馬一体」ならぬ「人口ポ一体」の状態であり、装着者の行動を支援・補完する一種の共生関係を作り出します。これは両者が協調して新しい一つの活動体になるように作用するシステムです。

用いている実装技術・センサ技術といった各要素技術自体は既存の普及技術であり、その構成自体はシンプルなものです。同装置の狙いは人間と同次元・同スケールのセンサと効果器を持って人間と共に活動することで得られる同一活動・同一視点からの情報を統合して人間の情報処理上の行動原理の第一次近似としてのモデルを得ることであり、人間の行動解析においてシミュレーションや特定局面での一時的な行動記録では特定しにくい複雑度を持った取得情報や対応する行動を同一視点で常時計測し続けることで、人間の身体的な構造に起因するスキルや行動ロジックを解析する一助とするものです。



図1 行動支援型ウェアラブルインタフェース・パラサイトヒューマン

さらに同技術による人間行動の記録・解析と、行動原理のモデル化及びこれらの感覚情報を装着者から装着者へ伝送して共有する五感情報伝送技術など新しいマンマシンインタフェース技術としての応用を目的とした研究を進めています。また、こうした装着型の感覚提示デバイスにおいて人間の錯覚をうまく利用することで物理定期的な制約を超えた新しいヒューマンインタフェースを設計する研究を進めています。

平衡感覚における錯覚インタフェース

ウェアラブルコンピューティングにおける情報提示装置として、視覚や聴覚に対する情報提示デバイスが多く用いられてきましたが、新たなモダリティへの情報提示として、耳の後ろに微弱な電流を加えることによる、人間の前庭感覚への刺激（Galvanic Vestibular Stimulation, GVS）を利用した、人間の平衡感覚に対して働きかけるインタフェース(図2)を提案してきました。人間は、前庭感覚に変化が生ずると不随意的に体の重心バランスを制御する前庭系 - 前庭小脳 - 脊椎のループが活動し、体の重心を一定に保つように立て直そうと足が自然にバランスを取る方向に出されます。したがって、歩行中に前庭感覚を変化させることによってバランスを補正する動作を行うため、この不随意的な動作を利用すれば方向の誘導が可能であると考えられます。



図2 GVS：前庭感覚刺激を用いたインタフェース

皮膚感覚における錯覚インタフェース

人間はなぞり動作を行うことで指先よりも広い領域の空間情報を獲得しています。なぞりによって物体幅を知覚する場合には、物体の一方のエッジからもう一方のエッジまで指の移動量が重要な情報として利用されていますが、一方でなぞり動作を始める前になぞりの対象が静止しているという前提条件で

は、なぞり動作中对象が移動したとしても、指腹の皮膚受容器からの刺激だけではなぞり対象の運動を知る手がかりになりません。指の移動中に接触対象も移動させると、指がもう一方のエッジに到達するまでの指の移動距離が変化し、知覚される幅が広く或いは狭く知覚されるという触覚の錯覚現象を利用することによって、任意の幅の提示が可能であることを実験により示しました(図3)。



図3 Embossed Touch : なぞり錯触



図4 Smart Finger : なぞりテクスチャ錯覚

もう一つのなぞり動作時の錯覚を利用したインタフェースとして Smart Finger というデバイスがあります(図4)。これは爪の上にセンサとパイプレータを載せたデバイスで、爪の色から指が対象物に接触しているか、どれくらいの向きと力で押さえているかを計測して、指前方の対象表面の明暗と合わせてパイプレータを駆動します。このように爪の上でパイプレータが振動すると、指が中空にある時や指を動かしていないときにはそのまま爪の振動であると認識されますが、指でなぞり動作をしている最中の振動は対象物表面の凹凸であると錯覚します。この錯覚を利用して、平らな平面上に任意の凹凸パターンを表示したり、印刷された明暗情報を凹凸情報

として視覚障害者の人に提示できないだろうかという研究を進めています。

力感覚における錯覚インタフェース

従来の力感覚インタフェースは支点が必要でした。そのためモバイル機器で手応えを提示するには単発のトルクのみにとどまっていた。我々は人間の知覚の非線形性を利用して、牽引力を錯覚させる手法を提案・開発しました。その手法はある分銅に対して往路ではパルス状の急峻な加速度を短時間、復路では緩やかに復帰する加速度を長時間という組み合わせで周期的な並進運動を行わせます。この運動自体は物理的に閉じていますが、人間の知覚特性で急峻な加速度を強く感じ、緩やかな加速度をあまり知覚できないために、結果としてどちらか一方に引っ張られているような錯覚現象を生じさせます。この錯覚を効果的に生じさせる提示装置の開発と評価について研究が進められています(図5)。



図5 ぶるなび : 牽引力錯覚インタフェース

3. おわりに

ご紹介してきましたように本講座の研究テーマは新しい感覚提示インタフェースの開発を通して人間の感覚運動メカニズムに迫るという少々毛色の変わったアプローチをとっています。それだけに着任当初はこうした研究方針を学生さん達にどうやって直観的に伝えようかと思案して、マニフェストを作りました。これを記しておくことで最後の言葉に代えたいと思います。

前田研マニフェスト

- ・「あっ!」と言わせる研究をします。

我々は感覚・運動系の研究をします。やる以

- 上, 体験者に感動と驚きを伝えます。
- ・ SFを馬鹿にしません。リスペクトします。
夢と具体性のある研究テーマを、互いに刺激しあえる成果と目標を掲げます。
- ・ 人間を徹底的に追求します。
人間を科学的に解析して工学的に活用すること

を旨とします。その中で常に人間が機能している系(システム)の科学的・工学的探求。それが研究対象であり研究目的です。

「真っ先に自分のからだで成果を実感できる研究。それが人間情報工学の特権です」

