

● 研究室紹介



大阪大学

大学院情報科学研究科
バイオ情報工学専攻
人間情報工学講座

前田研究室

前田太郎・安藤英由樹

1. はじめに

本講座の研究テーマはサイバネティクスの父・N. Wiener の「人間機械論」の考え方を基本として、ヒトを科学的に解析して工学的に活用することにあります。このために心理物理的・生体情動的なヒトの計測、計算論的なヒューマンモデルを活用してバーチャルリアリティに代表される身体性を活用した感覚-運動インタフェースの研究を行っています。特に錯覚を利用した感覚-運動インタフェースを用いてウェアラブルな行動支援技術としての「パラサイトヒューマン」を提唱・開発しており、装着者間で五感情報伝送によって体験の共有を行う行動支援手法などを開発しています。

2. 錯覚利用インタフェース

元来、VR における感覚提示には様々な錯覚が利用されています。利用する錯覚現象を視覚や聴覚以外の五感にも広げることによってヒトの捉える体験全体を伝送することを目指しています。

2.1 前庭電気刺激を用いた行動誘導支援

耳の近辺から微弱な電流を流すことによって、ヒトの平衡感覚には加速度の錯覚が生じます。この錯覚が元々の重力と合成された結果として自然と姿勢が陽極側に誘導されます。特に歩行中にはこの効果が顕著であり、歩行の方向を誘導することも可能です。これをレーダセンサなどと組み合わせてインタフェースとして利用すれば、歩きスマホをしている人が衝突することを回避させたり、背後から接近する車を避けたりといった衝突回避にも応用できると考えられています。さらには VR においてモーションライドなどの加速度提示を電極だけで実現することが出来れば装置の小型化低コスト化にも繋がります。この実現のために本研究室では 4 つの電極を用いた新しい電気刺激手法を用いて左右、前後、回転方向

の姿勢 3 自由度に対応した前庭電気刺激を実現し、全方向への姿勢誘導を研究しています。

2.2 錯覚を用いて存在感やなぞり感覚の生成・伝送

VR における触覚や力覚の再現には実際に力を再現できるロボット技術が多く用いられていますが、力点としてロボットをどこか外部に固定しなければならず、利用者の行動を制限することになってしまいます。「物理的には生じていない力」を錯覚によって提示することでヒトの行動を妨げない完全にウェアラブルな提示を実現することができます。この手法として「加速度の周期性に偏りを持った振動」による疑似牽引力の提示デバイスや「体性感覚と視覚上の運動の不一致」などを用いたマルチモーダルな疑似力覚の提示手法などの研究に取り組んでいます。

3. ヒトの能力を拡張するインタフェース

錯覚を利用することでヒトの行動を物理的に妨げることなくヒトの行動を誘導することができるようになります。この技術を用いて言語やシンボルなどの意識的な解釈を介さずに直観的にヒトの行動を支援する技術を構築することができます。これはヒトの能力を拡張するインタフェースとして機能します。

3.1 パラサイトヒューマン

ヒトは感覚から情報を取り込み、身体を介した運動としてその意図を出力する存在です。この感覚と運動を共有する存在はそのヒトの分身であるとも言えます。ウェアラブル技術を用いてヒトと一体化することで装着者の感覚-運動体験を共有する疑似ヒューマノイドとして構成されたのがパラサイトヒューマン (PH) です。視覚・聴覚はもとより、平衡感覚、触覚、力覚にいたるまでの五感を計測・記録・再生することで、体験の電子化/情報化を行い装着者の行動を支援します。

PH では前述した前庭電気刺激のように、感覚を再現提示する際に錯覚を介した行動誘導を行うことで、物理的な強制力を用いない自然な行動支援技術を実現しています。

3.2 五感伝送によるスキル伝達と遠隔協調作業

PH を装着した2人が互いのPHを介して五感を伝送することで体験を共有し、協調的に相手と同一動作をすることで一方から他方へと行動を伝達する「ヒトからヒトへのテレグジスタンス」である五感伝送技術を開発しています。テレグジスタンスの場合と同様に、ヒトの行動とそのときの視界とは密接にしているため、視界の共有によって熟練者特有の頭部や視線の向き、手などの動作やタイミングといった言語化が困難な技能＝スキルを、即時的に伝達することが可能となります。この手法によって実際に救急時の心肺蘇生法や中国ゴマなど映像や口頭だけでは伝達困難なスキルを伝達できることが確認されています。現在はこの技術を応用した腹腔鏡術技のトレーニングシステムについて京大付属病院の坂井教授との間で共同プロジェクトが行われています。

3.3 ヒトの意図を推定して操縦する「つもり」制御

多自由度のロボットを自在に操る操縦法としてテレグジスタンスが挙げられます。しかし追従性が不足する汎用ロボットであっても、その動きが概ね操縦者の意図を反映していれば、操縦者はあたかも自分の思い通りに動かしていると錯覚します。感覚運動信号の正確な一致ではなく、意図レベルでの一致を実現するために、自律動作中のロボットの行動分節に対応して「自分で操縦しているつもり」の操縦者の直観的な身体応答を計測して機械学習することで、操縦時の意図を推定する制御器を実現します。これは脳波や筋電の代わりに身体運動の意識下応答を生体情報として用いたブレインコンピュータインタフェース (BCI) の一種と考えることが出来ますが、1.6秒以内に128種類の分節を70%の正答率で入力可能なBCIは他に類を見ません。

3.4 拡張テレグジスタンス

テレグジスタンスの利点は操縦者の直観的な行動スキルの活用にあります。このため身体性の異なる制御対象、スケールの異なる小型/巨大ロボットや、腕が3本以上あるような根本的に構造の異なるロボットへの適用は困難でした。これはみかけの物理常数や自由度数の違いが身体性を基にしたヒトの行動結果予測を崩してしまうためです。そこでこれらの違いを補償するように変換した感覚フィードバックを行うことによってこれらの条件下でも等価的に身体性スキルを活かせるようにする拡張テレグジスタンス技術に取り組んでいます。



図1 人間情報工学講座の研究テーマ
(口絵にカラー版掲載)

4. おわりに

- 「動くものにはしくみがある」
- 「しくみが解ればものは作れる」
- 「解るってことは作れるってこと」
- 「でもヒトはまだ作れない」
- 「だったらヒトを解らなきゃ」

これが人間情報工学の根幹です。ヒトを調べて理解できれば最終的には工学的にヒトを作れるはず。この観点から本研究室は脳情報通信融合研究センター (CiNet) との共同研究を展開し、インタフェース工学、心理物理学、ブレインサイエンスにわたる学際研究を行っています。ヒトを理解しヒトを作りたいと思う人々と分野の壁を越えて協力していければと思います。

【連絡先】

大阪大学 大学院情報科学研究科
 バイオ情報工学専攻 人間情報工学講座
 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1-4
 脳情報通信融合研究センター 3A1
 Tel: 06-6879-7830
 E-Mail: t_maeda@ist.osaka-u.ac.jp
 http://www-hiel.ist.osaka-u.ac.jp