

プログラム名：脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

PM名：山川義徳

プロジェクト名：脳ロボティクス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

運動対話活性化ロボット

研究開発機関名：

情報通信研究機構

研究開発責任者

山本知幸

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

[目標]運動の上達を促進し、運動技能に関わる脳機能を活性化する技術の開発を目指す。ウェアラブルロボットシステムと脳機能分析システムの研究開発により、それらを統合した身体技能のトレーニングシステムの構築を目指す。

[計画] ユーザーの運動を分析し、効果的に教示を行うことで運動技能の向上を促すシステムを開発する。運動の種目はゴルフのパッティングとし、ウェアラブルモーションセンサーシステムを用いてプロフェッショナルプレイヤーの技能を分析し、技能のレベルを判別する基準を設計する。脳波計測から運動をイメージしている状態を抽出し、その間に力覚フィードバックにより運動を教示する。力覚フィードバック装置の開発も並行して行う。さらに運動の自己評価とフィードバックの有無による事象関連電位から、フィードバックを与える判断基準をチューニングして効率的な技能向上を促す。これらの要素を統合してトレーニングシステムのプロトタイプを開発する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

運動計測に関してはプロゴルファー3名を含む6名のパッティング動作の技能を分析した(結果は下記)。この結果をまとめて論文を投稿した。

脳計測に関しては、計測した脳波(EEG)から運動をイメージしている状態を抽出する部分は森本グループの担当とした。予備実験として、森本グループで運動イメージの検出を行う実験を行い、70%程度の確率で検出を行うことができた。当グループはEEGから事象関連電位を取り出すことで、ユーザーの持つ主観的な「成功・失敗」のイメージとシステムで分析した客観的な判定のミスマッチを検出する部分を開発することとした。判定基準のパラメーターを変更してユーザーのイメージに近づけることでユーザーにストレスを感じさせずにトレーニングを継続させることが目的である。このためにPolymate Miniを用いて予備実験を行った。

フィードバックに関しては、リアクションホイールとバイブレーターを組み合わせたものを開発した。力覚を通じて運動を改善すべき箇所をユーザーに指摘することで教示を行うものである。運動分析実験結果からもアマチュア以下の技能レベルでは、複数の箇所に誤り(プロとの差異)が現れる。これを同時に指摘すると、複数箇所を同時に改善するのは困難なために混乱が生じる。これを防ぐため、優先順位を決めて、重心に近い部位から順に指摘を行うこととした。

また、予備実験段階ではバイブレーターのみ用いたが、単純に振動を行うだけではユーザーの注意を引きづらいことがわかった。そのため、よりユーザーが意識しやすい振動パターンの作成のために信号入出力ボードを用いて様々な出力パターンを生成した。

また、肢体の先端部に近いほうへのフィードバックを行うためにはバイブレーターよりも軽量の刺激提示装置が必要となる。そのため、刺激提示部が軽量で済む電気刺激装置を用いて代用可能性を調べるために予備実験を行った。

2-2 成果

学術的な成果としては、運動分析に関して論文投稿を行った。運動分析に関しては、6名(プロ3名、うちツアープロ1名、アマチュアプレイヤー2名、未経験者1名)のパッティング動作を計測した。上述のセンサーシステムを使用し、練習用パターマットで各被験者30回パッティング動作を全身18点、ゴルフクラブ2点の20点を100Hzで同期計測した。各被験者において被験者内での差異は小さかったが、被験者間の差異は大きく、以下に挙げるプロとアマチュアの差異を見出すことができた。論文を投稿中のため詳細なデータの掲載は割愛するが、要点は以下のとおりである。

A) 上半身・体幹

プロでは上半身の加速が打撃まで続き、最高速は打撃後に現れる場合がある。アマチュアでは体幹の下部から順に速度ピークが現れ、打撃前に手のピークが現れることがある。これは、運動量を脚から重心を経て体幹、腕と伝達するイメージと合致するが、運動に関するタイミングの取り方が大きく異なるものと考えられる。

アマチュアでは腰部と腹部、胸部が同じ角速度で回転している場合が多い。これは、おもに脚を使って回転しているものと考えられる。特にプロでは脚部の回転がほとんど見られないので、脚で回転を加速するのと比べ、体幹部で回転を加速する場合、足の踏ん張りが逆方向になることなどが考えられる。

B) 手

プロではクラブと手の角速度の差が小さい。アマチュアでは手先で加速しているが、手首でスナップを効かせる、というイメージは本来力を抜くという方法を教示するはずが、無意識的にも力を入れることになっているのではないかと推測される。

C) クラブ

プロでは打撃速度が低い傾向にある。またクラブに現れる振動が小さい。後者はこの原因の解明を行うため、様々な条件での測定を行い、検証を試みたが、これをもたらす原因を特定することができなかった。単純にゆるく握るというようなものではなく、打撃付近で精密な制御があるものと推測される。打撃的な接触に関わる研究例は少なく、研削作業におけるスキルなど、様々な方面への展開が期待できる。

2-3 新たな課題など

アマチュアのユーザーがトレーニングシステムを試した場合、全て成功と判断されることはなく、常に間違いと判断されるため、どこを直していいのか迷ってしまうことがあった。力覚提示をより明確に行う方策を検討する余地がある。

機器開発上では、センサー・力覚提示デバイスなど装着するデバイスの数が増えたためにアタッチメントの問題が表面化した。衣類と一体化したウェアラブルな形態が望まれる。

プロの技能の分析にはさらにセンサーが必要ということがわかった。手の圧力センサーと足裏に6軸の力センサーをつけることが望ましい。

3. アウトリーチ活動報告

アウトリーチ活動なし。