

生体信号を利用したゲーム

中條 明彦 柳原 圭輔 長澤 卓也 西大輔 佐藤 匠
成田 裕志 藤川 明子 櫻沢 繁 塚原 保夫 松原 仁
(公立はこだて未来大学 システム情報科学部)

1. はじめに

生体信号を人間と機械とのインターフェイスに利用することで、一部の身体機能を失った障害者の生活支援機器や、心の中で思考するだけで制御可能なシステムなどが研究されている。このような「人間と機械が関係する際のインターフェイス」には、完全な可制御性が大きな価値として求められている。しかし、生体信号は人間の無意識な身体機能を反映していること、また個人差が大きいことなどから、意思による機器制御に際して度々障害をもたらす。

一方で、人と人とのコミュニケーションにおいては、可制御性の高いインターフェイスを導入することは相手に不快感を与えるばかりであり、むしろそこに求められるのは、一方が他方を制御することではなく、相互の同期である。

そこで我々は、生体信号の制御不可能な特徴を逆に利用し、人間と機械の関係に相互同期が要求されるインターフェイスを構成することによって、人間と機械の双方が能動的に関わるシステムを構築できないかと考えている。

我々はこれまでにコンピュータゲームを題材としてその問題に取り組み、皮膚表面抵抗の変動からゲームプレイヤーの動揺を検知し、動揺しているときには敵を増やし、さらにプレイヤーの動揺を促すという「動揺の悪循環」を構成したゲームシステムを提案した。これによって我々は、そのシステムにおける制御不可能な生体信号が、様々な新しいコミュニケーションを生み出し、そこからエンタテインメント性が発揮されることを指摘してきた[1]。

この研究に続き今回は、「ゲームは通常使い慣れている手足でコントロールする」という概念を塗り替え、日ごろ認知したことのない「筋電位」と「脈波」でコントロールするというゲームシステムを試作した。その結果、日ごろ意識したことのない制御しきれない身体の一部を新たに認識し、それを使えるようにしてゆく面白さを体験できるシステムができた。

今回はこれについて、デモンストレーションを交えて報告する。

2. システム構成

プレイヤーの筋電位は、前腕腹側の筋細胞群の両端に対応した皮膚表面上 2ヶ所（両腕合計 4ヶ所）に、脳波測定用 Ag-AgCl 皿電極（日本光電）を脳波測定用ペースト（日本光電）を介して貼り付け、筋収縮時の筋両端に生ずる微弱な電位差を図 1 に示す回路で増幅することで測定した。この回路には商用電源由来の 50Hz のツイン T ノッチフィルタ、3Hz の 1 次ハイパスフィルタと 1000Hz の 8 次連立チェビシェフのアンチエイリアスフィルタを含めた。また手首の腱に電極を貼り、回路のアースと接続した。

脈波は、耳たぶを透過した赤外線発光ダイオードの光をフォトダイオードで検知し、耳たぶ毛細血管の血流に対応した電流信号を取得し、それを自作の増幅器で増幅することで測定した。

増幅された筋電位および脈波のアナログ信号は、PIC により A/D 変換し PC に取り込んだ。

ゲームは C++ 言語により 5 種類作成した。脈の速度の情報がゲーム内容に反映され、プレイヤーは PC の画面を見ながら、両腕の筋肉の筋電位で左右とその運動量をコントロールできるように構成した。

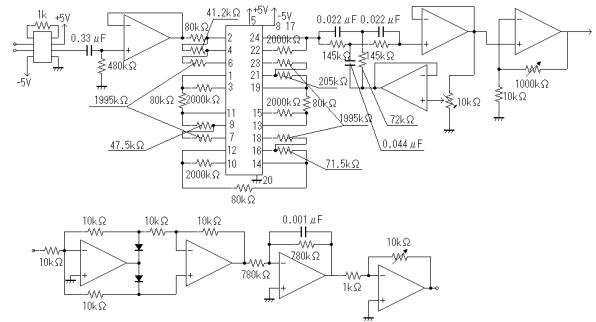


図 1. 筋電図測定回路図

3. ゲームの内容

3.1 The ホッケー

これはゲームセンターにあるエアホッケーを参考にしたゲーム（図 2）で、コート壁を跳ね返りながら移動する玉を、左右の腕の筋電位により移動できるバーによって打ち返し、自分のゴールを守りつつ相手のゴールに入れることで得点する。ただし、心拍により打ち返す玉の速度が変化する。一定時間内の得点で勝敗を決定する。

The Games Using Biological Signals:

Akihiko Nakajo, Keisuke Yanagihara, Takuya Nagasawa,
Daisuke Nishi, Takumi Sato, Hiroshi Narita, Akiko
Fujikawa, Shigeru Sakurazawa, Yasuo Tsukahara,
Hitoshi Matsubara; *FUTURE UNIVERSITY-HAKODATE*
School of System Information Science

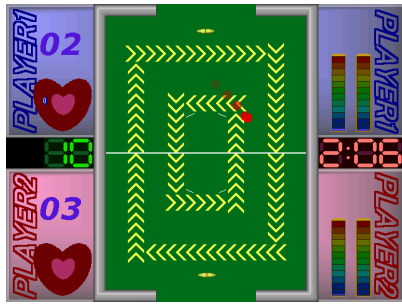


図 2. The ホッケー

3.2 アイテムキャッチャー

落ちてくるアイテムに点数がつけられており、規定時間内に拾ったアイテムの数で勝敗を決めるゲームである (図 3)。アイテムをキャッチするキャラクターは両腕の筋電位によって左右に動く。



図 3. アイテムキャッチャー

3.3 ぶろっくくずし

フィールド内をバウンドしながら移動する玉を左右に移動するバーで打ち返し、その玉でブロックを壊すゲームである (図 4)。ブロックを壊したプレイヤーは得点し、時間切れまたは全てのブロックを壊した際の得点で勝敗を決定する。バーの操作は筋電位により行い、心拍数がアイテムの効果時間に影響する。



図 4. ぶろっくくずし

3.4 Virtual Dancer

下からスクロールしてくる矢印が赤いゾーンに差し掛かったときに合わせて、タイミングよく左右の腕に力を入れることで、ダンサーを躍らせる (図 5)。その筋電位の発生するタイミングにより得点が左右され、勝敗が決定される。また脈拍が速くなるほどタイミングの判定が甘くなる。

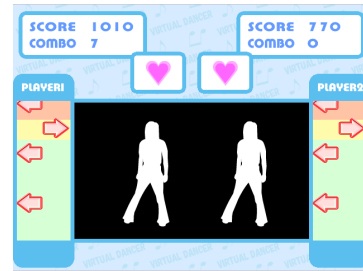


図 5. Virtual Dancer

3.5 The Tank!!

自動で弾を打つ戦車を左右の腕の筋電位で操縦して相手を攻撃し、相手のポイントを 0 にすることで勝利する 3D ゲームである (図 6)。左右の筋電位の大きさが、それぞれのキャタピラの移動量に対応しており、弾は脈拍数によって発射速度が増減する。

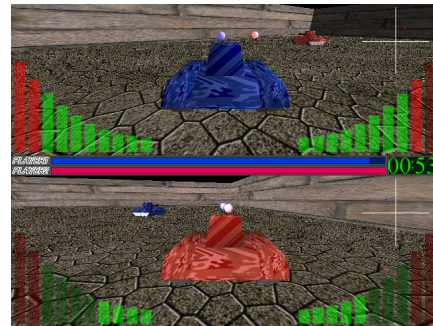


図 6. The Tank!!

4. 結果と考察

アンケートの結果、「これら生体信号を利用したゲームは面白い」との回答を多数得ることができた。

その理由として、筋電位という自分自身の生体信号の新たな認識と、これまで意識しなかったものを意識的にコントロールする時の制御不可能性に由来するものと考えられる。

また、筋電位を出すために腕を大きく動かすことから、身体を動かす楽しみがストレス発散などの効果を出していると考えられる。

更に、対戦しているプレイヤー達の筋電位を出そうとする動作は、非常に滑稽な動作に見え、第三者として観戦している者も同時に楽しめた。

生体信号をエンタテインメントに利用することを考えたとき、その可制御性を追及するばかりではなく、逆に制御不可能性を積極的に利用することで機械との新しい関わり方を追求できる可能性があると考えられる。

参考文献

[1] 櫻沢 繁, 吉田 直史, 棟方 渚, 塚原 保夫, 松原 仁: WISS2003 論文集 p.1-4, 2003