



## ゲームプレイヤーの心理的・知能科学的なオンライン総合解析システム(Engagement System)の作成とその試行実験

神奈川工科大学 工学研究科

客員教授 中嶋 正之

### 1. はじめに

本研究の目的は、各種のゲームに対して、プレイヤーの喜怒哀楽などの心理状況の適切な把握のための、知能科学的な計測解析、身体情報の信号解析、などを駆使したオンライン総合解析システム(Engagement System)の作成とその試行実験を行うことである。本報告においては、2年間の期間において、ゲームプレイヤーの心理状況の把握のための各種ツールとしては、体温と湿度、脈拍、脈波、運動強度、脳皮状況把握のためのEEG信号、アイトラッカを検出装置として利用した結果の概要について報告する。

### 2. 本システムで利用した各種の生体情報検出装置と実施方法

本研究では、個別の身体情報検出装置により多少異なるが、主にゲームデザイン学科の学生、教官など10人を対象として実験を行った。また実験には、頭脳のみを駆使する知能ゲームとしてMindMath、そしてある程度の身体動作を必要とするルービックキューブ、そして敏速な動作を要求するシューティングゲームなどを行ってもらった。なお今回の施行実験においてゲームプレイ時間は、5分間とした。

### 3. 体温ならびに湿度の計測と実験結果

ゲームプレイヤーの身体情報解析として、当初、体温や湿度はゲームプレイヤーの身体情報として意味はないのではないかと懸念していた。しかし、実際には、そのゲーム内容にもよるが、0.1℃の精度で計測してみると、プレイヤーの心理状況に応じて、ある程度の変化が観測され、プレイヤーの身体情報としても有効であることが明らかとなった。尚、体温は、20秒ごとの変化を計測した。

#### 1) 頭脳ゲームの結果

合計50回の計測を行った結果、年齢に関係なく、スコアを高めたいと集中してゲームした場合は、0.1℃から0.2℃の体温変化がみられたが、間違えないように冷静にゲームを進行した場合は、ほとんど体温の変化がみられなかった。尚ゲーム中における、0.1℃の変化は、通常2から3回であった。

#### 2) ルービックキューブの場合

結論としては、頭脳ゲームより平均の体温上昇はみられた。ルービックキューブは、慣れにより、個人差が大きく、どのように回転してよいか迷った場合は、余り体温の変化がみられず、ある程度、解法を知っている場合は、高速で回転させ、頭脳ゲームと同程度の0.1から0.2℃の体温変化が見られた。そしてファイティングゲームの場合、最も大きな体温変化はストリートファイトのゲームを行った場合であった。

#### 3) 湿度の変化

ゲームプレイに熱中して汗をかくこともあり、湿度が変化することが予想され、計測することにした。しかし実際には、脇の下での湿度の検出では、変化はするがその変化に対する統一性が見られなかった。しかし、今回の実験から湿度もプレイ中に変化が観測されたので、重要な身体情報であると確信し今後も湿度の計測実験を続行していく予定である。

### 4. 脈拍数の利用

心臓は、安静時の場合、1分間におよそ50回~100回程度収縮と拡張を繰り返し、血液は全身にくまなく送り届けられる。そして全身の動脈に脈動(脈拍)が生じる。本研究では、秒単位での脈拍測定が行え、かつゲーム中において活発に腕を動かす動作が伴うので、その際にも確実に装着可能な方式として、人指し指の根元にしっかりと装着可能な、NISSEI PULNEO HR-70を使用した。特にHR-70は、信号処理を行うコンピュータとの親和性が良く、設定した時間ごとの脈拍を長時間記録し、コンピュータへUSB経由で、データ転送可能となり、データを一括管理可能となっている。

ゲーム中における脈拍変化の計測の試行実験の結果、年齢差により多少変化はあるが、ゲームに集中できる男性においては、ゲーム進行に従い、脈拍数において、平均4.5回の大きな変化があることが明らかとなった。結論として、脈拍とゲームとの関係であるが、ゲームの内容に関わらず、ゲームに熱中することにより、ゲームの進行に従い、脈拍数の変化を観測することができた。

### 5 身体運動強度との関係

脈拍計測システムHR-70には、脈拍のみならず身体

情報としても有効な運動強度が計測可能である。運動強度とは、安静時の脈拍数を0%、最大脈拍数を100%と設定して、安静時脈拍数と最大脈拍数の差（予備脈拍数）を用いて計算され身体に与える影響であり、個人差が考慮されないため、より有効な身体情報として利用できる。試行実験の結果、明瞭にゲームプレイ中に身体へ与えるストレスを計測することができた。詳しい結果は紙面の都合上割愛する。

## 6. 脈波形の利用

脈拍数そのものよりも血流の流れの波形、即ち脈波形に多くの情報が含まれていると言われている。即ち脈波形は中枢から末梢にいたる血管動態に関する多くの情報を含んでおり、心臓から送り出された血流が波動として末梢に伝達されると、心拍動、血行動態、細動脈系の性状変化など生理的条件によって脈の波形に影響を受け、波形のゆがみが生じる。そこで脈波形の微細な変化を利用して、自律神経の活性度、および交感神経、副交感神経の均衡状態の分析が行える。本研究では、脈波解析システム Body-Checker を使用して、波形のスペクトル情報から自律神経の情報を、そして加速度別脈波（APG）からストレス情報を収集し、プレイヤに与える、自律神経（交感神経と副交感神経）についての計測実験を行った。その結果として、

交感神経優位 : 15 例

副交感神経優位 : 13 例

となった。予想としては、ゲームで興奮するので、交感神経優位が圧倒的多数を占めると考えたが副交感神経優位のケースも少なくなかった。一方、肉体的ストレスと精神的ストレスの結果は以下となった。

肉体的ストレスが高い : 8 例

精神的ストレスが高い : 7 例

ストレスの変化なし : 14 例

結論としては、ストレスを感じるのは、ゲームの内容よりもむしろプレイヤのゲームに対する適応能力に強く依存することが明らかとなった。

## 7. プレイヤの視点追跡 (Eye-tracking)

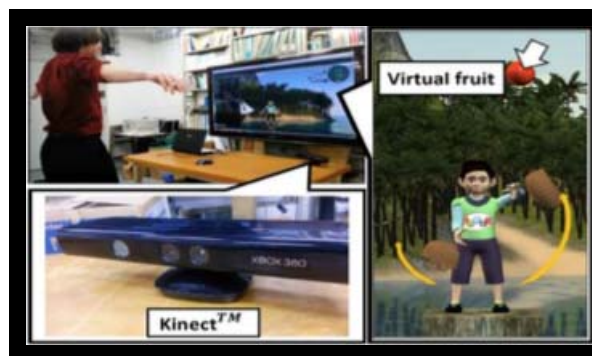
我々の研究室では、Tobii 社のアイトラッキングシステム X2-30 を利用した視線の動きの検出を対象に以下のような様々な実験を行ってきている。

### 1) ヒートマップの作成

エンゲージメントシステムとの関係では、ゲーム中のプレイヤの視線の動きからヒートマップを作成し、ゲームの最中にユーザがどこに関心を持っているかの抽出を行っている。即ちこのヒートマップからゲームの評価への利用を検討している。

### 2) リハビリテーション用エンゲージメントシステム

Tobii の X2-30 アイトラッカーシステムを利用したエンゲージメントの研究として、脳性小児麻痺患者(CP)を対象とした VR ゲームを活用したリハビリシステムの開発に取り組んでいる。作成したシステムは、アバターの手を制御することにより、画面上の様々な方向から到来する仮想果物をキャッチすることを要請し、プレイヤは、Kinect のセンサーの前に手を移動し、30FPS でシステムへのモーションデータの取り込みを行っている（下図参照）。結論としては、プレイヤがエンゲージメントすれば、飛翔物と手先の距離は短くなると予想される。そしてゲームの難易度に応じて彼らの腕の動かし方や主観的な負荷の変化が観察でき、リハビリテーション効果の向上が計られることになる。



## 8. 脳派信号 EEG-Headset の活用

当初、ゲームの身体計測において生体信号として脳派信号が重要な情報と考え、広く利用されている"EOC Neuroheadset"、そして SDK は無論のこと、多くのソフトが開発され、最近、世界中に多くのユーザが情報交換を行っている NeuroSky 社の MYNDPLAY を購入し、ゲーム中の EEG 計測を試みた。しかし、今回は各種の事情により簡単な予備実験のみで本格的なエンゲージメントシステムへの適用を行わないことに決定した。

## 9. おわりに

以上報告したように、今回のテーマであるゲームを対象としたエンゲージメントシステムの設計ならびに実験に関してはある程度の成果は得られたと確信している。詳しくは、9月の研究発表会で報告したい。

最後に中山隼雄科学技術文化財団には研究助成を頂き、本助成が本研究プロジェクトの進展に多大な寄与となり、心より感謝したい。