



# ユーザの深呼吸の状態を計測するデバイスの提案 ～キャラクタ操作としての応用～

Proposal for a device of measuring the user's deep breathing state  
- Application to character controller-

羽田 晶一<sup>1)</sup>, 堀越 力<sup>2)</sup>

Shoichi Hada, Tsutomu Horikoshi

1) 湘南工科大学 工学研究科 電気電子情報工学専攻

(〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25, [24T2006@sit.shonan-it.ac.jp](mailto:24T2006@sit.shonan-it.ac.jp))

2) 湘南工科大学 工学研究科 電気電子情報工学専攻

(〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25, [horikoshi@info.shonan-it.ac.jp](mailto:horikoshi@info.shonan-it.ac.jp))

概要：本研究では実際の深呼吸の動作を使ったアクションゲームを提案する。リュックサックの両方の肩ベルトにジョイスティックを取り付け、張力でジョイスティックを傾け深呼吸を検知するデバイスを考案した。提案デバイスにより深呼吸の僅かな動きの検出が可能となり、ゲーム内のキャラクタの深呼吸の動きを、ユーザの実際の深呼吸の動きとして入力することが可能となった。従来手法と比較し、ゲームの没入感がより高まることを示す。結果、すべての項目においてコントローラパッドでの操作よりも没入感が高いことを確認した。

キーワード：呼吸感覚、没入感、Arduino、HMD、Unreal Engine 5

## 1. はじめに

「ファイナルファンタジー」や「ペヨネット」などの昨今のゲーム作品はアニメーションやキャラクタ、Visual Effects(VFX)などのクオリティが高まっている。実際にこれらのゲームのキャラクタの見た目や動き方が人間に近いため、プレイヤーはキャラクタに対する親近感をより感じることができる。

曾我, 松本ら[1-2]は、没入感を感じる際に必要とする要因として、「同化 (体験に対し没頭しているか)」、「空間的存在 (ユーザが現実と切り離されているか)」、「フロー (経過時間や感覚の歪み, 現在の活動と一体化している)」、「没頭 (ゲーム内にユーザがいるように感じることができるか)」をあげている。昨今のゲーム作品をこれら没入感の要因に沿って当てはめると、「フロー」や「同化」に関して映像やキャラクタの細かい動きを再現することによって高めることができると考える。しかし、「空間的存在」および「没頭」では、コントローラパッドでキャラクタを操作している以上、ユーザと操作キャラクタとの間に大きな隔たりを感じてしまい没入感が高まらない。

本研究では、この没入感を高めるために、ユーザの深呼

吸の状態を取得するデバイスを提案する。ユーザがゲームキャラクタと同じ行動を直感的に操作できるデバイスを開発することで、没入感が高まることを目的とする。

## 2. 研究背景

ユーザの深呼吸方法を取得する方法で、秋月, 高橋[3]の研究では、運転者の呼吸バイタルを取得するため、腹部に加速度センサを装着し、得られたデータから離散フーリエ変換を行い、呼吸状態を取得している。また、飯田, 栗谷川ら[4]の研究では、背面や臀部のシートの圧力の変化を利用して呼吸を取得している。さらに、中村, 竹内ら[5]の研究では、RGB-D カメラを用いて腹部の変化をとらえ呼吸を取得することができる。

しかし、これらの手法はあくまでユーザが静止状態または安静状態にある場合の時に有効であることが多く、アクションゲームなどユーザが体をひねったり、飛び跳ねたり、激しく運動したりする状況では検知が不可能である。提案手法では、運動や体のひねりなどを考慮した場合においてもユーザの深呼吸を取得する方法について提案

する。

### 3. センサ原理

図1は本手法のデバイスを示す。本デバイスは、リュックサック、Arduino、ジョイスティック、フック、調節用リング、巻き尺式チェーン、麻紐で構成されている。巻き尺の両肩ベルトにジョイスティックを装着し、ジョイスティックと巻き尺式キーチェーンを麻紐で結んでいる。リュックサックは、ユーザが深呼吸を行った際に、わずかな胸囲の変化を取得するために採用した。巻き尺式キーチェーンは、ユーザによる胸囲の違いに対応するために設定した。ジョイスティックは、胸囲の長さの変化をコンピュータに伝えるために設定した。

図2に、本デバイスにおけるジョイスティックの動作を示す。通常時は、張力がジョイスティックにかからないため、スティックは常に中央に位置する。ユーザが深呼吸したときに、麻紐に張力が加わり肩ベルトは麻紐を引っ張る。同時に張力でジョイスティックが引っ張られ傾く。しかし、ジョイスティック1つでの判定では、ユーザのひねりや動きに対する深呼吸判定の誤動作が起こってしまうため、深呼吸の判定は両方の肩ベルトが動いている時に深呼吸をしたと判定している。

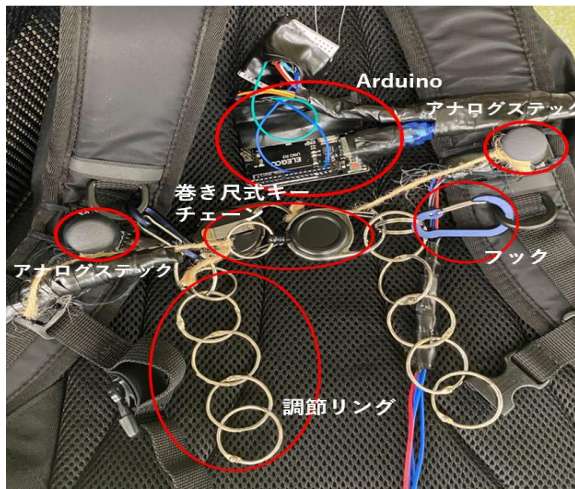


図1：深呼吸取得システム

通常時・吐いた後

吸った後

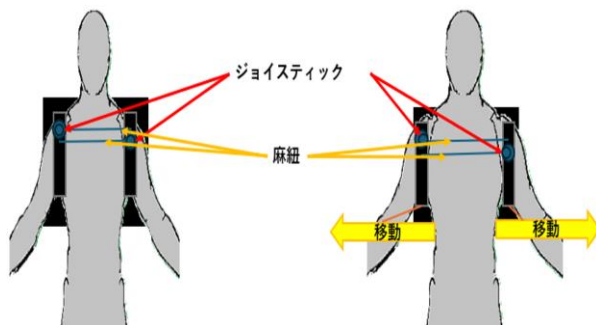


図2：ジョイスティックと動作

### 4. 手法

図3(a)は提案デバイスを装着した時の様子を表し、図3(b)は従来手法である Xbox コントローラと HMD を装着した時の様子を示す。図3(a)では、ユーザはリュックサックを背負った後、調節リングを用いて麻紐が適切な長さになるように調節を行う。紐を固定するために反対側の肩ベルトにフックを掛ける。この時、深呼吸を行うことで、麻紐にかかる張力を利用してジョイスティックの傾き角度で呼吸状態を取得する。また、ジョイスティックが内側に傾いたときに吸った状態を検知する。尚、キャラクターの移動やジャンプは、HMD のコントローラを用いて操作を行う。

本実験では、キャラクターが深呼吸を使って三角コーンをステージの外に落とすゲームを使用した。

図4には、深呼吸を行った時のゲーム上での動作を示す。図4(a)の画像は三角コーンを吹き飛ばす前のゲームの状態を示し、図4(b)の画像は三角コーンを吹き飛ばした後のゲームの状態を示す。本ゲームでは、キャラクターが制限時間以内にステージ上に散らばっている赤い三角コーンを吐き出す息飛ばしてステージの外に落とすゲームである。本デバイスは、ユーザの深呼吸状態（吸うまたは吐く）を取得し、ユーザの深呼吸に応じてキャラクターも深呼吸の動作を行う。コーンに向かって息を吹きかけることによってコーンが吹き飛ばされる。



左：図3(a) 提案デバイスを用いたリュックの装着方法

右：図3(b) Xbox コントローラでの操作方法



図4：ゲームでの提案デバイスの動作  
左:4(a) 深呼吸動作前のゲームの状態  
右:4(b) 深呼吸動作後のゲームの状態

## 5. 実験

提案デバイスによる操作の有効性を評価するために、評価実験を行なった。本実験では、コントローラパッドによるキャラクタ操作と本デバイスを用いたキャラクタ操作を比較した。そして、どちらの方法がより高い没入感を提供するか検証する。被験者は5名である。

被験者はゲームの1ステージをゲームパッドのみの操作した場合と、提案デバイスを使って操作を行なった場合をそれぞれ体験し、没入感における感じ方についてアンケートに回答した。

実験にあたっては、実験スペースの関係上キャラクタの移動はコントローラのジョイスティックで移動することとした。また、実験前に移動する際は足踏みをしながら移動することを伝えた。

### 5.1 実験方法

被験者はHMDをかぶり、従来のコントローラのみでのキャラクタ操作と、提案デバイスでのキャラクタの操作をそれぞれ5分間ずつ体験した。このとき、従来の手法では、深呼吸動作のボタンを設定するために、別途Xboxコントローラを用いた。

### 5.2 評価方法

没入感を感じるかの実験の評価方法として、没入する因子[1-2]をもとに0-4の5段階の質問を5つ設定し被験者に答えてもらった。

1. 「ゲームの世界観にいるか (ゲームの世界観)」
2. 「操作キャラクタとして自分自身が操作されていると感じるか (操作キャラクタ)」
3. 「現実と切り離されていると感じるか (現実との隔離)」
4. 「操作の楽しさ (操作 (楽しさ))」
5. 「キャラクタ操作の難しさ (操作 (難しさ))」

### 5.3 分析方法

本研究では提案手法の効果を確認するため、以下のように帰無仮説、対立仮説を立て評価項目ごとに2元配置分散検定を用いて検証を行った。尚、2元配置分散検定の有意水準は5%とした。

帰無仮説：コントローラのみでキャラクタを操作するほうが提案デバイスよりも没入感が高い

対立仮説：提案デバイスでキャラクタを操作するほうがコントローラのみでそうさするよりも没入感が高い

分析は計算ソフトウェア「Excel」を用いて計算を行った。尚、デバイスを使った時の没入感を感じているかを焦点にあてているため、つまり、値が高いほど操作しやすいとしている。

### 5.4 実験結果

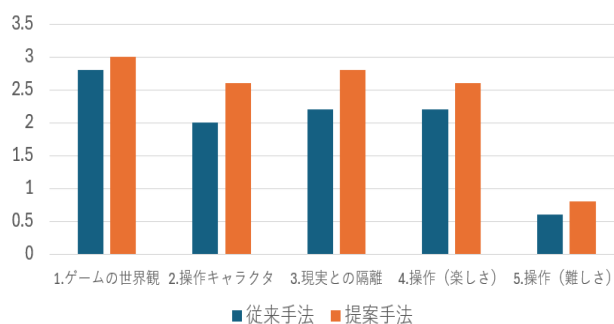


図5 提案デバイスとコントローラでの操作における没入感の比較

実験結果を図5に示す。横軸は各アンケート項目で縦軸が評価値を示している。すべてのアンケート項目 (ゲームの世界観, 操作 (楽しさ), 操作 (難しさ), 現実との隔離, 操作感) において従来手法より提案手法のほうがより没入感が高いと評価された。しかし、操作 (難しさ) は従来手法、提案手法ともに低い結果になった。また、分散分析の結果でも p 値は 0.0110 (1.10%) となり分析方法で設定した有意水準 5%を下回った。これにより、帰無仮説であった「コントローラのみでキャラクタを操作するほうが提案デバイスよりも没入感が高い」は棄却された。したがって、本デバイスを用いることによってユーザの没入感の高めることができることが確認できた。

ただ、本デバイスはユーザの深呼吸の状態を取得して、キャラクタの深呼吸アクションを操作している。移動やジャンプなどの深呼吸以外のキャラクタ動作は従来の手法同様にコントローラパッドを使い操作を行った。より没入感を上げるためには移動時に関しても、歩行動作を取得可能なデバイス (KATVR など) の使用や足踏みなどでキャラクタの移動やジャンプを取得し、キャラクタの動きと同期させることが必要であると考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、ユーザの深呼吸の状態を取得するデバイスを用いてキャラクターの深呼吸アクションを同期させたとき、コントローラで操作するよりも没入感が上がるか検証した。本デバイスは、ユーザの深呼吸状態を取得するために、麻紐とジョイスティックを用いて判定を行った。本研究の有用性を確かめるために、深呼吸を使ったゲームを制作した。ユーザは提案手法とコントローラのみ手法それぞれ体験してもらい、没入感に関するアンケートで評価を行った。実験結果より、すべての項目において提案デバイスの有用性について確認ができた。しかし、提案手法においてもキャラクターの移動はコントローラを用いて操作を行っているため、空間的存在および没頭における没入感の高まりを証明するには不十分である。

今後の研究では、ユーザの移動の制御を踏まえた研究を行い、さらに従来手法より没入感が上がるか検証を行う。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K12118 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 山本 晃輔, 曾我千亜紀, Julien Menant 日本語版ゲーム没入感尺度 (GEQ) の信頼性および妥当性の検討: 日本パーソナリティ心理学会誌, パーソナリティ研究 第 29 巻 第 3 号 pp.187-190 2021.
- [2] 曾我千亜紀, 山本 晃輔, ヤニック・ドゥプラド, ジュリアン・ムナン ゲームにおける没入感とは何か: 日本デジタルゲーム学, 夏季研究発表会 予稿集 2022.
- [3] 秋月 拓磨, 高橋 弘毅 装着型加速度センサを用いた運転中の呼吸数計測方法の手法の検討: 知能と情報, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 35, No. 2, pp. 538-542, 2023.
- [4] 飯田 就, 栗谷川 幸代, 影山 一郎, 安田 翔太, 小林 裕之, 大須賀 美恵子 面圧センサを用いたドライバの呼吸取得: 日本大学生産工学部第 45 回学術講演会 概要 ISSN: 2186-5647 2012.
- [5] 中村 瑞稀, 竹内 大樹, 鎌倉 快之, 大須賀 美恵子 カメラを用いた非接触生体信号計測 日本人間工学会 第 55 巻 Supplement 号, 1D3-6, 2019.