



聖剣を継ぐ者 - 集中の証明 -

The Legend of Holy Sword - Proof of Concentration -
for Proceedings of the Virtual Reality Society of Japan

園山遼馬¹⁾, 旭博佑¹⁾, 小谷七海¹⁾, 正田千宙¹⁾

Ryoma SONOYAMA, Hirosuke ASAHI, Nanami KOTANI, and Chihiro SHODA

1) 東京大学 大学院情報理工学系研究科 (〒 153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1, johoriko.t@gs.mail.u-tokyo.ac.jp)

概要: 集中力は自身のポテンシャルを最大限発揮するために非常に重要である一方、直接的に世界に影響を及ぼさないためフィードバックを得ることが困難である。本企画では祭壇に埋まった聖剣を、集中力を高めて抜くという体験を通して VR ならではのより自然で効果的な集中力フィードバック手法を検討する。集中力は体験者の脳波情報及び視線・頭部運動から推定する。そして集中力を HMD による視覚・ヘッドホンによる聴覚・モーターによる振動と牽引力による触覚フィードバックとしてマルチモーダルに提示することで、体験者は自らの集中力を自然に知覚できると考えた。最終的には、本企画によって体験者が意識的に集中力を高める感覚を獲得できることを目指す。

キーワード: バイオフィードバック, 没入型バーチャルリアリティ, 集中力計測, マルチモーダルインタラクション

1. はじめに

1.1 背景

集中力は自分のポテンシャルを最大限発揮するために非常に重要である。スポーツでは競技に没入した集中状態をフロー状態と呼び、パフォーマンスと正の相関があることが認められている [9]。しかしながら集中力自体は直接的に世界に影響を及ぼさず外界からのフィードバックを受けないため、集中力を意識的に高めることは難しい。そこで、意識にのぼらない情報を工学的な手段によって意識上にフィードバックすることにより、体内状態を意識的に調節することを可能とするバイオフィードバックという技術が注目されている [10]。近年では JINS MEME や Myndlift など、眼鏡や脳波計などのウェアラブルデバイスを用いて集中力を測り、AR グラスやスマホアプリなどで数値としてバイオフィードバックを行う製品も発売されている。

しかし、そのような製品を使用する際には使用者は一度集中している対象から目を離し画面の数値を確認する必要がある。その際に集中が一度切れることは避けられず、このように行為中に意識外にあるデバイスからフィードバックを受けることは集中力の分散と行為の中断を招くため、効果的な手法とは言えないだろう。このように、集中力向上効果にはフィードバック手法の違いにより差異が生じるため [8]、行為の文脈に沿った適切なフィードバック手法のデザインが重要となると考えられる。

1.2 目的

集中力のバイオフィードバック手法として、我々はマルチモーダルな没入感と非日常の空間を設計することが可能な

VR を用いることに注目している。実際、HMD を用いた学習では学習効率や集中度が一般より高いことが認められており [2]、HMD と脳波計による集中力のフィードバック体験もいくつか検討されている [1]。

しかしより効果的に集中力を意識するには、視覚に限らずマルチモーダルにアプローチすることが必要となると考えた。我々は視覚や聴覚、触覚のマルチモーダルインタラクション [6] によって、集中を途切れさせることなくできるだけ自然な集中力のフィードバックを行うコンテンツを制作する。具体的には図 1 のように、力では抜けない聖剣を、VR を用いたフィードバックにより集中力を高めて抜くという体験を提供する。

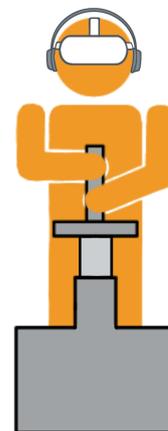


図 1: 体験のイメージ

自身の集中力が VR 空間と連動して現実空間にも影響を与えるという体験は強烈であり、その成功体験を通して体験者が自己効力感を高めるとともに、繰り返し集中力のフィードバックを受けることで、意識的に集中力を高める能力を獲得することを期待している。

2. 企画構成

2.1 企画概要

本企画では、腕力などの外力では抜けない聖剣を、集中力を高めることで抜く体験を提供する。体験者には、聖剣に見立てた剣型デバイスと、HMD やヘッドホンなどの装着型デバイスから自らの集中力の視覚・聴覚・触覚フィードバックを受けることで、通常意識することが難しい集中力を意識的に高める感覚を獲得してもらう。また、老若男女問わずどんな人でも、集中力を高めることで聖剣を抜くことが可能な体験を目指す。

2.2 体験内容・シナリオ

体験は 1 人ずつ行う。体験者を剣型デバイスの元に誘導したのち、脳波計・HMD・ヘッドホンを頭部に装着してもらう。そして剣型デバイスの柄を両手で握ることで体験がスタートする。イメージ図としては図 1 の通りである。

HMD に表示されるバーチャル空間内では、祭壇に刺さった聖剣（図 2: イメージ図）とそれを握る体験者の手が見えている。ヘッドホンからは動物の鳴き声や風の吹く音などの環境音が立体的に聞こえるようにすることで没入感を与える。



図 2: VR 画面のイメージ (集中時の見え方)

体験者には体験開始時に集中が高まると聖剣が抜けることを説明することで、体験開始とともに聖剣に意識を集中させる。ここで力任せに抜こうとしても、剣型デバイスの中にあるモータートルクを制御することで抜けることを防ぐ。また、一定以上の力が計測されると VR 空間内の剣が折れる仕組みにすることで、体験者には集中力を高めることを意識してもらい、かつ装置の安全性も担保する。

集中力のフィードバックには HMD を用いた視覚情報、ヘッドホンによる聴覚情報、グリップの振動刺激と剣型デバイスのモーター牽引力による触覚情報を用いる。具体的にどのようにフィードバックするかは、第 3 章のシステム構成に述べる各デバイス説明を参照されたい。集中力を高め見事聖剣を抜くことができた際には、VR 空間内の聖剣が光彩を放ち、剣型デバイスに取り付けられたファンによって

体験者には風が吹き付けられる。さらには剣を掲げることが可能となるように剣型デバイスを設計する予定であり、これによってより強烈な成功体験を得られることを期待している。イメージ図としては図 3 の通りである。

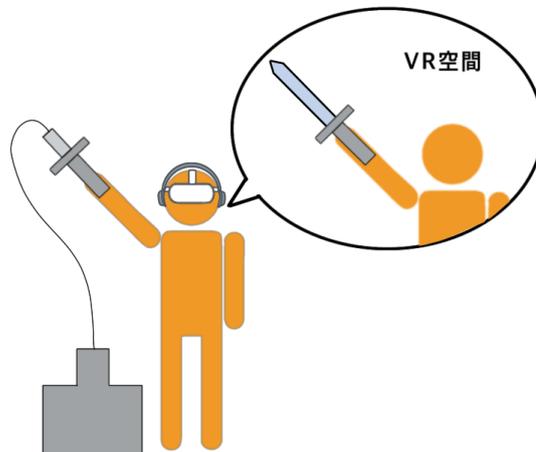


図 3: 剣を抜くことに成功した際の様子

3. システム構成

3.1 システム概観

本企画では集中力を脳波計からの波形情報、HMD から計測した視線と頭部の加速度情報によって推定する。体験者へのフィードバックとしては HMD による視覚情報の提示、ヘッドホンによる聴覚情報提示、剣型デバイスのグリップ部振動とモーター牽引力による触覚情報提示を提案する。全体のシステム構成図としては、図 4 を参照されたい。

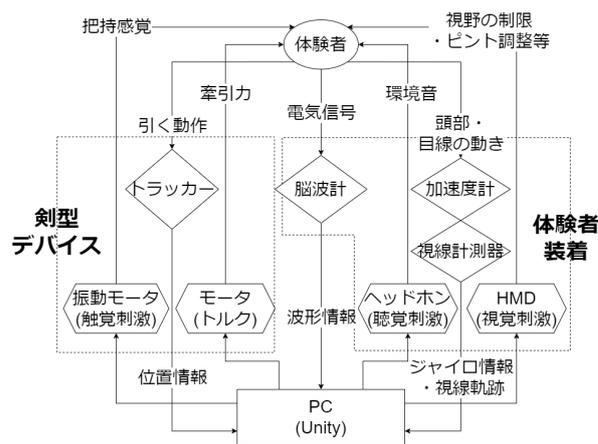


図 4: システム構成図

3.2 体験者装着デバイス

体験者は頭部に HMD と脳波計測デバイスとヘッドホンを装着する。これらのデバイスは PC(Unity) と通信しておりセンサーとして情報を取得しつつ体験シーンと連動して制御され、視覚・聴覚フィードバックを体験者に提示する。

3.2.1 脳波計測デバイス

FocusCalm などの市販の脳波測定デバイスを使用する。FocusCalm ではリアルタイムで α , β , δ , θ , γ 波の波形を取得することが可能であり、専用のアプリを用いれば集中の度合いを 0-100 の範囲でリアルタイム計測することが可能である。先行研究では集中と脳波に相関があることが示唆されており [5], 今後予備実験を行い、視線情報と頭部加速度情報も考慮して適切なパラメータを設定することで集中状態を判定できると考えている。

3.2.2 HMD

Oculus Quest2 を使用する。上記の脳波計測デバイスで取得した集中の状態をもとに視野の制限やピント・光量の調整などを行うことで体験者に集中感覚を視覚的に提示する。具体的には、集中の度合いが高まると周辺視野がぼかされて聖剣にピントが合わさり、挿入部から放たれる光量も併せて変化する。そして画面内の時間の流れも操作することで、疑似的にフロー状態を作り出すことも考えている。このように VR ならではの没入感を与えることで、効果的な集中力フィードバックを得ることが可能になると期待している。また、HMD はフィードバックの用途だけでなく、集中度推定するための視線情報と頭部加速度情報を計測するセンサーとしての役割も持つ。先行研究では、視線情報、加速度情報それぞれを用いた集中力推定が行われており [3] [7], これと脳波情報を合わせることで体験者の感覚に沿った集中力計測を実現できると考えている。

3.2.3 ヘッドホン

ハードウェアとして YAMAHA の YH-L700A, ソフトウェアとして立体音響 SDK Sound xR Core for Unity を借用する。立体的な環境音を制御することで、例えば体験者の集中度合いが高まると風や動物の音が聞こえなくなるようにするなど、フロー状態を再現した集中感覚を提示する。

3.3 剣型デバイス

本体験で使用する、モーターを用いた剣型デバイスの概略図を図 5 に示す。剣はグリップ、ガード、ブレイドから構成される。剣のブレイドとモーターは可変長のケーブルで繋ぎ、モーターとケーブルは台座で覆った形にする。体験開始時点ではブレイドは台座に収納されており、体験中に台座とブレイドの重なりが無くなるまで引き抜くと「剣が抜けた」状態になる。体験者が実空間で剣を引き抜く距離は 30cm 程度にする。図 5 のようにブレイドと台座に重なりを作ることで、剣を引き抜く際に真上でなく斜めに力がかかった時に、装置に不具合が生じるのを防ぐ。

モーターと台座は板に固定しておく。体験者は板の上に乗り、剣のグリップを持つ。板の上に乗ることで、体験者が剣を引き抜こうとしたときに剣型デバイス全体がモーターごと持ち上がってしまうのを防ぐ。また、多くの人が体験できるように、身長が低い子供などに配慮して高さの調節が可能な機能を追加する予定である。

モーターは最大で 400N 前後を出力できるものを使う。モーターのケーブルとブレイドを繋ぐ部分のセンサーで相

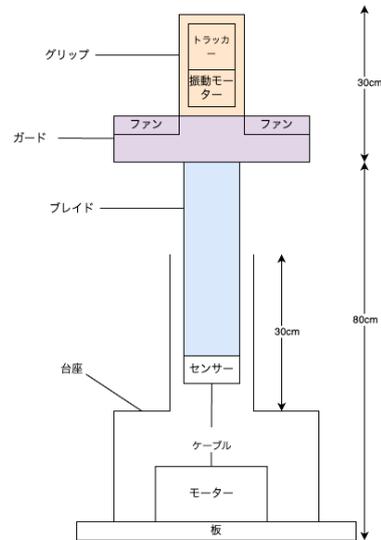


図 5: 剣型デバイス

手が引っ張っている力を検知する [4]. 第 2.2 節でも述べたように体験者が無理やり剣を引き抜こうとした際にはゲームオーバーの判定をする。すなわち集中をせずに 400N 以上の力で体験者が続けて剣を引っ張ろうとした際には、聖剣は折れてしまいゲームオーバーとする。このことで、体験者が強い力を込めた際でも安全に体験できるように配慮する。

剣のグリップは VIVE トラッカーを内包し、実空間上の剣と VIVE 空間上の剣の座標を対応づける。そして VIVE トラッカーや振動モーターを利用し、体験者に振動触覚刺激を提示する。振動モーターは、VIVE トラッカーと同じように剣のグリップに内包させる。集中力の度合いによって手掌部全体への触覚提示を変化させる。

剣のガードにはファンを取り付ける。剣が引き抜けた際には風を起こし、体験者の掌から腕にかけて風を吹き付ける。このことで体験者は集中力を高めて聖剣を抜いたという成功体験を強く感じられることを期待している。

4. むすび

本システムでは祭殿に埋まった聖剣を抜くという VR 体験を通して、集中力の強さが触覚・聴覚・視覚によってマルチモーダルにフィードバックされるという感覚を体験者に提供する。自らの集中力によって世界が変化するという強烈な体験を通して、体験者が意識的に集中力を高める感覚を獲得することを期待している。

参考文献

- [1] Judith Amores, Xavier Benavides, and Pattie Maes. Psychicvr: Increasing mindfulness by using virtual reality and brain computer interfaces. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '16, p. 2, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.

- [2] Byoung-Hoon Cho, Jeonghun Ku, Dong Pyo Jang, Seonjoo Kim, Young Ho Lee, In Young Kim, Jun Ho Lee, and Sung-Il Kim. The effect of virtual reality cognitive training for attention enhancement. *Cyberpsychology Behav*, Vol. 5, No. 2, pp. 129–137, 4 2002.
- [3] Hideyuki Kanematsu, Dana M. Barry, Tasuya Shirai, Masashi Kawaguchi, Nobuyuki Ogawa, Kuniaki Yajima, Katsuko T. Nakahira, Toshiro Kobayashi, and Michiko Yoshitake. Measurements of eye movement and teachers' concentration during the preparation of teaching materials. *Procedia Computer Science*, Vol. 159, pp. 1499–1506, 2019. Knowledge-Based and Intelligent Information Engineering Systems: Proceedings of the 23rd International Conference KES2019.
- [4] Azumi Maekawa, Shunichi Kasahara, Hiroto Saito, Daisuke Uriu, Gowrishankar Ganesh, and Masahiko Inami. The tight game: Implicit force intervention in inter-personal physical interactions on playing tug of war. In *ACM SIGGRAPH 2020 Emerging Technologies*. Association for Computing Machinery, 2020.
- [5] William J. Ray and Harry W. Cole. Eeg activity during cognitive processing: Influence of attentional factors. *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 3, No. 1, pp. 43–48, 1985.
- [6] Matthew Turk. Multimodal interaction: A review. *Pattern Recognition Letters*, Vol. 36, pp. 189–195, 2014.
- [7] 小林竜司, 中田豊久. 頭部の動きに着目した非接触型の集中度測定方法の開発. 情報処理学会, 2019.
- [8] 渡部真, 穴戸道明. 視覚と聴覚のバイオフィードバックにおける集中力向上効果の比較検討. 科学・技術研究, Vol. 5, No. 1, pp. 41–46, 2016.
- [9] 杉山卓也. 静岡大学教育実践総合センター紀要. 静岡大学教育実践総合センター紀要, Vol. 29, pp. 143–151, 3 2019.
- [10] 西村千秋. バイオフィードバックとは? <http://www.jsbr.jp/jsbr/about.html>.