

# VR ホラー体験時におけるマルチモーダル生体情報を用いた実時間感情推定

知能・機械工学課程 井村研究室 27020856 趙 聖化

## 1 はじめに

VR は、その強い没入感からユーザの感情を効果的に喚起する媒体として、感情研究の分野で広く利用されている。本研究では、VR 体験の中でも特に強い情動反応を引き起こすホラーコンテンツに着目する。視線追跡機能付き HMD(ヘッドマウントディスプレイ) と、皮膚電気活動(EDA)・心電(ECG)・筋電(EMG)などの複数の生体センサを統合し、VR ホラーコンテンツを体験しているユーザ(若年層)の「集中」「恐怖」「驚き」といった感情状態を実時間で推定するフレームワークの構築を目指す。

## 2 関連研究

生体信号を用いた感情推定は広く研究されている。EDA は情動的な覚醒度の指標として、心拍変動(HRV)はストレスや感情の正負(valence)の評価に用いられてきた。複数の生体信号を組み合わせることで、単一のセンサよりも高精度な感情推定が期待できる。

VR 環境下で生体信号を計測し、機械学習を用いて感情を分類する試みも活発である。Marín-Morales らは EEG と HRV から SVM を用いて覚醒度と感情価を推定した。また、Orozco-Mora らは VR ゲーム中のストレスレベルに応じて難易度を動的に調整するシステム(DDA)を試作しており、プレイヤーの心拍数に基づいてゲーム内パラメータを変化させることで、恐怖や興奮を適切なレベルに維持できることを示している。これらの研究は、VR 環境におけるリアルタイム感情推定と、それを利用した適応的コンテンツの可能性を示唆している。

## 3 提案手法

本研究では、市販の HMD と複数の生体センサを連携させ、VR ホラー体験中のユーザの感情を実時間で解析するシステムを構築する。

### 3.1 システム構成とデータ収集

視線・瞳孔径情報を取得可能な HMD(Meta Quest Pro 2 を想定)を中核とし、外部センサとして EDA(皮膚コンダクタンス)、ECG(心拍)、EMG(表情筋・筋緊張)センサを連携させる。これらの多角的データを用いて、「恐怖による心拍・発汗の上昇」「驚きによる瞬きや筋収縮」「集中による画面の凝視」といった各感情の兆候を捉える。データは VR 内のイベントログと時刻同期させて記録する。

### 3.2 データ処理とリアルタイム推定

収集した各センサデータから、リアルタイムで特徴量を抽出する。具体的には、EDA のピーク数、HRV 指標(RMSSD, LF/HF 比)、EMG の振幅、瞳孔径変化量などである。これらの特徴量を入力とし、ランダムフォレストや SVM, LSTM などの機械学習モデルを用いて、「安静」「警戒」「恐怖・驚愕」といった感情ラベルに分類する。

リアルタイム推定においては、各信号の時間的特性を考慮する。例えば、心拍や EMG のような即時的な反応は短い時間窓(1~2 秒)で変化を捉え、EDA のような遅れて現れる反

応は長めの時間窓(5~10 秒)でトレンドを見ることで、推定の安定性と応答速度の両立を図る。

## 4 予備実験計画

提案手法の有効性を検証するため、以下の予備実験を計画する。

- **目的:** 構築したシステムが VR ホラーによる感情喚起を正しく捉えられるか確認し、特徴量と感情の関係性を予備的に検証する。
- **被験者:** 5~10 名程度の若年層ボランティアを対象とする。
- **手順:** VR ホラーコンテンツを体験後、アンケートにてシーンごとの主観的な恐怖度・驚き度・集中度を評価してもらう。
- **分析:** 収集した生体データと主観評価、およびジャンプスケア等のイベントログとの相関を分析する。例えば、ジャンプスケア直後の心拍数や EDA の急上昇を確認する。このデータを用いて、感情分類モデルの予備的な学習と評価を行う。

## 5 まとめと今後の課題

本稿では、VR ホラーコンテンツ体験時におけるユーザの感情を、複数の生体センサを用いて実時間で推定する研究フレームワークを提案した。

今後の課題として、まず提案システムの基盤構築と、予備実験の実施(2025 年 6~9 月)を進める。予備実験の結果に基づき、特徴量や機械学習モデルを洗練させた後、本実験と詳細な分析を行う(2025 年 10~11 月)。最終的には、本研究の成果を、ユーザの感情状態に応じてコンテンツが動的に変化する適応型 VR システムの実現に繋げることを目指す。

### 参考文献

- [1] J. Guixeres, et al., Emotion Recognition in Immersive Virtual Reality: From Statistics to Affective Computing, *Frontiers in Psychology*, Vol. 11, 2020.
- [2] J. Marín-Morales, et al., Affective Computing in VR Environments using EEG and Heart Rate Variability, *Sensors*, Vol. 18, No. 10, 2018.
- [3] C.E. Orozco-Mora, et al., Dynamic Difficulty Adaptation Based on Stress Detection for a VR Video Game: A Pilot Study, *Electronics*, Vol. 13, No. 12, 2024.
- [4] M. Glancy and C.S. Ang, VREED: Virtual Reality Emotion Recognition Dataset using Eye Tracking & Physiological Measures, *Proc. ACM IMWUT*, Vol. 5, No. 4, 2021.
- [5] 小川健一, 杉本泰治, 視線計測によるストレス評価手法の検討, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 19, No. 1, pp. 61-70, 2014.