

# 気持ちと世界をつなぐ X-Reality と スマートウォッチ

X-Reality and Smartwatch Connecting Your Feelings and the World

丹下裕太 Yuta Tange

## 1. 背景

かつてVR機器を扱うには、動作環境にハイエンドPCが必須であり、VR機器自体も非常に高価であったため、一般ユーザーが気軽に使用できるものではなかった。しかしOculusQuestの発売を皮切りに、低価格かつスタンドアロンで動作するVR機器が出始め、VRは手軽に始められる身近なものになり始めた。現在、VRは未だ発展途中であり、様々な活用法が未開拓である。そこで我々はスマートウォッチ（以後、SWと記載する）という新しい要素をVRに取り込むことで、今までにない新しいシステムを生み出せるのではないかと考えた。

## 2. 前期の課題設定および目標

「X-Realityとスマートウォッチを用いて身の回りの現象に接続し、自分の気持ちと世界をつなぐための情報リンクを作成する」ことを目的とし、技術の習得を目標とした。具体的には、技術の分野ごとにグループ分けを行い、それぞれに対応した技術を習得、最後に各グループの技術を統合した試作品の作成を行うことである。

### 2.1 技術と知識の習得

#### 2.1.1 映像班

unityを用いたVRアプリの制作、360度カメラの撮影、映像の取り込み方、フォトメトグラリを用いた3Dモデルの生成などを行った。

#### 2.1.2 SW班

スマートウォッチで計測できる身体データをリアルタイムで取得することを目的とし、昨年プロジェクトの資料と参考サイトを参考にすることで、Node.jsを利用し、リアルタイムにデータ取得することができた。

#### 2.1.3 解析班

主成分分析[1]、重回帰分析[2]、パターン認識[3]の3つの統計学的手法についての学習を行い、それらを行うプログラムの作成を行った。

### 2.3 試作品（爆弾ゲーム）の作成

それぞれの班が習得した内容を応用するために、試作品を作成した。緊張感を生む爆弾の解体を行わせることで、推移した心拍データを取得し、解析をおこなない「気持ち」の可視化をおこなうことを目的とした。ゲームの流れは、VRゴーグルとSWを装着し、VR上で爆弾のコードを切り解体を行ってもらい、解体中にSWで取得した心拍データをパターン認識で「焦り」「落ち着き」のどちらの感情に近かったかを判定する流れとなっている。

### 2.4 前期の活動のまとめと課題

3班に分かれて目的の達成につながる技術の習得を目標として活動し、その後それぞれの技術を統合した成果物である「爆弾ゲーム」を作成した。技術班は、特定のメンバが手持無沙汰になってしまったこと、SW班は、得られる身体データが心拍数のみで、診断の結果が信ぴょう性に欠けるものだったこと、解析班は、メンバ間での理解度の差が今後の課題となった。

## 3. 後期の課題の設定と到達目標

後期では、グループの再編を行い、再び3つの班に分かれて成果物を制作することとなった。それぞれの班が一つずつ成果物を作成し、最終的に完成させることに成功した。ここでは、後期の活動初期における各班の課題設定および目標について述べる。

### 3.1 A班の課題設定および目標

自分の「気持ち」を可視化するという目的から、「気持ち」の中で、「楽しさ」の感情に焦点を当て、気分を盛り上げられるような映像を使用するという案とSWから得られる身体データの中で、運動データを利用して可視化を行う案に着目し、3Dモデルで実際の町並みを再現し、その映像を眺めながらレッドミル上を歩くことで運動データを集め、収集したデータを活用して「楽しさ」を可視化するシステムを作り上げることを目標とした。

### 3.2 B班の課題設定および目標

B班は、本プロジェクトの目的である「X-Reality とスマートウォッチを用いて身の回りの現象に接続し、

自分の気持ちと世界をつなぐための情報リンクを作成する」ことに沿った成果物の制作を行うことを目的とした。その目的を達成するために前期に各メンバーが学んだ技術を用いて、ユーザがどの恐怖症であるか否かを診断するシステムの開発を目標とした。

### 3.3 C班の課題設定および目標

ユーザーの睡眠の促進・目覚めの改善・睡眠の見直しを目的とした。その目的を達成するために、前期の三つのグループ活動を生かし、スマートウォッチや活動量計からリアルタイムで取得した心拍数を用いたアプリケーション開発を目標とした。

## 4. A班の課題解決のプロセスとその結果

### 4.1 到達目標の設定

「楽しさ」の感情に焦点を当て、気分を盛り上げられるような映像を使用する、SWから得られる身体データの中で、運動データを利用して可視化を行うという目的に沿う案を各班員がそれぞれ持ち寄り、「アバター育成ゲーム」「疑似観光システム」「運動量他者と比較できるシステム」のなかから疑似観光システムを採用した。

### 4.2 アプリケーションの仕様

3Dモデルにて作成された映像を視聴しながら歩行運動を行い、装着したSWから運動時の身体データを計測・収集する。その後、解析を用いてユーザがどの程度運動を楽しみと感じたかを数値化する。

#### 4.2.1 利用した外部データ

3Dモデルの作成に際し、国土交通省主導のProject PLATEAU、株式会社ゼンリンによるZENRIN ASSET Seriesが提供している都市モデルを使用した。

SWとPCをリアルタイムで通信させるため、ant-plusという通信規格を使用した。

#### 4.2.2 ゲームシステム

SWを装着後、心拍送信モードに設定する。その後プレイする都市を選択し、画面上に表示された心拍数がユーザのものと同一であることを確認する。確認が取れば、映像の動きに合わせて歩行運動を行い、身体データの計測を行う。

### 4.3 解析の仕様

#### 4.3.1 解析の手法

被験者に映像を見ながら歩いてもらい、SWやトレッドミルより得られたデータに対して重回帰分析を行い、被験者の楽しさを5段階評価で解析した。重回

帰分析における説明変数には「運動時間」「運動時の最大心拍数」「ウォーキングマシンのペース（時速）」「目標心拍数と最大心拍数の差」とした。

#### 4.3.2 解析によって得られた結果

説明変数について、timeが運動時間、HB\_Maxが運動時最大心拍数、paceがトレッドミルのペース、HB\_Diffが目標心拍数と最大心拍数の差である。楽しさにおいてtimeが最も大きく寄与しており、時間が長い方が楽しく感じやすい傾向にあることがわかった。続いてHB\_Diffが楽しさに寄与しており目標心拍数と最大心拍数の差が小さい、すなわち最大心拍数が目標心拍数に近いほど楽しく感じる傾向にあることがわかった。

### 4.4 期待される効果

重回帰分析の結果より、ユーザの楽しさの度合いを客観視し、楽しい運動方法についての見直しに役立てることができる。

### 4.5 結果とまとめ

A班は、スマートウォッチとX-Realityを活用し、得られた身体データから自分の「気持ち」を可視化するという目的を掲げている。その目的を達成するため、取得する身体データの内から運動データ、X-Realityでは映像技術の1つである3Dモデルに焦点を当て、3Dモデルで作成した町並みの映像を眺めながらトレッドミル上を実際に歩き、疑似観光を行えるシステムを作成した。さらに、その運動で発生したデータを収集し、重回帰分析をすることで、ユーザの「楽しさ」の度合いを5段階で数値化して可視化する実験を行った。実験の末、運動データ（時間）と「楽しさ」の度合いには、比例的な傾向がある可能性を見ることができた。その一方で、歩くペースの早さと「楽しさ」の度合いには反比例的な傾向を見ることができた。このことから、ゆったりと長めの運動を行う方が他の条件に比べて楽しめる可能性があることがわかった。ただし、班員を被験者として実験を行ったため、データの数で十分ではなかったことから、結果の信憑性には欠ける点に留意しなければならない。

## 5. B班の課題解決のプロセスとその結果

### 5.1 到達目標の設定

B班は、本プロジェクトの目的に沿った成果物の制作を行うことを目標とした。テーマの決定にあたって目的に沿う案を班員各自で持ち寄り、「面白さ」「使

用頻度」「実行の容易性」の3つの観点から「恐怖症診断」を制作することに決定した。

## 5.2 アプリケーションの仕様

恐怖症映像を視聴した際の心拍数データをSWで計測し、解析プログラムを用いて計測結果を解析し、ユーザが各恐怖症映像に対して、どの程度恐怖を感じているかを推測する。

### 5.2.1 利用した外部データ

SWとPCで通信するためにant-plusというプロトコルを使用した。深海を再現するためにアカシユモクザメの3Dモデル[4]を改変したものを使用した。このモデルデータは、CC BY 4.0[9]で提供されている。

### 5.2.2 映像システム

360度カメラ、Blender[5]、Unityを用いて高所恐怖症、深海恐怖症、先端恐怖症に対応した映像を作成。アプリケーションは3つのシーンに分けられる。第1シーンはプレイヤーの平常時の心拍を計測するシーンであり、アプリケーション起動時に、真っ暗な映像が流れる。第2シーンは恐怖症の映像が再生される。第3シーンは恐怖症映像視聴後の心拍数の変化を計測するシーンであり、恐怖症映像の間に再生され、真っ暗な映像が流れる。

## 5.3 解析の仕様

### 5.3.1 解析の手法

恐怖症映像を視聴した際に得られる心拍数データを収集し、視聴者が映像に対してどの程度の恐怖を感じたかによってクラス分けを行なったものを学習データとした。学習データに移動平均フィルタを適用[8]、主成分分析で圧縮した。圧縮したデータを用いてマハラノビス距離によるパターン認識を行なった。

### 5.3.2 解析によって得られた結果

主成分分析で2次元、4次元、8次元、16次元に圧縮後パターン認識を行なった。16次元に圧縮した際の誤り率が最も小さくなった。また、計測した21個のデータから1個のデータを評価データとし、その他の20個のデータを学習データとしてパターン認識を行った。21個のデータそれぞれを評価データとした際の誤り率の平均は約0.714となった。

## 5.4 期待される効果

解析結果から、恐怖症映像視聴時の心拍数の時系列データから恐怖症映像に対してユーザがどの程度の恐怖を感じているかの予測ができると考えられる。しかし、学習データの不足、計測データの有意性を示すこ

とができているといった課題があるため、今後は課題の解決に向けた活動が必要である。

## 5.5 結果とまとめ

B班では、本プロジェクトの目的に沿った成果物の制作を行うことを目標とした。そのために、それぞれの技術を統合した成果物である「恐怖症診断」の制作を目指した。アプリケーションで取得した心拍数データを用いて解析を行い、ユーザが映像にどの程度の恐怖を感じたかを推測するシステムの開発を行った。解析結果から、心拍数データから、ユーザが映像に対してどの程度の恐怖を感じたかの推測はできると考えられた。しかし、恐怖度の推測だけに留まってしまい、当初の目標である恐怖症診断は実現できなかった。また、システムに課題があるため、恐怖症診断実現のために課題を解決していく必要がある。

## 6. C班の課題解決のプロセスとその結果

### 6.1 到達目標の設定

前期までの活動をふまえて、アプリケーションのアイデアを出し合った。そこで出たアイデアは、「運動サポート」「消費カロリーで敵を倒すゲーム」「睡眠の促進」の3つであり、最終的に「睡眠の促進」に決定した。理由は、レム睡眠とノンレム睡眠の状態を判別する要因として心拍数を示唆している論文があり[7]、前期で習得した心拍数のリアルタイムのデータを活用することで、比較的簡単に、実装することができ、効率的に成果を出せると判断したためである。

### 6.2 アプリケーションの仕様

アプリの流れは、ユーザーがレム睡眠時の心拍数とアラームを設定し、アラームが鳴ると同時にボタンが表示される。ボタンを押すとアラームが止まり、その瞬間の睡眠時の心拍数がCSVファイルに記録されるといった流れである。アプリはUnityで制作し、時間を取得したりアラームを作動させるためにDatetime構造体、アラームや心拍数を設定するためにplayerprefsやDropdownを主に利用して制作した。

### 6.2.1 利用した外部データ

アプリの背景にAllSky Free - 10 Sky / Skybox Set[6]を使用した。

### 6.3 解析の仕様

#### 6.3.1 解析の手法

マハラノビス距離によるパターン認識を用いて、睡眠診断を行った。その準備として、学習データの作成

を行った。作成方法は以下のとおりである。被験者が睡眠を行い、アプリケーションとSWを用いて睡眠時の心拍数を測定を行う。計測した心拍データを10分ごとに抽出する。被験者が起床後、よく眠れたか、そうでないかを主観で判断する。これをもとにDeepとLightの二つにクラス分けを行う。この作業を何度か繰り返し学習データを作成した。また、データの前処理として学習データに移動平均フィルタをかけ[8]、主成分分析を行ってデータを4次元まで圧縮している。

### 6.3.2 解析によって得られた結果

心拍数を用いた深い睡眠と浅い睡眠の区別について学習データ同士でパターン認識を行った結果、誤り率は0.086だった。つまり、心拍数で浅い、深い睡眠が区別できている可能性があるということがわかる。しかし、データ中にダミーデータが含まれている点と、データ数が不足している点を注意する必要がある。

### 6.4 期待される効果

アプリ使用時に取ったCSVファイルから、自分の睡眠が深い傾向にあるのか、浅い傾向にあるのかを客観的に知ることができることが期待できる。しかし、学習データが不足しているため、結果の信頼性については保障できないのが現状である。

### 6.5 結果とまとめ

C班では、本プロジェクトの目的に沿った成果物の制作を行うことを目的とした。そのために、各メンバーの技術を統合し、成果物である睡眠促進ツールを作成した。結果として、レム睡眠時の傾向が高い状態のときにアラームを鳴らしたり、心拍数を用いて睡眠の浅い、深い傾向を可視化する可能性を見いだすことができた。しかし、データ数が不足しているため、結果の信頼性には議論が必要である。

## 7. プロジェクトのまとめ

本プロジェクトでは、VRとスマートウォッチを用いて、「自分の気持ちと世界をつなぐ」情報リンクの作成を目的とした。目的達成のため、前期では映像班、SW班、解析班の三つに分かれ、それぞれ技術習得を行った。そして、成果物として3班の技術を統合し爆弾ゲームと感情診断を作成した。後期ではグループを再編し、3班に分かれて目的達成のために成果物を作成した。A班は運動データ、B班は恐怖症、C班は睡眠データに注目してそれぞれ活動を行った。本プロジェクトの目的について、各班がスマートウォッチから得

られる身体データを用いて「自分の気持ちと世界をつなぐ」ための情報リンクを作成することは達成できた。しかし、データ数の不足や、データの信頼性、有意性の検証を行う必要があるため、完全に達成できてはいないと思う。

### 参考文献

[1]主成分分析資料, 公立はこだて未来大学佐藤仁樹研究室資料, 2023年5月.

[2]重回帰分析資料, 公立はこだて未来大学佐藤仁樹研究室資料, 2023年5月.

[3]パターン認識資料, 公立はこだて未来大学佐藤仁樹研究室資料, 2023年5月.

[4]ffish.asia / floraZia.com, “アカシユモクザメ Scalloped Hammerhead Shark, *S. lewini*”, Sketchfab, <https://sketchfab.com/3d-models/scalloped-hammerhead-shark-s-lewini-b68fdc989ba74bec9495ac907995739e>, Oct. 2022 (accessed Dec.2023).

[5]The Blender Foundation, <https://www.blender.org/>, (accessed Jan.2024).

[6]Unity Technologies, “AllSky Free - 10 Sky / SkyboxSet”, <https://assetstore.unity.com/packages/2d/texture-s-materials/sky/allsky-free-10-sky-skybox-set-146014>, Aug 18, 2021 (accessed Dec.2023).

[7]八十政夫, “心拍数の分散値を用いたREM睡眠の判別,” 電気関係学会, 鹿児島大学, 2004年9月.

[8]Numpyで正確な移動平均を取る方法, <https://zenn.dev/bluepost/articles/1b7b580ab54e95>, Nov 7, 2021 (accessed Jan.2024).

[9] Creative Commons, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, (accessed Jan.2024).