

心拍を利用したパーソナライズ感情推定アプリケーションの開発 — EmoNote：ユーザーの感情を知り、寄り添う"感情パートナー"—

1. 背景

本プロジェクトでは、心拍を利用したユーザーにパーソナライズするモバイル感情推定アプリケーション「EmoNote」の開発を行った。

感情は私たちの日常生活の各面に深く影響しており、その認識と共有は重要である。過去の感情分析は主に口頭や書面での表現に頼っており、主観的である。加えて、既存の生体指標に基づく感情分析プロジェクトは主に基本的な感情に焦点を当てており、個々の独自の感情や深層の心情は捉えきれていないと考えられる。

本プロジェクトでは、心拍を基にしたパーソナライズされた感情推定アプリケーションの開発を行い、ユーザーの日常生活の多様なシチュエーションを反映した感情の解析技術を提供する。これにより、感情の繊細なニュアンスを捉え、人々の感情認識の実用性と普遍性を向上させることを目指す。

発案者の福原は、2022年12月から株式会社 e-lamp. で機械学習を使用した文脈・心拍からの感情推定の開発・研究を行ってきた。我々は、Affective Computing(コンピュータが人の感情を認識、理解、模倣し、適切に応答する技術や手法を研究する分野)の中でも特に、「Emotion Recognition」と呼ばれる生体情報を利用し、人の感情や心の状態を検出・認識するための技術に着目した。これは、1970年代から、生体計測技術の発展に伴って進んでおり、特にヘルスケア領域では、患者の心的状態やストレスレベルのモニタリングに役立ち、適切な介入や治療方法の提案に利用される。また、教育やトレーニングの分野では、学習者の集中度や理解度をリアルタイムで評価する際に用いられてきた。

現在、その発展として、様々なユースケースのもと、感情推定を行う試みが行われている。具体的には、NECの感情分析ソリューションや脳波と心拍データから感情分類を行う研究が挙げられる。しかし、これらはあくまで、感情を大雑把に「喜怒哀楽」や「感動」といった基本的・特定の感情に焦点を当てており、個人の独自の感情や深層の心情は十分に配慮されていない。特に、ユーザーが同じ情緒を異なる時点で感じたときにその情緒を同じように推定できるかどうかは不明瞭である。さらに、一部のプロジェクトは感情の判定精度が高い一方で、その有効性は特定の条件、例えば特定の音楽を用いるなど、限定的な状況に制限されており、日常生活での感情の推定が行われていないという課題が存在している。

2. 目的

このような状況を踏まえ、本プロジェクトは心拍を使用して、パーソナライズされた感情推定を行うアプリケーションの開発を行う。ユーザーが体験するさまざまなシチュエーションや背景を考慮に入れ、より現実に即した感情の解析を提供することで、感情認識技術の実用性と普遍性を向上させる。また、「喜怒哀楽」などの簡単なラベリ

ングでは、「ときめき」・「エモい」・「懐かしい」・「幸せ」というような感情は一概に分類できない。これらのような感情の繊細さを捉え、人々が自分自身の感情を理解し、また他人に共有する手段を提供することがこのプロジェクトの目的である。

数多くの生体情報から心拍を使用する理由としては、心拍センサーをつけることによる日常生活への負担が比較的少ないためである。表情、筋肉の動きなどの生体情報も感情分析に役立つとされているが、これらのセンサーの装着や日常での使用は生活の中に溶け込みにくいという課題がある。例えば、顔の筋肉の動きを捉えるセンサーや脳波を取得するセンサーは顔や頭に装着する必要があり、外出時や人とのコミュニケーションの際に不自然であると感じる人も多いと考えられる。一方、心拍センサーは、小さく服の下に隠れるため、比較的日常生活に馴染みやすいと言える。私たちは、日常生活の中で使用することを考えているため、日常に溶け込みやすい心拍センサーを使用する。

従来の感情推定は、主に機械学習によって行われてきた。深層学習モデルの訓練には、多くの計算資源と計算時間を必要とするため、パーソナライズされた感情推定を行うことは難しい。一方、リザーバーコンピューティングを利用した先行研究として、脳波を用いた感情認識のための Echo State Network (ESN) の最適化に関する研究 (Fourati et al., 2018 [1]) が存在し、彼らの実験結果によれば、この手法は、困難とされる被験者間の感情認識の分類問題において、他の先進的な手法と比較して高いパフォーマンスを示している。

また、既存の感情分析のサービスでは、生体情報をクラウドなどのオンライン上で処理する方法が一般的であり、このような取り扱いはデータのセンシティブ性を考慮するとリスクを伴う場合がある。生体情報は非常に個人的でセンシティブなデータであり、これをオンライン上で取り扱うことはプライバシーの問題やセキュリティのリスクを増大させる可能性がある。そのため、ニューラルネットワークリザーバーを活用して、ローカルの計算機・デバイスで推定処理を行うアプローチを提案する。これにより、データのプライバシーを保護しつつ、高精度な感情推定が可能となる。ローカルでの処理は、外部とのデータのやり取りを最小限に抑えることができ、セキュリティの面でも利点が多い。この方法で、ユーザーは安心してサービスを使用することができるだろう。

以上の点を踏まえて、本プロジェクトでは、リザーバーコンピューティングを使用する。リザーバーコンピューティングの動的なシステム応答を生成して簡便な線形学習器でリードアウトするという特徴や、少ない計算資源と計算時間で学習を行える能力を持つという特徴を活かし、心拍においても感情の微妙なニュアンスやパーソナライズされた感情の推定を行えるのではないかと考える。これにより、従来の方法では捉えきれなかった細かい感情の変動や複雑な心の動きを理解する新しいアプローチが開拓される可能性が高いと考えている。

3. ソフトウェア開発内容

本プロジェクトでは、心拍を利用した個人にパーソナライズしたモバイル感情推定アプリケーション「EmoNote」の開発を行った（図 1～3 参照）。

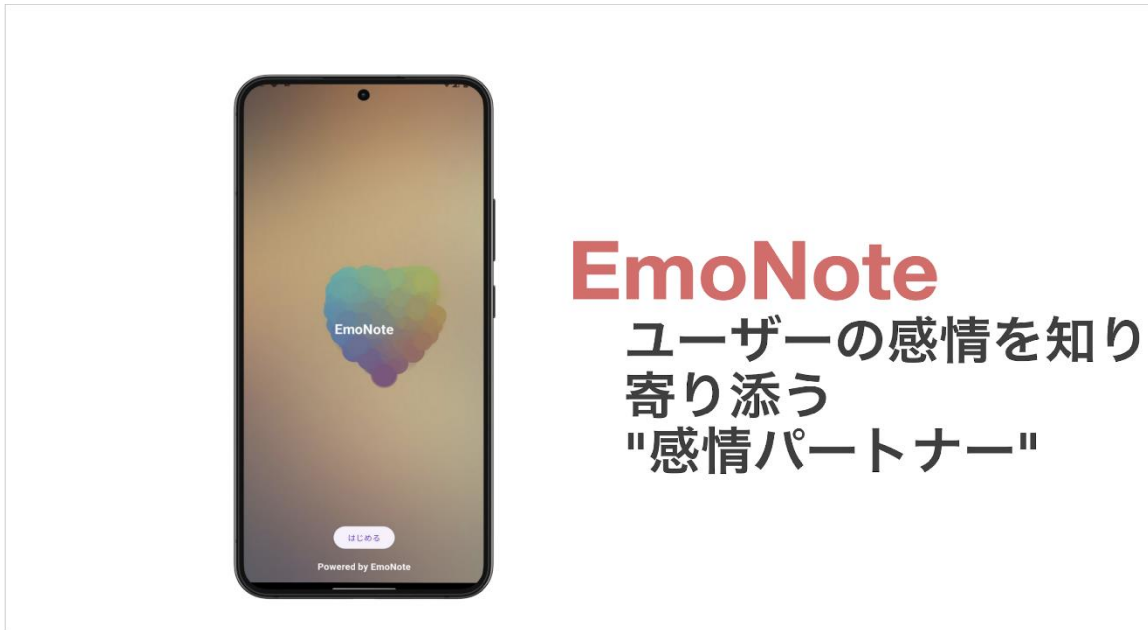


図 1: EmoNote の起動画面



図 2: EmoNote のメッセージ入力画面（左）と感情推定結果表示画面（右）



図 3: EmoNote のコメント表示画面

事業期間中は、アプリケーションのフロントエンドの開発とニューラルネットワークリザーバーモデルを用いるバックエンドの開発を行った。第一段階の開発目標は、事業期間終了までに、アプリケーション実装することであり、達成できた。心拍センサーは、Polar H10 を使用した。理由としては、Polar H10 は、論文などで多く使用されており、正確性がある程度担保されているためである（鈴木 他 2019 [7]）（松井 他 2022 [8]）。

アプリケーションは、主にポスト形式の感情・状況・心拍の追加・推定された感情の表示・2画面で構成し、推定された感情の表示の部分で、ユーザーの感情に応じた推定された感情に合わせてコメントも書かれている。バックエンド部分は、いくつかのモジュールから構成した。

- ・データ収集モジュール
心拍センサーからのデータを収集し、生データからモデルに入力するために適切な前処理を行う。
- ・感情ラベリングモジュール
ユーザーの感情入力時の直3分間を教師データとして使用するために、時系列の心拍データをリザーバーに通したものと感情ラベルと紐付ける。
- ・学習モジュール
収集された心拍データと感情ラベルを元に、リードアウトを追加学習し、パーソナライズされた感情推定モデルを構築する。
- ・推論モジュール
学習モジュールで学習したモデルを使用し、パーソナライズした感情を推定する。

これらのモジュールは、python が使用され、モバイル上に python 環境を構築することで可能となった。

4. 新規性・優位性

私たちの新規性と優位性は、Academic と Social の 2 面であると考えられる。

Academic Approach

一般に、私たちの感情は口頭で表現されるか、アンケートや日記といった方法で記録されてきた。しかし、これらの方法は細かな時間単位での記録が困難で、かつ主観的であり、個々の解釈に左右される可能性がある。これらの課題から、生体指標から感情を推定する既存のプロジェクト・研究として、

1. 手首に脈拍を取得できる「Silmee W20/W22」を使用し、脈拍データから、HAPPY、ANGRY、SAD、RELAXED の 4 つの感情のいずれかを提示するサービス(阿部 他 [2])
2. 脳波と心拍をそれぞれ取得し、両方のデータを使用し、悲しみ・恐れ・喜び・穏やかなの 4 つの感情を推定する研究(浦部 他 2020[3])
3. 精度向上を目的として、脳波と心拍変動指標の特徴量を抽出・選択し、喜怒哀楽の 4 感情への分類を行なった研究 (鈴木 圭, 松原 良太, 菅谷 みどり 2021[4])

などが挙げられ、心拍・脳波からの複数の感情の推定・分類や結果の「見える化」する革新的な試みを行っている。

また、感動のような一つの感情を心拍から推定するような研究も行われてきた。(吉田 他 2020 [5])

しかし、これらのアプローチは主に「喜怒哀楽」や「感動」といった基本的・特定の感情に焦点を当てており、個人の独自の感情や深層の心情には十分に配慮されていないという課題が存在する。特に、ユーザーが同じ情緒を異なる時点で感じたときにその情緒を同じように推定できるかどうかは不明瞭である。さらに、一部のプロジェクトは感情の判定精度が高い一方で、その有効性は特定の条件、例えば特定の音楽を用いるなど、限定的な状況に制限されており、日常生活での感情の推定が行われていない課題も存在している。

そこで、私たちのアプローチは、それぞれの人が感じる感情の微妙なニュアンスや多様性をニューラルネットワークリザバーで捉える。このようなパーソナライズ感情推定アプリケーションを開発することは、Affective Computing・Emotion Recognition 研究においても大きな貢献となると考えている。

Social Approach

また本プロジェクトの独創性・特色には、日常場面での使用を見据えてソーシャルアプローチを組み合わせていることが挙げられる。様々な文脈で心拍データからの感情推定の効果を検証するためには、限定された環境下の実験だけでなく、我々の実生活と接続することも必要だと考える。そこで、プロダクトの開発に併せて他産業と連携しながら、限定した環境下（具体的には家の中での過ごし方やショッピングなどプライベートの日常生活、工作中的日常場面など）での実証も進めていく。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

期待されるユーザー価値と社会へのインパクトは、心拍を用いた感情推定により、人々が自身の感情をより深く理解し、共有することを可能にすることである。この技術は、個人の精神的ウェルビーイングの向上に貢献するだけでなく、医療、教育、ワークプレイスなど多様な領域での応用が期待される。例えば、ストレスレベルのモニタリングを通じて、適切な健康管理や介入が可能となり、学習や仕事の効率向上にも寄与する可能性があると考えている。また、社会全体として、感情を理解し共感する文化の促進により、より豊かなコミュニケーションと人間関係の構築に貢献することができる第一歩を踏み出せたと考えている。

6. 氏名（所属）

福原 陸翔（法政大学 理工学部）

喜田 拓真（角川ドワンゴ学園 N 高等学校／合同会社 Z&Next）

（参考）関連 URL

[1] Rahma Fourati, Boudour Ammar, Javier Sanchez-Medina, Adel M. Alimi (2018). Unsupervised Learning in Reservoir Computing for EEG-based Emotion Recognition. IEEE Transactions on Affective Computing, 972 - 984

[2] 阿部 勝巳, 岩田 慎一郎 (2019). NEC 技報/Vol.72 No.1/新たな社会価値を生み出す AI 特集 働き方改革や健康経営を支える「NEC 感情分析ソリューション」. NEC 技報, 72(1), 21-26.

[3] 阿部 勝巳, 岩田 慎一郎 (2019). NEC 技報/Vol.72 No.1/新たな社会価値を生み出す AI 特集 働き方改革や健康経営を支える「NEC 感情分析ソリューション」. NEC 技報, 72(1), 21-26.

[4]鈴木 圭, 松原 良太, 菅谷 みどり.(2021) “機械学習による脳波指標と心拍変動指標を特徴量とした感情推定モデルの構築”. 人工知能学会全国大会論文集/第35回. online, 2021/06/08 - 2021/06/11, 一般社団法人 人工知能学会.

[5] 吉田 陵史 坪川 宏 (2020) “心拍センサを用いた感動判別”. 情報処理学会第82回全国大会 . 金沢工業大学. 2020 3/5 - 3/7, 一般社団法人情報処理学会