研究開発項目

1. AIoT によるヒト感情状態空間の構築

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目では、ウェアラブルデバイス等の IoT デバイスで取得する日常生活下での様々な感情と多次元生体情報（音声、連続身体活動量、心拍数、呼吸数等や計測時状況）を用いて、クラウド上で感情状態を客観的に推定する AIoT（AI×IoT）を開発します。本項目は、下記の 3 つの研究項目からなります。

① 多次元生体情報による感情推定技術の開発と臨床医学的妥当性評価
概要：ウェアラブルデバイス等の IoT デバイスで取得する日常生活下での様々な感情と多次元生体情報（音声、連続身体活動量、心拍数、呼吸数等や計測時状況）を用いて、クラウド上で感情状態を客観的に推定する臨床医学的妥当性を有する技術を開発します。

② 疾患患者を対象とした生体信号・感情計測
概要：ヒト感情状態空間の構築および、その臨床医学的妥当性の検証を行うために、患者を対象とした研究推進データの取得を行います。

③ Translational IoT クラウドシステムの開発
概要：大規模にヒトと動物（マウス・ラット）のリアルワールドでの生体情報を連続的かつ実時間で取得可能なクラウドシステムを構築します。

2. これまでの主な成果

ヒト感情状態推定技術の開発においては、既存の研究推進基盤データを用いて、日常生活下で記録された感情スコアを同時計測された生体信号から推定する機械学習モデルの構築を行いました（図1）。

[2022 年度までの主な成果]

・自発的身体活動データから、4 つの感情（抑うつ気分、不安感、肯定的気分、否定的気分）スコアを約 20%の誤差で推定
・音声データから、9 つの感情（（「はつらつとした」、「嬉しい」、「楽しい」、「暗い」、「嫌な」、「沈んだ」、「気がかりな」、「不安な」、「心配な」））を一致相関係数において平均値 0.55、最大値で 0.61 の精度で推定

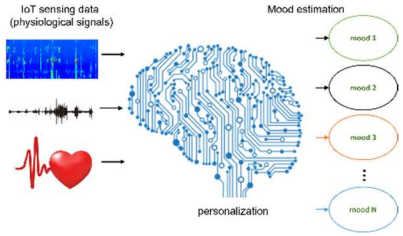

図 1

[2023 年度の主な成果]

身体活動に基づく 4 つの感情（抑うつ気分、肯定的気分、否定的気分、不安）の高低の 2 クラス分類で、個人適合化手法を導入することで、正解率、再現性、適合率、F1-score の全てにおいて 7 割を超える推定精度を実現しました。また、9 つの感情（「はつらつとした」、「嬉しい」、「楽しい」、「暗い」、「嫌な」、「沈んだ」、「気がかりな」、「不安な」、「心配な」）の主観的スコアを上記とは異なる個人適合化手法を組合わせた機械学習モデルで推定した結果、身体活動データから一致相関係数で平均 0.48 の精度を実現しました。さらに、マルチモーダル機械学習モデルを構築し、複数生体信号（音声と身体活動）を活用することで推定精度を向上させることに成功しました。

一方、ヒトと動物との共通計測基盤システムの構築では、これまで「さりげない」センシングを目指したリング型デバイスの開発と連携を実施してきました（図2）。本年度、既存 IoT クラウドシステムとの連携・実装が完了し、さらにシステムの検証およびサービス事業への展開を見据えた、介護付き有料老人ホームの認知症フロアの入居者を対象とした、バイタル・ストレス・睡眠等のさりげないセンシングに基づく見守りの実証実験を行いました。

また、本システムの動物計測への拡張開発として、マウス用のセンサのプロトタイプを作成し、その検証を実施しました。

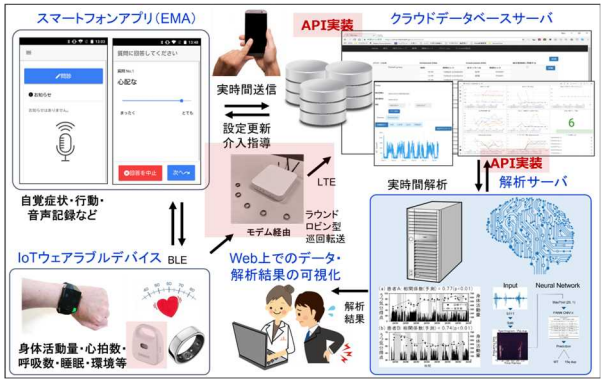

図 2

3. 今後の展開

・ 臨床データ（気分障害患者、不安症患者、失感情症群）の収集を継続して行い、それらを感情推定モデルの構築に利用することで、臨床医学的妥当性を有するモデルの構築へと展開します。
・ 動物 IoT センシングに向けた動物用デバイスの開発を実施します。

（中村 亨: 大阪大学、山本 義春: 東京大学
吉内 一浩: 東京大学）

国立研究開発法人 科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency

研究開発項目

2． 普遍的感情状態空間の構築

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目では、動物種を超えた普遍的感情状態空間の構築を目指します。疾患モデルマウス（不安や恐怖行動が増大する自閉症モデルマウスやうつ病感受性・抵抗性を有するマウス）や感情応答を誘発する刺激条件下（Social Defeat Stress：SDS）、あるいは薬剤投与等による変調を加えた状態での複数の生体信号（啼鳴、活動、心拍数・呼吸数など）を計測し、ヒト計測データとの併用により、生物学的妥当性を有する普遍的感情状態推定器を構築します。本項目は、下記の 2 つの研究項目からなります。

① 普遍的感情状態推定技術の開発
概要：動物種を超えた普遍的感情状態空間の構築を目指します。下記の研究項目で取得する動物での IoT 計測データとヒトでの IoT 計測データとを併用することにより、生物学的妥当性を有する普遍的感情状態推定器を構築します。

② 動物を対象とした生体信号・感情状態計測
概要：普遍的感情推定技術の開発に不可欠な動物IoT計測データを取得します。疾患モデルマウス（不安・恐怖行動が増加する自閉症モデルマウスやうつ病感受性・抵抗性を有するマウス）や感情応答を誘発する刺激条件下（Social Defeat Stress：SDS）、あるいは薬剤投与等による変調を加えた状態での複数の生体信号（啼鳴、活動、心拍数・呼吸数など）を計測します。

2. これまでの主な成果

動物種を超えた普遍的感情状態空間の構築を目的に、ヒト感情推定のために構築しつつあるモデルに基づき、動物用モデルを構築する方法（転移する手法）、あるいは、疾患動物データをいかにヒト感情推定モデルの構築に活用するかについて検討を行いました。また、その基盤となる動物モデルのデータ収集を行いました。

[2022 年度までの主な成果]

・うつ病モデルの一つである社会的敗北ストレス（Social Defeat Stress：SDS）マウスモデルの実験系を構築

・発症過程を含む長期期間にわたり、マウスの複数の生体信号心電図、体温、血圧、加速度など）を連続的に取得可能な計測システムの検討

[2023 年度の主な成果]

昨年度構築した SDS の実験系の妥当性検証を行いました。また、生体信号の計測系の評価として、拘束ストレス前後での生体信号（体温、活動量）応答測定を行い、計測データにストレス応答に関する情報が含まれことを確認しました。また、うつ病の発症前から発症後に渡る長期連続計測を実施しました（図1）。

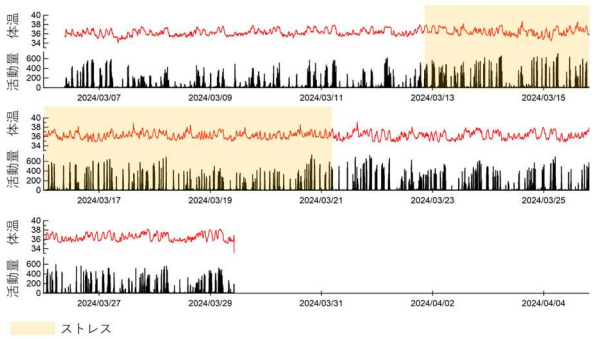

図 1

さらに、予備的解析として、発症前から発症後までの過程における生体信号ゆらぎの特徴量変化を解析しました。

3. 今後の展開

・ ヒト用に構築しつつある感情推定モデルを用いて、マウスの感情状態をどの程度推定可能であるかについて検証を行います。
・ マウスとヒトとで計測する生体信号データを活用した新たな感情推定モデルの構築を試みます。
・ SDS マウス等の生体信号データの計測を実施します。

（中村 亨: 大阪大学、山本 義春: 東京大学
内匠 透: 神戸大学）

研究開発項目

3． こころの好不調検知技術の確立

2023年度までの進捗状況

1. 概要

研究開発項目「AIoT によるヒト感情状態空間の構築」および「普遍的感情状態空間の構築」での成果等を踏まえ、感情状態の遷移動特性（遷移行列や遷移頻度、滞在時間・初通過時間などの確率論的性質）の解析に基づき、こころの好不調を検知・把握する技術を開発します（図1）。

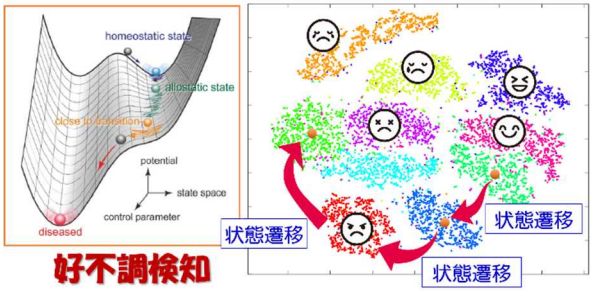

図 1

2. これまでの主な成果

本年度は、研究開発項目「普遍的感情状態空間の構築」で取得されつつある社会的敗北ストレス（Social Defeat Stress: SDS）マウスモデルのデータ数例を用いて予備的解析を行い、発症前後および遷移状態での生体信号ゆらぎの特徴変化を検討しました。同定された特徴量は好不調検知の指標として、今後検討を加えていきます。

一方、好不調の制御として、研究開発項目「AIoT によるヒト感情状態空間の構築」で開発を進めているクラウドシステムを用いて毎日の睡眠モニタリング・評価を行い、睡眠に不安定性を有する群と安定な群に対してランダムに睡眠衛生改善のプッシュ通知を送る介入を実施した研究データの解析を行いました（図2）。この研究は、micro-randomization を用いた Just-In-Time Adaptive Intervention として位置づけられる介入研究です。結果として、前日の睡眠に関するフィードバックは、睡眠時間の延長と起床時の気分および睡眠感の有意な改善を引き起こしました。また、このような効果は、不安定群のみに有効でした。

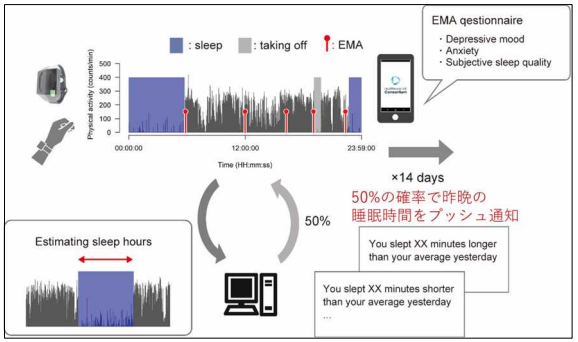

図 2

3. 今後の展開

・健常・疾患患者、疾患モデルマウスの感情状態の遷移動特性を解析し、こころの好不調を検知・把握する技術を開発します。

（中村 亨: 大阪大学、山本 義春: 東京大学）