

機密

## ゆらぎ学習により推定した ストレス状態に基づくウェルビーイング 空間制御手法の実装と評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科  
村田研究室  
原 啓太  
2023 / 02 / 14

1

機密

## 目的とアプローチ

4

- 目的
  - 個々人がストレスなく生き活きと活動できる  
ウェルビーイング空間が保たれるように空間を制御
- アプローチ
  - 複数の生体情報をリアルタイムに取得
  - ゆらぎ学習で個々人の心理状態を推定
  - アクチュエーターを使い空間を制御
    - ・ ウェルビーイング空間が保たれるように制御

ウェルビーイング空間制御概要図

4

機密

## 背景

2

- 働き方の変化、多様化
  - 働き方改革での長時間労働の是正
  - 新型コロナウイルスの流布でのテレワークなどの浸透
  - 生産性を向上させるためのシステムの研究、導入<sup>[3]</sup>
- 生産性の向上、効率化は精神的負荷を高める可能性
  - 単位時間当たりのストレスが向上
  - 個人の心理状態も考慮した働き方については検討の余地が存在<sup>[4]</sup>
- ストレス状態の推定手法およびその制御手法は未確立
  - 注力されている研究はうつ状態やうつ病の判別
  - ストレス状態を推定する手法や制御する手法は未確立

[3] 向後卓磨, 辻川剛毅, 木内幸浩, 西野淳, 橋本哲: "良い眠りのモデル予測制御によるオフィスでの生産性向上の実証", IEICE Conferences Archives The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (2019)

[4] 堀澤和典: "テレワークや仕事の柔軟性が従業員の幸福度・生活満足度・仕事と家庭の両立・ストレス・生産性に与える影響についての実証研究" 日本情報経営学会, pp. 105-108 (2020)

2

機密

## ストレス状態推定の実装

5

- 生体情報からゆらぎ学習で心理的な状態を推定
  - リストバンド型デバイスから生体情報を取得
    - ・ 5種の生体情報を取得
      - ・ 3軸加速度、血液量パルス、電気皮膚、心拍間隔、皮膚温度
    - ・ ストレス / 非ストレス 2つの状態を再現した空間で生体情報を取得
    - ・ サーバーとの接続により計算機に生体情報を送信
  - ストレス状態の推定
    - ・ ストレス / 非ストレスの2状態の推定
    - ・ 推定の結果は各生体情報での状態に対する確信度で出力
  - マルチモーダル統合処理で最終的な推定を結果を取得

リストバンド型デバイス

取得される生体情報例 (皮膚温度)

5

機密

## 関連研究：ストレス状態の推定

3

- 生体情報を利用した心理状態の推定<sup>[6]</sup>
  - 個々人の快適に感じる環境に応じたストレス状態の推定が可能
    - ・ 個人に合わせて生体情報ごとに特徴量を抽出
    - ・ 生体情報: 体温、心拍数、皮膚電気活動、脈波、鼓動間隔など
- ゆらぎ学習<sup>[7]</sup>を使ったマルチモーダル統合処理<sup>[9]</sup>
  - 脳の認知過程をモデル化した BAM<sup>[8]</sup>に基づく推定
    - ・ ノイズが含まれる観測情報から意思決定を行うことが可能
    - ・ ウェアラブルデバイスに含まれやすいノイズに対応
    - ・ 推定結果は意思決定の各選択肢に対する確信度で出力
  - 複数の生体情報での推定した結果を統合
    - ・ 確信度の低い生体情報をあらかじめ除外
    - ・ 単一の生体情報では判断できない場合に対応、推定精度の向上を実現

[6] P. Schmitt, A. Reiss, R. Duerichen, C. Marberger and K. Van Laerhoven: "Intro-during wearad, a multimodal dataset for wearable stress and affect detection", Proceedings of the 20th ACM international conference on multimodal interaction, pp. 409-409 (2018)

[7] M. Murata and K. Lehnitz: "Fluctuation-Induced Network Control and Learning: Applying the Yuragi Principle of Brain and Biological Systems", Springer (2021)

[8] S. Bittner, J. Brandenberg and S. J. Koenig: "A Bayesian attractor model for perceptual decision-making", PLoS Computational Biology, 11, 8, p. e1004442 (2015)

[9] R. Yoshida: "Stress detection from biological information by Yuragi learning and multimodal integration", Master's thesis, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University (2023)

3

機密

## ウェルビーイング空間制御の実装

6

- ウェルビーイング空間を保つように空間を制御
  - アクチュエーターとしてアシストサーキュレーター<sup>[3]</sup>を使用
    - ・ Linux搭載の小型計算機とシリアル通信を介して接続
    - ・ ネットワークを通じ計算機と接続することで遠隔で操作可能
  - ストレス / 非ストレス状態の推定結果を受け操作
    - ・ 一定の区間で平均を取りストレス状態の基準となる閾値と比較
    - ・ ストレス状態の場合ストレス状態を改善するよう空間に介入し空間を制御

アシストサーキュレーター      操作例 (風量弱)      操作例 (風量強)

[3] "DAIKIN assist-circulator", <https://www.ac.daikin.co.jp/assist-circulator>. (Accessed on 02/07/2023)

6

## 実験内容と評価

機密

7

- 被験者
  - 男性 1名
- 生体情報の取得
  - 2つの異なる温湿度の環境で生体情報を取得
    - ・ 部屋1：室温26℃、湿度70% (ストレス状態に対応)
    - ・ 部屋2：室温23℃、加湿なし (非ストレス状態に対応)
- ストレス状態の推定
  - 取得したデータの一部で2状態を学習
  - その他の部分を交互に入力し状態を推定
- ウェルビーイング空間制御
  - ストレス / 非ストレス状態の推定結果に応じて風量を増減
- 評価
  - 推定結果に対する動作が実施されるまでの時間を評価

7

## まとめと今後の課題

機密

10

- まとめ
  - ゆらぎ学習による個々人のストレス状態の推定
  - ウェルビーイング空間を保つための空間制御手法の実装と評価
  - 評価結果
    - ・ 推定において 82.5% の精度で正答
    - ・ 推定結果を受けてから平均 20.3 秒で制御
- 今後の課題
  - 自動制御を続けるプラットフォームの実装
    - ・ 今回は事前に取得した生体情報を交互に入力
    - ・ 推定 → 制御 → 推定を繰り返し、ウェルビーイング空間を常に実現

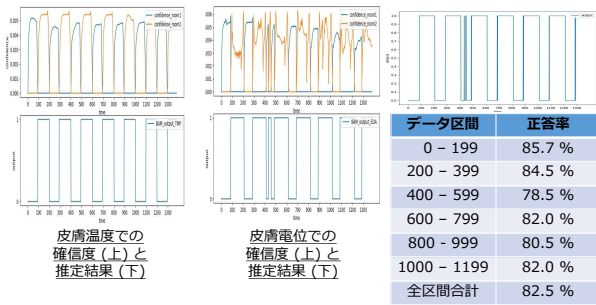
10

## 実験結果：ストレス状態の推定

機密

8

- マルチモーダル統合処理により8割ほどの正答を取得
  - 全データ区間にて安定し高水準な正答率
  - この推定結果をもとに制御を実行



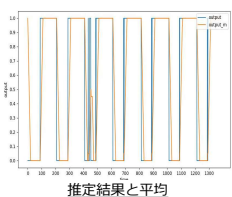
8

## 実験結果：ウェルビーイング空間制御

機密

9

- 非ストレス状態を改善したいタイミングで制御命令を送信
  - 20個の推定結果 (20秒相当) を1ブロックとし平均を計算
    - ・ 状態が部屋1に近づいているのなら風量を増加
    - ・ 状態が部屋2に戻れば機器の制御をもとの風量まで減衰
  - 入力の変化から制御動作がされるまでの時間を計測
    - ・ 平均動作遅延時間：20.3 秒
    - ・ 入力の切り替わりに合わせ制御ができていることを確認



9