

人間の緊張緩和を目的とした サイバーフィジカルシステムの実現

李 展毅^{*1}, 林 康弘^{*2}, 清木 康^{*3}

ChinNgai Li^{*1}, Yasuhiro Hayashi^{*2}, Yasushi Kiyoki^{*3}

^{*1*2*3} 武蔵野大学 データサイエンス学部

^{1*2*3} Faculty of Data Science, Musashino University

Email: ^{*1}s2222060@stu.musashino-u.ac.jp, {^{*2}yhayashi, ^{*3}y-kiyoki}@musashino-u.ac.jp

あらまし : 本研究の目的は,人間の緊張を緩和するために,ある人の生理情報を入力情報として,その人の緊張状態について分類を行い,各種デバイスを制御する緊張状態計測・緩和方式を実現する点にある.本方式を実現するために,サイバーフィジカルシステムを活用した.今回,入力情報として心拍数,呼吸頻度,皮膚電気活動 EDA が用いられる.緊張状態を分類・緩和するため知識ベース,出力装置として明かり・アロマ・音楽の組み合わせを定義した.環境情報として温度データも含めて本方式による実装を行なった.本取り組み結果について示す.

キーワード : Cyber-Physical System,生理情報,緊張緩和,機器制御, 知識ベース

1. はじめに

緊張状態を計測する方法と緊張を緩和する方法の研究は既にあるものの,両者を用いて使用者の緊張状態に応じた緩和対応をとるシステムはこれまでにない.本研究の目的は人間の生理情報を入力情報として,その人の緊張状態について分類を行い,その緊張を緩和する明かり・アロマ・音楽といった機器を制御する緊張状態計測・緩和方式を実現する点にある.この方式を実現するために,サイバーフィジカルシステムの基本技術要素を活用した.感性とマルチメディア研究成果をローカルな知識ベースおよび装置としてみなして,S(Sensing)と P(Processing)と A(Actuation)を連動させて緊張状態の計測・緩和に向けた計量方式をサイバーフィジカルシステムのメタレベルに設定することにより,人間を含めたデータモデルとオリジナルな計算方式を実現した. なお,本研究における生理情報と緊張状態との関係性は今までの感性とマルチメディア研究成果を参考した.

2. 緊張状態計測・緩和方式

本方式は,ある人の生理情報を入力情報として,その人の緊張状態について分類を行い,各種デバイスを制御する.センサにより計測された生理情報の値を閾値と比較し,閾値以上か未満か判定した後,種類別に時間,値,閾値未満か以上かの 3 つの項目でテーブルに保存する.また,緊張種類に分類時に,三つの生理情報のテーブルから閾値以上か未満かの列の最新のデータを取り,表 1 が示されているように閾値以上の項目の組み合わせから緊張種類を推定する.

表 1 知識ベースの設計(1=閾値以上,0=閾値未満)

EDA	呼吸	心拍数	緊張状態
1	1	1	不安+不快+怒り
1	1	0	不安+不快
1	0	1	不安+怒り
1	0	0	不安

0	1	0	不快
0	1	1	不快+怒り
0	0	1	怒り
0	0	0	リラックス

複数の緊張状態が判定された場合,不安が最優先とされ,次に不快,最後に怒りといった優先度で設定されている.本方式では,人間は各種メディア(視覚,嗅覚,聴覚)から生理情報データに変換する関数として捉えられる.

3. 実装方法

本方式の実装の全体概要は図 1 に示される.Fitbit, Web カメラと温度センサにより生理情報と環境データは収集される.収集されたデータを Raspberry Pi において緊張状態が分類され,表 2 と表 3 で定義される知識ベースに基づいて,明かり,アロマ,スピーカ,空調は制御される.

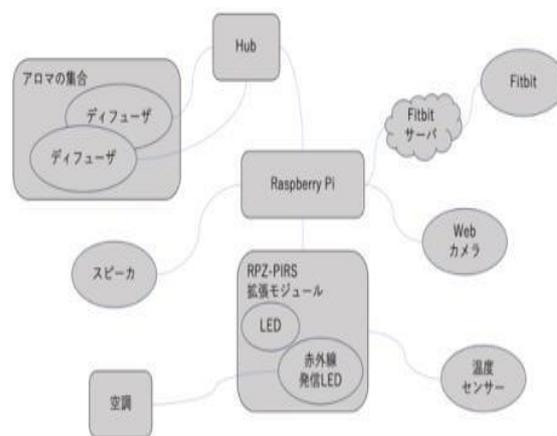


図 1 実装の全体概要

表2 各緊張状態への対応

緊張	対応	明かり	アロマ	音楽
不安	安心	青色	ミックス	練習曲変奏長調
不快	平穏	黄色	ユーカリ	ローエン格林
怒り	信頼	緑色	レモン	真夏の夜の夢

表3 温度と空調の設定

室温	空調の設定
27° C 以上	冷房 ON 暖房 OFF
26° C ~ 11° C 以内	空調 OFF
10° C 以下	冷房 OFF 暖房 ON

本実装では、室温データは Raspberry Pi 拡張モジュール RPZ-PIRS の温度センサを使用して収集される。心拍数は Fitbit Charge5 の LED 光感度検出器に計測される。閾値は 1 分間 70 回に設定される。EDA は Fitbit Charge5 により検出される皮膚の汗の変化量を用いる。閾値は 2 分間 20 回の反応に設定される。呼吸頻度データはオプティカルフローが用いられて、Web カメラから画像の差分から結果が一定値以内であると呼吸一回と判断される。呼吸回数閾値は 1 分間 21 回に設定される。明かり部分は RPZ-PIRS 拡張モジュールに設置される 2 色の LED 電球が用いられ、黄・青・緑の三色が光る。アロマ部分は USB Hub が利用されアロマディフューザーの電源制御が行われる。用いられた SOGOI-Hub は最大 2 ポートしか電源制御できないので、2 種類のアロマが混合され、3 種類の香りが放出される。音楽部分は Raspberry Pi に接続されたスピーカから、音楽が再生される。

4. 評価・考察

実装したシステムが動作することを確認した。本システムは、呼吸データの精度が低く、EDA データの取得も自動的に行われていない。本システムの実現可能性を高めるためには、センシングを精度と頻度を高めることが必要である。

5. まとめ

緊張状態計測・緩和方式を提案し、使用者の生理情報と緊張状態に関する知識ベースの構築、データモデルの設計、Raspberry Pi を用いた各種機器の制御、実データの計測実験を行った。

今後の課題としてシステムの更なる改良、および使用者の個人差を考慮したフィードバックを実現する。

参考文献

- (1) 村瀬他,「視聴覚刺激による情動の変化—心拍変動の分析—,産業医科大学雑誌,第 26 巻,第 4 号,pp.461-471(2004)
- (2) 大串健吾,「音楽と感情」,バイオメカニズム学会誌,第 30 巻,第 1 号,pp 3-7(2006)
- (3) 梶原他,「顔面温度変化および皮膚電気活動を用いた

運転者の精神的負荷評価」,ヒューマンインタフェース学会論文誌,第 12 巻,第 4 号,pp.365-370(2010)

- (4) 松本他,「心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究」,ライフサポート,第 22 巻,第 3 号,pp.19-25(2010)
- (5) 夏原他,「機械学習による心拍変動からの感情推定」,音楽音響研究会資料,第 35 巻,第 4 号,pp.111-116(2016)
- (6) 竹澤他,「感性印象に基づくエッセンシャルオイルのマップ構築—専門家による香りの感性印象尺度—」,JSKE 第 24 回日本感性工学会大会,第 24 巻,pp.2B-1-05(2022)
- (7) FitbitCharge5 マニュアル,https://help.fitbit.com/manuals/manual_charge_5_ja.pdf(2023 年 12 月 15 日確認)