

電子情報通信学会「著作権規程」の基本方針より

電子的利用については、著作者本人ならびに所属機関が著作者の著作物の全文を著作者の研究室や所属機関のホームページもしくはプレプリントサーバに掲載する場合、一定条件の下で出版社版 PDF もしくは早期公開版 PDF の掲載を許諾します。

※掲載条件等、詳細については「利用申請基準」を御覧ください。

本会出版物に掲載された論文等の著作物の利用申請基準より

条件 A : 権利表示 (例 copyrightc2013 IEICE)

条件 B : 出版社版 PDF(紙版をスキャンで作成したもの含) の掲載。著者最終版は不可。

条件 C : 出所の明示 (例 著作者名、書名 (題号)、雑誌名、巻、号、頁、発行年など)

条件 D : 著作者の了解

条件 E : IEICE Transactions Online トップページへのリンク

上記、公開基準に従い出版社版 PDF を公開いたします。

なお、IEICE Transactions Online トップページは下記になります。

<https://search.ieice.org/>

学習者の生体情報に基づく個別最適化学習支援システムの提案

A Proposal of a Personalized Learning Support System Based on Learners' Biometric Data

梅澤 克之¹
Katauyuki Umezawa

清水 康慈¹
Koji Shimizu

中澤 真²
Makoto Nakazawa

平澤 茂一³
Shigeichi Hirasawa

湘南工科大¹
Shonan Inst. of Tech.

会津大短大部²
Junior College of Aizu

早大³
Waseda Univ.

1 背景と目的

現状の遠隔オンデマンド型学習システムはあらかじめ用意された学習コンテンツを使うだけであり、学習者一人ひとりの学習状況に応じたきめ細かな対応ができるものではない。本研究の目的は、学習履歴や学習時の生体情報（脳波や心拍変動など）を計測することで、学習者の学習状態を把握し個人ごとに最適化された難易度調整機能を持つ個別最適化された学習支援システムを開発することである。

2 従来研究

学習者の状態を客観的に評価する試みとして、学習者の性格特性によって集中度が高まるタイミングや持続時間が異なることが示唆されている [1]。また、学習者のレベルに応じて問題を提供するアダプティブ・ラーニングの研究として、自然言語処理技術（例：BERT）を活用した手法が提案されている [2]。また、プログラミング教育においても、シナリオに基づいて多様な演習問題を自動生成する手法が提案されている [3]。

3 提案システム

3.1 全体概要

本研究では、脳波と心拍変動をリアルタイムで計測・分析し、学習者の状態に応じた難易度の課題を提示する、個別最適化マルチモーダル学習支援システムを開発する。システムの全体像は、学習者が使用するローカルクライアントと、中央処理を担うホストサーバから構成されるクライアント・サーバモデルを採用する。全体像を図1に示す。

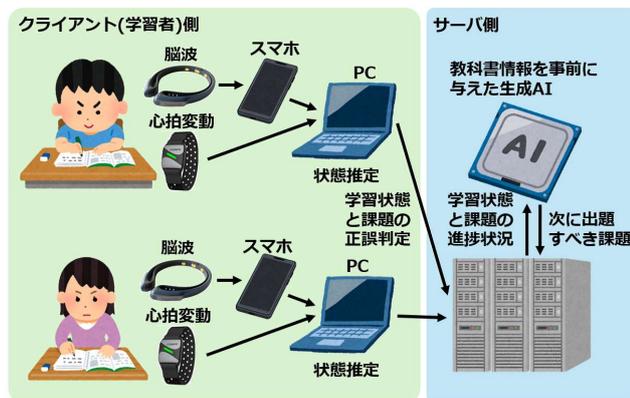


図1 全体概要図

3.2 クライアント側での生体情報の計測について

今回の実装では生体情報として脳波と心拍変動に対応した。脳波計測に関しては FocusCalm を用いた。このデバイスは Bluetooth 通信によってスマートフォン上の GoodBrain アプリと接続し、さらに UDP 通信により PC にデータを送信できる。心拍変動計には Coospo HW807 を用いた。このデバイスは Bluetooth 通信によって直接 PC にデータを送信できる。

3.3 クライアント側での学習状態の推定について

クライアント側の PC 上で、計測した脳波データを心拍変動データを用いて、1 秒ごとの学習状態（集中、リラックス、混乱、退屈）を判定した。判定手法は、従来研究 [4] の方法を活用した。

3.4 サーバ側での次課題の生成について

サーバ側では、複数の学習者から学習状態と学習状態と課題の正誤判定情報を受け取り、それらの情報を教科書情報を事前に与えた生成 AI (Gemini 2.5 Flash) に API 経由で送信し、次に出題すべき課題を生成させた。

4 結論

本研究では、学習時の生体情報（脳波と心拍変動）を計測し、学習者の学習状態を把握し個人ごとに最適化された難易度調整機能を持つ個別最適化された学習支援システムを開発を行った。

参考文献

- [1] 上條浩一, 塩尻亜希, 大関和夫, 鈴木雅美, 門田裕次, “授業における学生の性格・理解度と集中度の関係,” 日本教育工学会 2024 年度研究報告集 2 号, p.p. 80–86, 2024.
- [2] 和久友親, 田村哲嗣, 川瀬真弓, “学習者の理解度に応じた自動問題生成 AI システムの開発,” 日本教育工学会論文誌 48 巻 2 号, p.p. 423–435, 2024.
- [3] 田中英武, 井垣宏, 嶋利一真, 福安直樹, 松本健一, “シナリオを活用した多様なプログラミング演習問題自動生成手法の提案,” 情報処理学会論文誌 66 巻 4 号, p.p. 687–700, 2025.
- [4] 鈴木圭, 松原良太, 菅谷みどり, “機械学習による脳波指標と心拍変動指標を解く張力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 JSAI2021, p.p. 1–4, 2021.