

机上の振動を用いた学習者の状況予測による 学習支援システムの研究

WONG CHING JIN[†] 野田 雄希[‡] 水谷 晃三^{†‡}

帝京大学工学部情報電子工学科[†] 帝京大学大学院理工学研究科[‡]

1. はじめに

本研究では机上の振動を用いて学習者の状況を予測することにより学習支援を行うシステムの実現を目指している。本稿では、深層学習による学習者の状況の予測とその仕組みを用いた試作システムについて述べる。

2. 研究背景

学習者の状態推定により学習支援を行う研究はこれまで多く行われてきた。松居らは視線や脳活動などの生体情報を用いて学習者の心的状態を推定し学習支援を行う方法を試みた[1]。長谷川らは、PC 内蔵カメラを利用し学習者のエンゲージメントを分析する研究を行った[2]。これらの研究では、生体計測機器を学習者に装着させたりビデオカメラなどの機材を用いたりしているためコストが高く、生体情報やカメラの映像など用いるため、特にオンライン型授業を想定するとプライバシー保護の観点で懸念が残る。

一方、溝口らは、机上ノイズ音から筆記状況を判定することにより学習の習慣化を支援する研究を行った[3,4]。溝口らの研究では推定する状態は筆記に限られているため、講義の聴講やパソコン操作などそのほかの状態については推定できない。しかしながら、机上の振動から学習者の状態を推定する方法は、前述のような装置を用いる方法や、空間音声を用いる方法、専用のソフトを学習者の端末にインストールする方法に比べ、学習者のプライバシーを侵害しにくいと考えられる。

そこで、本研究では机上の振動を捉えるセンサによって学習者状況を捉え、その特徴から予測を行うことにより学習支援を行うシステムについて検討する。将来的にはスマートスピーカにこれらの仕組みを実装して、この装置のみで学習支援を行うことを想定している。

A Study for Learning Support Systems based on Learner's State Estimation Using Desk Vibration

Wong Ching Jin[†], Noda Yuki[‡], Mizutani Kozo^{†‡}

[†]Department of Information and Electronic Engineering, Faculty of Science and Engineering, Teikyo University

[‡]Graduate School of Science and Engineering, Teikyo University.

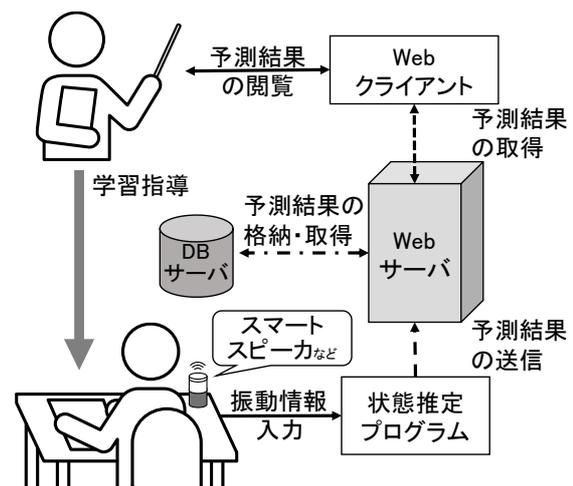
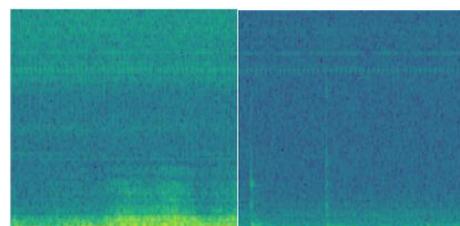


図1 システムの構成



(a)筆記 (b)クリック
図2 スペクトログラム画像の例

3. 方法

3.1. 概要

図1のようにスマートスピーカを設置しうる位置に機の振動を捉えるセンサとしてのマイクを設置する。状態推定プログラムにおいてマイクから取得した振動（および音）に対し深層学習を用いて学習者の状態を推定する。この結果をWebサーバへ送信してDBへ格納すると共に、Webクライアントへ送信することで教授者へこの結果をフィードバックする。

3.2. 状態推定プログラム

学習者の状態を即時に把握するため、学習者の机に伝わる振動をリアルタイムに収録し、学習者の状態を推定し、結果をWebサーバに送信するプログラムである。本研究では振動の波形を図2のようなスペクトログラム画像に変換し、ニューラルネットワークにより識別する手法を用いる。ニューラルネットワークは正規化層、

畳み込み層，プーリング層などを持つ CNN を利用する．本研究では推定する学習者の状態として，クリック，タイピング，筆記と無作業を分類する．

3.3. Webクライアント

状態推定プログラムからの結果の DB への記録と，教授者側が学習者の状態を確認するための機能をもつ Web アプリケーションである (図3)．学習者ごとの最新状態とその継続時間を同時に表示する画面と特定学習者の状態の継続時間の一覧画面を用意する．WebSocket によりリアルタイムに最新状態が反映されるようにしている．

4. モデル評価及び考察

独自のデータセットを用意して状態推定モデルを作成した．データ作成のための収録には天板の大きさが 65cm×45cm，厚さが約 1.6cm の机を利用し，図4のようにマイク，PC，ノートを配置して，一定の距離を保ちながら作成した．3名の被験者に指示を与え，クリック，タイピング，筆記の音を収録した．収録したデータの音声の長さは 0.5 秒とした．また，同一の音声データに対して無作業部分の長さを調整することでデータのバリエーションを増やした．その結果，全 1800 データ，状態ごとに 450 データを得た．

全データを 8:1:1 の比率で学習データ，検証データとテストデータにランダムに分割し，学習データを用いて 100 エポック学習させることで状態推定モデルを作成した．結果として，検証データに対して約 96%，テストデータに対して約 97%の精度で推定モデルが音声データを識別できることが確認された．表1は，テストデータに対する予測結果であり，縦軸は入力音声の状態，横軸は予測結果を表している．タイピングの識別精度が比較的に低かったことが分かった．

本実験でのデータセットは，機材間が一定距離を保った状態で作成したが，実用性を踏まえると学習者ごとに配置置が異なる場合も考慮されるべきである．机の天板の材質，機材の種類や配置などの違いで評価が大きく変わる可能性もある．そのため，実用性を高めるには上記をふまえて学習用データをさらに増やす必要がある．

5. おわりに

本研究では，机上の振動を用いた状況予測とそれを用いたシステムを試作した．状況予測し結果をリアルタイムに教授者へフィードバックする仕組みの実装はできた．今後の課題として，推定できる状態の種類を増やしたり，より実用



図3 Webクライアントの画面例



図4 実験環境

表1 テストデータに対する予測結果

状態	クリック	無作業	タイピング	筆記
	クリック	97.3%	0.0%	2.7%
無作業	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
タイピング	0.0%	10.5%	89.5%	0.0%
筆記	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	クリック	無作業	タイピング	筆記
	予測			

的に使用できるように識別精度を改善したりする必要があると考えられる．

参考文献

- [1] 松居辰則：生体情報を用いた学習者の心的状態推定と学習支援の試み，教育システム情報学会誌，Vol.36, No.2, pp.76-83, 2019.
- [2] 長谷川忍，卯木輝彦：PC 内蔵カメラを利用した学習者のエンゲージメント分析に関する検討，人工知能学会，2018 年度人工知能学会全国大会（第 32 回）．
- [3] 溝口啓太，三好康夫：学習習慣化及び促進支援のための学習見守りデバイスの設計，JSiSE 研究会研究報告，Vol.33, No.3, pp.13-16, 2018.
- [4] 溝口啓太，三好康夫：学習習慣化支援のための机上ノイズ音から筆記状況を判定する手法の開発，教育システム情報学会，2017 年度学生研究発表会，Vol.2017, pp.235-236, 2018.