

指動作追跡技術を活用した 点字初学者向け触読位置伝達システム

村田勇樹† 市川涼介† 巽久行† 堀江則之†
筑波技術大学†

1. はじめに

点字初学者が晴眼者や点字熟達者と共に授業に参加する場合、授業資料を参照する際に触読速度が授業進度に追い付かず、遅れを取ることがある。文科省の点字学習指導の手引き[1]では、教科学習を効率的に行える触読量は1分間に450マス(約350文字)とされる。牟田口らの調査[2]では、点字熟達者の触読量は1分間に平均424.2文字である。また、小林らの調査[3]では、一般大学生の読書量は1分間に平均653文字であり、点字初学者が十分な触読能力を身に着けることができず、授業に参加していることは珍しくなく、単位時間あたりに取得できる情報量には大きな開きがある。

1.1 点字初学者における遠隔授業の課題

対面授業では、全体の授業を中断させることなく、適切な触読位置を点字初学者自身が周囲に質問できる。そして、教員は目の前で手間取る点字初学者に支援の手を差し伸べやすい環境である。一方、コロナ禍で普及した遠隔授業の場合、同時に複数人が発話することは難しく、適切な触読位置を質問するには、全体の授業を一時的に中断する必要がある。授業中に触読位置を見失うことは何度もあるため、円滑な授業の実施に影響を及ぼす恐れや授業を中断させることへの心的負担が懸念される。また、教員は映像や音声から学生の様子を確認することになるため、点字初学者が手間取る様子や現在の触読状況を把握することが難しい。

1.2 研究目的

点字初学者が遠隔授業に参加する場合、現在の触読状況を遠隔地の教員と常に共有することが重要であると考えられる。本研究では、遠隔地の教員が点字初学者の触読状況を把握できる触読位置伝達システムを提案する。触読状況を教員が把握することで、授業進度を柔軟に調整することが可能となり、触読遅延の改善が期待できる。触読結果を比較検討することで、提案システムの有効性を評価する。

2. 提案システムの概要

2.1 ハードウェアと事前準備

ハードウェアには、①タッチパネル搭載ノートパソコン、②学生撮影用カメラ、③手元撮影用カメラを用いる。また、④触読教材を図1(a)のようにタッチパネル上に固定する。

事前に点字資料の印刷と墨字版可読データの作成を行う。点字資料は22行32マス/1枚の標準片面書式に準拠する。本研究では、墨字版可読データの作成を無料で利用可能なT・エディタで行い、図1(b)に示すようにページごとに画像ファイルとして保存し、利用する手法を採用する。図2は提案システムの概念モデルを示したものである。

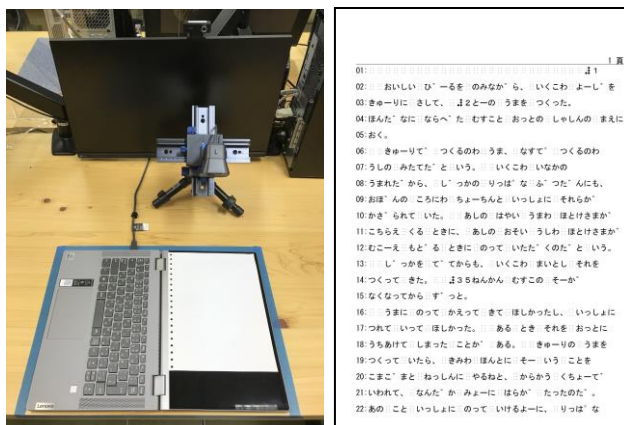


図1 提案システム 左(a)全体像 右(b)墨字版可読データ

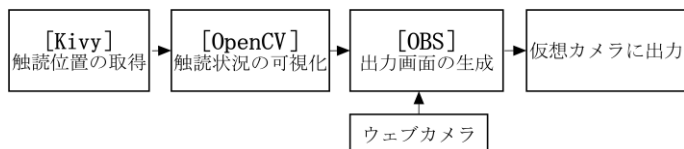


図2 提案システムの概念モデル

2.2 触読位置の検出

タッチパネル上の点字資料を触読することで、触読位置を座標として取得し、触読中の行数を判定する。座標取得にはPythonのKivyを活用する。触読座標、触読中の行数、キーボード入力されたページ数を125ms間隔で更新する。

2.3 触読状況の出力

墨字版可読データ上に触読中の行を重ねて強調表示する。また、触読中の具体的な位置も軌跡として描画する。描画にはPythonのOpenCVを用いる。出力画面とカメラ映像を合成し、仮想カメラ映像を構築する。本研究ではZoom会議を用いて仮想カメラ映像を出力することで、点字初学者の触読状況を教員へ伝達する仕組みを実現する。

3. 評価実験

遠隔授業を想定した提案システムの評価実験を実施する。実験協力者には、教員1名と点字学生8名(初学者4名(3年未満)、熟練者4名(5年以上))を選定した。想定する遠隔授業は教員と学生が資料を参照しながら読み進める形式である。

Tactile position transfer system for novice Braille reader
by utilizing finger movement tracking technology
† YUKI MURATA † RYOSUKE ICHIKAWA
† HISAYUKI TATSUMI † NORIYUKI HORIE
† Tsukuba University of Technology

3.1 実験手法

遠隔授業を再現するために教員と学生は別室から一対一の環境で Zoom に参加する。なお、両者のマイクは常に有効な状態で会話は自由とする。例文を前後半 5 分ずつ、教員には音読を依頼し、学生には教員が音読する個所の触読を依頼する。実験中は、提案システムの誤認識防止のため、学生には指先部分が欠けた綿製の手袋の着用も依頼する。

前半は、提案システムの出力画面を教員に提示しない場合を検証し、後半は出力画面を提示した場合の検証を行う。前後半で音読箇所と触読箇所のずれを定量的に評価する。なお、点字資料の張替え作業時間は実験を中断する。また、墨字と点字は文字体系が異なり、厳密な文字数比較が困難なため、本実験では点字資料の行数を比較対象とする。

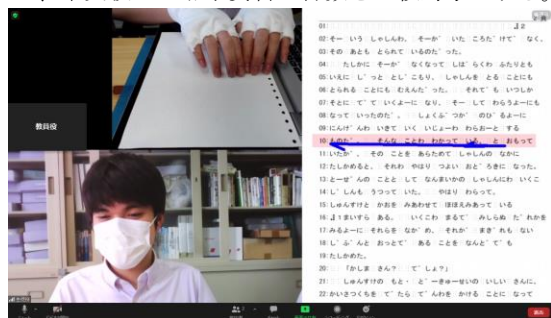


図3 提案システム出力画面

3.2 実験結果

表1の同期率は教員の音読行と学生の触読行が一致した時間の割合であり、到達行数は学生が時間内に触読を完了させた行数である。学生8名の結果は以下の通りである。

表1 同期率と到達行数の比較

システム	両者間の同期率% (同期時間/300秒)		到達行数	
	なし	あり	なし	あり
初学A	33%(100)	92%(277)	19行	29行
初学B	3%(9)	57%(17)	21行	22行
初学C	1%(4)	87%(261)	2行	8行
初学D	21%(63)	93%(279)	14行	20行
熟練A	98%(296)	98%(296)	74行	89行
熟練B	98%(295)	98%(295)	76行	62行
熟練C	94%(284)	97%(292)	67行	63行
熟練D	97%(292)	98%(296)	71行	51行

4. 考察

提案システムの有無による同期率に着目すると、初学者は平均 14.5% から 82.2% に大きく改善した。一方、熟練者は平均 96.7% から 97.7% となり、変化がなかった。教員が学生の触読状況を把握することで、触読速度に合わせた音読が可能となり、同期率の向上につながったと考えられる。

提案システムの有無による到達行に着目すると、初学者は平均 14 行から 20 行に改善した。一方、熟練者は平均 72 行から 66 行に低下した。提案システムにより、音読速度が低下し、触読量は減少すると予想したが、初学者の到達行は増加した。探索時間の短縮が増加の要因と考えられる。

遠隔地の教員が触読状況を把握することで、進度を柔軟に調整することが可能となった。一方、評価実験後に実施したヒアリング調査では、実験参加者から「教材の張替え作業やページ番号の更新に手間がかかる」等の意見が寄せられ、実用にはさらなる改善が求められる結果となった。

5. AR マーカーを活用した新システム

旧システムからの変更点は、①タッチパネル搭載ノートパソコンを必須要件から除外、②指動作追跡を画像認識に変更、③ページ更新の自動化の3点である。一方、事前の準備や出力画面の構成については旧システムと同様である。

点字資料の四つ角に書誌情報等を付加した AR マーカーを添付し、画像認識により正面からマーカーの座標を取得する。取得座標から台形補正を施し、行座標を確定する。触読中の手指の座標は、Media Pipe の Hand Tracking により取得し、行座標と比較することで触読中の行を判定する。

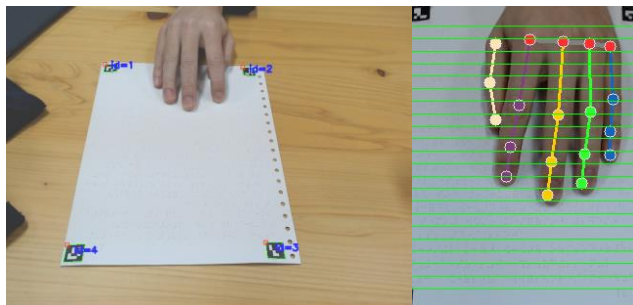


図4 新システムの触読位置検出の様子

6. 認識精度の比較実験

旧システムと新システムの精度を比較するため、無作為に点字資料を 20 箇所触れて認識精度を比較した。その結果、実際の行と出力行が一致していた割合は、旧システムでは 18/20 回(90%)、新システムでは 15/20 回(75%)であった。全てのずれは 1 行以内であり、点字初学者の触読能力次第ではあるが、両者とも実用に耐えうる精度が確認できた。

7. おわりに

本研究では、教員が点字初学者の触読状況を遠隔地から把握できる触読位置伝達システムを提案した。実験の結果、熟練者への有効性は確認できなかったが、初学者への一定程度の有効性が示された。今後は触読への応用や点字指導への活用も検討したい。また、インクルーシブ教育が広がる中で、点字を利用する児童生徒学生の状況を教員が把握できる点についてもさらなる可能性を検討していきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省: 点字学習指導の手引(平成 15 年改訂版), 日本文教出版, 2003
- [2] 牟田口辰己: “点字読み熟達者の読速度に関する研究—読速度の左右度に焦点を当てて—”, 特殊教育学研究, Vol.50, No.4, pp.343-352, 2012
- [3] 小林潤平, 川嶋稔夫: “日本語文章の読み速度の個人差をもたらす眼球運動”, 映像情報メディア学会誌, Vol.72, No.10, pp.J154-J159, 2018