

学習者筆記の自動ブロック分割

前田 祐樹^{1,a)} 三浦 元喜^{2,b)}

概要: デジタルペンによって学習者の筆記活動を収集すると、他の学習者の参考になる生の筆記データをプロジェクタに投影したり、活動内容を分析したりすることが可能になる。しかし、収集した筆記をただプロジェクタに表示した場合個人の筆記が見にくいことがある。そこで我々は学習者の筆記に対して意味が理解できると考えられるブロックの自動分割システムを提案する。本論文では、ブロックは筆記の一文のことであり、本手法のブロック分割と実際に人が分割したブロックを比較して、評価を行った。結果として、ブロックの抽出率は 58.8%の抽出結果となった。

Automatic Segmentation of Learners' Online Handwritten Text

YUKI MAEDA^{1,a)} MOTOKI MIURA^{2,b)}

Abstract: Collecting of student notes by digital pen enables teachers to share the student notes to the class by a projected screen, and analyze the notes to enhance group learning. However, one handwritten note is hard to see by simply displaying the collected handwritten on the projector. Therefore, we developed and proposed a separating automatically system of blocks which the meaning can be understood for students. In this paper, the block is a sentence of writing, we evaluated by comparing blocks of proposed method and blocks actually separated by people. As a result, the extraction rate of the block was 58.8 %.

1. 背景

教育の情報化が浸透し、一般的な授業においてタブレットやノート PC、スマートフォンなどのデジタル機器を学習者が日常的に使用することが増えている。学習者がネットワークに接続されたデジタル機器を使用すると、教師が学習者の回答や考えを授業時間中に適宜収集し、全体的な学生の回答状況を知ることができる。こうした学習者の回答や考えを収集して、類似しているものをまとめて表示することで、学習者は他人の考えと自分の考えを対比させたり、関連付けたりすることができるようになる。

タブレットやノート PC、スマートフォンなどのデジタル機器は、ディスプレイに教材や講義資料を表示することができたり、教師からのフィードバックを提示すること

ができるため有用性が高い。一方、こうした多機能なデジタル機器やデバイスは、起動や入力のための操作が複雑になりがちである。そのため、学習者が操作に慣れるための時間を必要としたり、学習には直接関係ない知識を得る必要があったりする。

学習者の操作に対する負荷や負担を最小限に抑える方法として、デジタルペンによって学習状況を収集する方法が提案されている [1], [2], [3]。デジタルペンにはいくつかの方式があるが、アノト方式のデジタルペンは特殊なドットパターンが埋め込まれた専用紙を、ペン先のカメラが読み取って筆記を電子化する方式を採用しており、一般的な「紙」と「ペン」のみで学習者の活動（回答や考え）を収集できるという特徴がある。アノト方式のデジタルペンには通常、ディスプレイは付属していないため、教師が学習者に個別にフィードバックを返すことはできないが、集約した筆記をプロジェクタで投影することによって学習者に他者の回答や考えを見せることができる。

デジタルペンによって学習者の筆記を逐次集約して、プロジェクタで提示する利点として、(1) 学習者の間違い

¹ 九州工業大学大学院 工学府 先端機能システム工学専攻
Department of Applied Science for Integrated System Engineering, Kyushu Institute of Technology

² 九州工業大学 基礎科学研究系
Faculty of Basic Sciences, Kyushu Institute of Technology

a) maeda@ist.mns.kyutech.ac.jp

b) miuramo@mns.kyutech.ac.jp

を含む、生の回答を提示できること、(2) 集約した筆記を計算機で分析・判定して、リアルタイムに採点結果や類似性を求め、フィードバックできることの2つが挙げられる。

杉原ら [4] は一般的な教室での集団授業において、他の学習者の考えを知ることにより教室でのコミュニケーションを活性化し、学習者同士のインタラクションが増加することを報告している。しかし、すべての学習者の筆記を単純にプロジェクタに投影しても、1人1人の筆記が小さくなり、プロジェクタを見ている人には、見づらくなってしまふ。また、1人1人の筆記に対して拡大するにしても、どこを拡大するかを操作しては学習者の筆記の数だけ操作が必要になってしまう。そこで、我々は学習者の筆記に対して意味が理解できるブロックを作り、プロジェクタに筆記につけてブロックを表示することで、筆記を理解することができる。この論文では、意味が理解できるブロックを筆記の一文と考え、筆記の一文を抽出する手法を提案し、評価を行う。

2. ブロック分割

ブロック分割を行うために筆記をどのように分割するか考える必要がある。

大西ら [5] は板書領域のブロック分割を行っており、講義者が黒板に板書したものを抽出し、意味的に一つのかたまりを構成するブロックを分割している。一般に横書きのとき、筆記は上から下へ、左から右へ書く傾向が見受けられる。

そこで筆記に対して座標をとり、書いている筆記とその前の筆記の位置関係を調べ、分割条件を決める。分割条件は、書いている筆記の始まりがその前の筆記よりも、左下にあるときと決めた。しかし、学習者の筆記の中には常に一文が終わるときに、左下に移動するわけではない。筆記が下まで続いたあとに右上に書く場合がある。そこで、分割条件として、書いている筆記がその前の筆記よりも上にある場合も加えた。分割の結果の例が図1の黒の矩形である。この分割だけでは一文として抽出することができないので、この黒の矩形をまとめる統合条件を決めた。統合条件は、前の黒の矩形で統合されておらず、同じy軸にあることを条件とした。統合結果の例が図1の赤の矩形である。

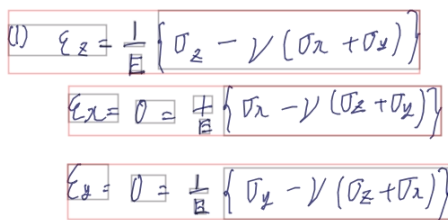


図1 ブロック分割 (黒:筆記に対する分割, 赤:ブロック)

Fig. 1 Separation of blocks. Black squares for writing, Red squares for sentences

3. 評価実験

本手法を用いて、実際に大学の材料力学の講義 20 名分の筆記データに対して、ブロック抽出の実験を行った。実験は、本手法の分割と、実際に人が分割したブロックを比較して、ブロック抽出率と過分割であるか、過統合であるかを検証した。ブロック抽出率は人が分割したブロックを分母に、正しく抽出できたブロックを分子として求めた。過統合は、図2のように書いている文を前の一文に含めてしまった場合の文の数であり、例として、図2では過統合した文を2つと考える。過分割は、図3のように一文であるにもかかわらず、分割条件を満たしてしまったため分割してしまった場合の文の数であり。例として、図3では過分割した分を1つと考える。

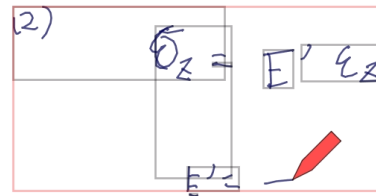


図2 過統合の例

Fig. 2 Example of the over-integration

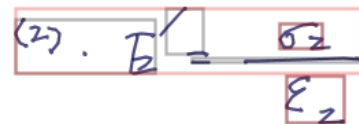


図3 過分割の例

Fig. 3 Example of the over-division

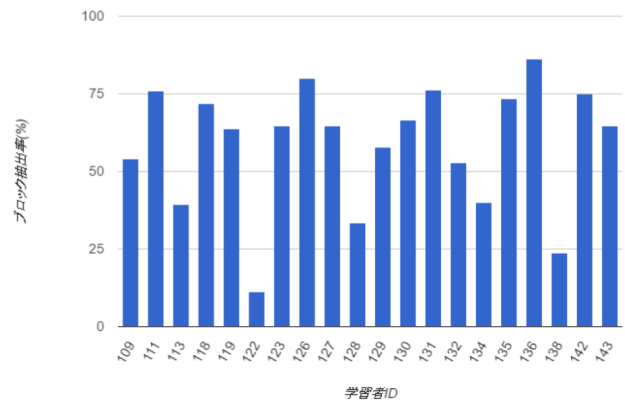


図4 ブロック抽出結果 (縦軸:抽出率%, 横軸:学習者 ID)

Fig. 4 Result of the extraction rate of the block.

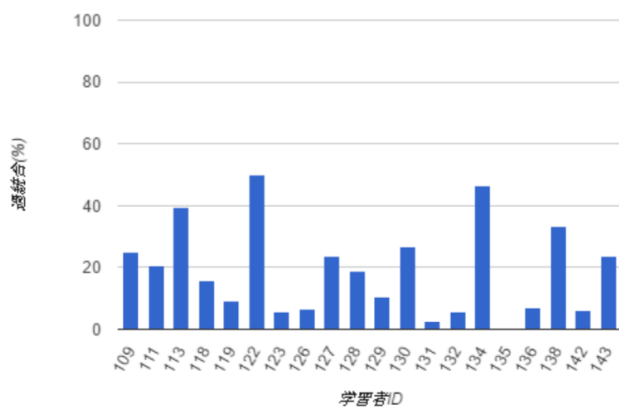


図 5 過統合率結果 (縦軸:過統合率%, 横軸:学習者 ID)

Fig. 5 Result of the over-integration.

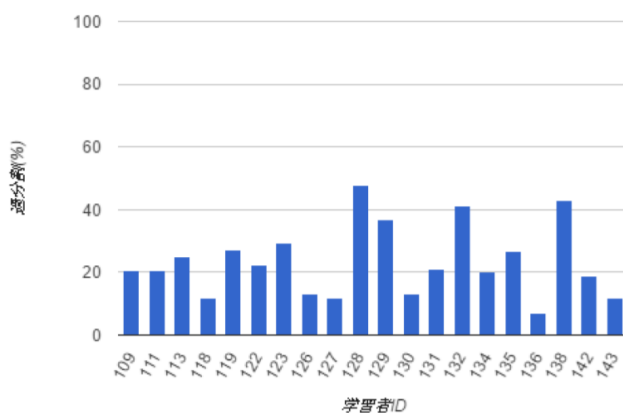


図 6 過分割結果 (縦軸:過分割率%, 横軸:学習者 ID)

Fig. 6 Result of the over-division.

3.1 実験結果

結果を図 4, 図 5, 図 6, に示す. 結果として, 本手法のブロック分割の抽出率は, 平均 58.8%となった. これは図 4 を見てわかる通り, 特定の学習者の筆記に対して, 適切な分割が行われておらず, 抽出率の平均が下がる結果となった. また, 図 5 で過統合率が高い学習者 ID122 と学習者 ID134 は筆記を右下に書いていく傾向があり, 分割条件を満たさずに文が統合されていた. また, 学習者 ID122 は大きな矢印を書いており, その筆記と統合条件によって複数の文が一つに統合されていた. 次に, 図 6 では, 分数や”=”の筆記のときに, 筆記の分割条件と統合条件を満たしてしまい, 文が分割されることがあった. 過統合率の平均は 18.9%であり, 過分割率の平均は 23.5%であった.

3.2 考察

本手法の分割で過統合率が高い筆記は, 右下に書き進めていく場合と左上に書き付け足した場合があり, そのときに対応する分割条件や統合条件がなく分割されずに過統合されることとなった. この過統合を解決するための右下に書く条件と左上に書き加える条件を検討する必要がある,

ほかの分割条件との関わりを検証する必要がある. また, 過分割率が高い筆記は分数や”=”のときに分割しており, 分割条件の”ひとつ前の筆記に対して左下にある場合”を再検討する必要があると考える. 加えて, 本手法では文に対する分割を行ったが, 図に対する分割もあわせて行う必要があると考える.

また, 我々はプロジェクトにブロックを表示することで学習者に筆記を理解することができるのかを今後評価する必要がある.

4. まとめ

我々は学習者の筆記を意味が理解できると考える一文に対してブロックを自動抽出をするシステムの開発を行い, 評価をした. 結果として, ブロックの抽出率は平均 58.8%となった. 過統合率は平均 18.9%であり, 過分割率は平均 23.5%であった. この結果は, 実際の 5 つの文に 1 つ過統合の文があり, 1 つ過分割の文があると考えられる.

今後の課題は抽出率の向上を行うために, 筆記の分割条件と統合条件を検討する必要がある. 分割条件は書かれている筆記とそのひとつ前の筆記のデータを使用して分割していたが, より以前の筆記と筆記の位置関係を利用して分割条件を再検討する. また, 今回は文に対する分割, 評価を行ったが, 図に対してもブロック分割を行う必要があると考える. そして, 実際にブロックを表示されただけで筆記を理解することができるのか評価を行う必要がある.

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 (課題番号 15K00485) の支援によるものです.

参考文献

- [1] 今井順一, 山本大輔, 小松川浩: ”デジタルペンを活用したりメディア教育での授業デザイン”, メディア教育研究 Vol.5, No.1, pp.57-66, 2008.
- [2] Nagai Masahiro, Kitazawa Takeshi: ”Understanding the Features of Digital Pen Use in Initial Introductory Lessons”, Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education. Putrajaya, Malaysia: Asia-Pacific Society for Computers in Education. Retrieved August, 2013.
- [3] Motoki Miura, Taro Sugihara, Susumu Kunifuji: ”Improvement of Digital Pen Learning System for Daily Use in Classrooms”, Educational Technology Research, Vol.34, pp.49-57, 2011.
- [4] Taro Sugihara, Motoki Miura, Susumu Kunifuji: ”Practicing on Stage: Increasing Transparency and Interaction in Class Activity with Digital Pen System”, Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES2010), LNCS 6279, pp.457-464, September 2010.
- [5] 大西正輝, 泉正夫, 福永邦雄: ”講義映像における板書領域のブロック分割とその応用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.83, No.11, pp.1187-1195, 2000.