

3軸加速度センサを用いた板書行動分析システムの開発

岡澤大志*1 江木啓訓*1

*1電気通信大学 大学院情報理工学研究科

Development of writing behavior analysis system on the chalkboard using three-axis-accelerometer

Taishi Okazawa*1 and Hironori Egi*1

*1 Graduate School of Informatics and Engineering
The University of Electro-Communications

In this research, we design a system that detects writing behavior of teachers on a chalkboard. The developed system uses a smart chalk holder with a three-axis-accelerometer. It was introduced to actual lectures for evaluation. Past research developed to a technique for determining the physical state of learners by using the behavior identification technology. It is suggested that this technology can be used to estimate the situation of learners in a classroom. We thought that it could be applied to detect writing behavior on a chalkboard. From the result of the experiment with teachers, the overall recognition rate exceeded 80% in detection of writing behavior on the chalkboard in actual lectures. The teachers suggested that the proposed system was useful to review their lectures. As the future work, it was found that it is necessary to sophisticate the shape of the smart chalk holder.

キーワード: 板書行動, 教育改善, チョークホルダー, 加速度センサ, 教育支援システム

1. はじめに

教授者が教え方を工夫することによって、講義を受講する学習者に対して講義内容を効率よく伝達することができる。教授行動の分類の一つには板書があり、教授者の板書行動は教え方に影響を与えることが分かっている[1]。板書速度と学習者の筆記速度が概ね一致していれば、より学習しやすい講義になると考えられる。

しかし、教授者が自らの板書速度を把握する方法が主観に基づいたものしかなく、正確な板書速度を把握することが困難である。教授者の板書が速すぎて学習者の筆記が追いつかないなど、教授者の板書速度が学習者の筆記速度と大きく異なる場合がある。そういった場合、学習者が板書の書き写しに気を取られることにより、内容理解の妨げとなる。

教授者が自身の板書行動を振り返るための方法として「記憶」「ピアレビュー」「講義映像」「受講者による評価」などがある。しかし、いずれも実施するための労力が大きい、具体的な改善点がわかりにくいな

どの問題点がある[2]。上記の問題を解決するため、教授者が自身の板書行動を振り返るためのシステムを提案する。本システムを用いることによって、教授者は自身の板書の速度を把握し、学習者の筆記行動の状況に合わせて講義を進めることが可能になると考えた。さらに、講義全体を通しての板書時間の割合を教授者に表示することによって、学習者が板書の筆記を負担と感じない板書の割合を意識すると考えた。

2. 関連研究

2.1. 板書

近年のIT技術の発達により、Microsoft PowerPointをはじめとするプレゼンテーションのためのソフトウェアを用いて、あらかじめ用意した講義資料を教室のスクリーンに表示する講義が多く行われるようになった。全く板書を行わず、スクリーンに資料を表示するのみの講義もある。そのため、講義受講者全体に文字が見えるようにするという点においては、板書を行う必要性は低下している。しかし、現状では黒板に板書を行

う形式の講義も行われている。プレゼンテーション型の講義と板書型の講義では「書く」作業の有無が異なる。

東本らの研究[3]では、ノトリビルディング法の提案と支援システムの開発と評価を行った。この研究では、学習者自身により情報を再整理し、構造化ノートを組み立てることによる効果があると考え、プレゼンテーション型の講義ではその過程が表示できないため、板書された情報を自らで再整理することが重要であると考えている。

この研究のように板書を再現していくための知識マップを作り、学習者に構築させるためのシステムを作れば、今までのように黒板に板書することでしかできなかった情報の提示ができるようになる考えた。しかし、この研究で用いられる構造化ノートは、重要かつ整理がなされている資料以外では用いることが不可能なため、全ての講義内容を構造化するまでに至っていない。また、この形式ではメモ書きを想定していないため、知識習得の仕方が限定されてしまうという欠点がある。

西尾ら[4]は、ボリビアの教室に黒板技術を移転して用いた記録とその考察を述べている。また、この報告では電子黒板を含めた教員の用いる提示装置の比較がされている。黒板の利点としてあげられるものに、チョークがあれば「いつでも、どこでも、だれでも」簡単に使用できることをあげている。また、黒板の利点として、効果的に消していくという手法が学習への緊張感を生み、チョークを持つ教授者の手の動きが、注目点への視線の一致度をあげると考察している。

これらの先行研究を元に「板書」という行動は自由度が高く、「書く」動作が学習者の集中力をあげることに繋がるため、教授者が「書く」動作を行わないプレゼンテーション型の講義にはない利点があると考えた。また、文部科学省が定める教科指導におけるICT活用[5]では「ICTによる情報の提示は、板書のそのまま代わりになるものではない。提示した情報について説明等をした上で、従来通り重要な点は板書をし、児童生徒にノートをとらせる指導も重要となる」としている。

2.2. 「書く」行動の検知手法

本研究では、板書行動の検知を行うにあたって、以下の条件を設定した。

1. 従来の講義の形式を大きく変えないこと
2. 単位時間ごとの板書状態の検知ができること
3. 電子黒板などのメディアを使用した講義でも同様の手法で検知が行えること
4. 人間が手動で識別する必要がないこと

板書の検知においては新井らの研究がある[6]。この研究では、講師の追跡動画と黒板全体の静止画を自動

で作成するシステムの開発を行い、多様な環境に対応させるための追加開発を行っている。この追加開発により、本研究に必要な3. の多様性は満たしているが、2. が満たせていないため、本研究にはこのシステムを活用することができない。

小西らの研究[7]では、板書経過保存と教師役の学生の立ち位置検出による授業振り返り支援システムの提案を行っている。板書の経過保存と教授者の立ち位置および顔の向き検出を組み合わせることによって、学生にとって死角になっている場合に警告の提示を行う支援システムを構築した。このシステムは1. と2. の条件を満たすことができるが、3. の条件となる汎用性に改善の余地がある。また、最も基礎的な状態における検出精度が70%であったため、本実験の要素として使うことが難しい。

そこで本研究では、板書行動を検知する上で「書く」動作に焦点を当て、検知ことにした。ボールペンや電子ペンにおける筆記行動でも「書く」動作は行われているため、「筆記」の行動識別の手法を「板書」の識別に応用することを考えた。

中西らの研究[8]は本研究の上記の条件を全て満たしている。しかし、このシステムはシャープペンシルの内部にマイクを入れることを前提としているため、音が発生しない状況間での行動を区別することができない。また、チョークにマイクをつけることができたとしても、収集する音がシャープペンシルとは異なるため、このシステム自体の改良が必要となる可能性が高いと考え、本実験の検知手法として用いることは難しいと判断した。

江木らの研究[9]では、学習者センシングのための筆記行為の検知手法の開発とその評価を行った。この研究では、ボールペンの外部に3軸加速度センサを取り付け、加速度の変化により学習者の動きを「置いている」「手が止まっている」「手が動いている」「書いている」の4つの状態に判別した。

この研究では、日本語を母語とする大学生12名を対象として、加速度センサを取り付けたボールペンを用いて、識別の精度に関する評価実験を行った。被験者にはひらがなの五十音表を書いてもらい、上記の4つの状態の判別を行った。手を固定するパターンと手の移動を伴うパターンの2つで判定を行い、どちらのパターンも総合識別率は90%を超え、「書いている」状態の平均判別率も80%を超えているため、最も基礎的な条件では十分な精度であるとしている。

この研究の手法も中西らの手法と同じく、本研究の条件を全て満たしている。更に、この研究で用いられている加速度センサはボールペンの外側につけられて

いるためチョークにつけることも可能だと考えた。但し、ボールペンで可能であることがチョークで可能であるとは限らないため、この手法を用いることを検討しつつ、チョークに加速度センサを取り付け、このシステムを運用することによって板書者の板書状態が判別できることを、後述の予備実験で確認した。予備実験の結果、この手法が本研究にも活用できると判断したため、本研究ではこの手法を応用した。

3. 板書の検知を用いた教授行動振り返り

3.1. 研究仮説

第2章で述べた通り、板書は教授行動における基本的かつ重要な要素である。しかし、教職経験年数の長い小学校の教師においてさえ、授業全体を構造化し、授業場面に応じて板書の量を調整することが難しいことがわかった[10]。この研究の中であまり実践できていない教授行動となっているものを見ると、小学生を対象とした授業だけでなく大学生を対象とした講義においても、重要な役割を果たす板書行動であると考えられる。

このことから、大学生を対象とした講義においても「授業全体を構造化し、授業場面に応じて板書の量を調節すること」は有効であることがわかる。特に学部基礎教育科目などにおいては、既に体系化された知の一部を習得させることが行われている。このような学習においては、板書を活用することによって教育の充実が期待できる。しかしながら、このような教授法の実践できていない原因の一つとして、教授者が講義全体を対象とした自身の板書行動の流れを把握するのが難しいことがある。小学校の教師が達成できている項目の多くは、授業終了後に黒板を見ることで把握できる項目が多い。しかし、講義全体の流れや講義全体を通じた板書速度などの把握は難しい。教授者が自らの板書速度を把握する方法が主観に基づいたものしかないことも原因の一つと考えた。

そのため、講義終了後に自身の板書の量や講義全体の流れを把握することのできるシステムがあれば、教授者に対しての教授行動振り返り支援として役に立つと考えた。手法の一つとして、講義における教授者の行動を記録した講義映像を用いて教授者の板書行動を分類し、講義全体に対して教授者の板書行動を行った割合を検知する手法がある。この手法は、本研究において構築したシステムの識別精度の検証に用いた。この手法は講義映像を見ることと、それを見て分類することに時間がかかり、講義終了後に教授者に大きな負担をかけることになるため実用的ではない。また、ピアレビューを行うことによって講義全体の流れや板書の速度を把握する手法が考えられる。ピアレビューに

よって把握できる情報は多く、講義映像と異なり、講義終了後の即時性もある。しかし、人的なコストなども考えると現実的に実施することが難しく、ピアレビューを行う人物の知識や技能に依存するため、的確なアドバイスを行うことが難しい。

講義受講者にアンケートを実施することで、教授者に対するフィードバックとする手法も考えられる。この手法では、上記の2つの手法にかかる負担はないが、アンケート項目の適切な設計と結果の分析が難しく、具体的な改善点がわかりにくいという欠点がある。

板書の検知の手法の中では、教授者に大きな負担をかけてしまうものがある。板書の検知を行うことによって、講義全体に大きな影響を与えてしまうと、講義内容が変わってしまい、通常の講義を分析した結果と異なる結果になると考えた。このことから、システムには2.2節で述べた要件が必要であると考えた。

3.2. 研究手法

本研究の目的は、板書行動を伴う講義を対象とした教授行動振り返りの支援である。そのため、3.1節で述べた要件を満たしたシステムを作る必要がある。教授者に講義中も講義終了後も大きな負担をかけず、これまで通り講義を行えるシステムであることが重要である。具体的なシステムの設計については第4章で述べる。講義終了後、教授者に講義全体の板書の割合と時間ごとの傾向を提示することにより、教授者が把握することが難しい板書行動を振り返るための支援としての有用性を確認する。システムの評価は、板書行動をシステムが検知した結果を、講義を行った教授者自身に提示し、どのような教授行動振り返りの支援が期待されるかインタビューすることによって行う。

4. システム設計

本研究では、教授者が板書を行う講義を対象として板書の検知を行い、教授行動振り返りの支援システムを構築する。板書行動のパターンを「書いている(write)」「動いている(move)」「止まっている(stop)」の3つに分類し、時間軸を用いて各パターンが講義の時間毎にどの程度の割合かをグラフで表示し、教授者にフィードバックした。

4.1. 検知手法

板書の検知手法として、江木らの先行研究[9]を参考に、チョークを入れたチョークホルダーに3軸加速度センサを取り付け、板書具の加速度のデータを測定する手法を取った。チョークホルダー(シンワ測定社製)の側部に、Bluetoothでデータを送信する小型無線加速度

センサWAA-010(ワイヤレステクノロジー社製)を取り付け、板書具の加速度のデータを収集した。実際に取り付けたものを図1に示す。



図1 加速度センサを取り付けたチョークホルダー

データ収集用のソフトウェアとしてATR-Promotions製のAccelRealTimeを用い、加速度センサが集計したデータをCSVファイルで出力した。作製した板書具を使用して、3軸の加速度データを10ms間隔でサンプリングして収集した。被験者から得られたデータをもとに、オフラインでの行動識別を行った。

4.2. 分析手法

収集したデータの分類、学習と評価にはHASC Tool [11]を用いた。HASC Toolは、HASC(人間行動センシングコンソーシアム)が開発する行動情報処理のためのツールである。各パターンの評価用データを同様に用意して、識別率のクロスド評価を行った。特徴量は振動の平均、分散、エネルギーを用いるとともに、決定木はJ48を用いた。探索的な分析より、識別のためのサンプル数は32とし、ウィンドウのスライド幅は320msとした。

被験者の教員に模擬講義を行ってもらい、HASC Toolを用いて評価用データを加速度波形にして表示した。定義した板書行動の各パターンを30秒ごとに行ってもらい、全てのパターンを合わせて1セットとし、連続で3セット測定した。

講義での実験では、ラベル付与機能を用いて収集した加速度の波形に対してラベルを付与し、システムの判定と比較することにより、識別率を評価した。ラベルの付与は、ビデオカメラを用いて撮影した講義映像(30fps)を参照しながら行った。

4.2.1. 提示手法

教授者に提示する最適な方法を探索的に調査するため、板書行動の割合グラフを作成した。横軸を時間軸(単位は[秒])、縦軸を区切り時間毎のパターンの割合とした積み上げ縦棒グラフとし、講義を行った教授者に提示した。図2は教授者に提示した積み上げ縦棒グラフの一例である。

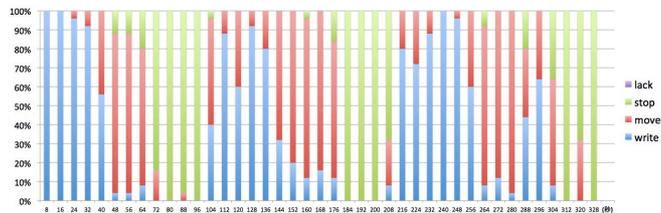


図2 教授者に提示したグラフの一例

このグラフにおいて、writeは「書いている」、moveは「動いている」、stopは「止まっている」、lackは「データ欠如」を示している。このグラフは横軸の区切り時間が8秒毎となっている。区切り時間は変更することが可能であるため、教授者に様々な区切り時間のグラフを見てもらい、区切り時間が異なれば印象が異なるか、見やすい区切り時間はどれであるかをインタビューにより確認する。

5. 実験方法

5.1. 予備実験

江木らの先行研究[9]では、学習者の筆記行動の検知は行ったが、教授者の筆記具であるチョークと黒板による筆記状態の検知は行っていなかった。そのため、チョークの加速度データの検知が可能であることを確認するために予備実験を行う必要があった。加速度の検出にはチョークを入れたチョークホルダーに加速度センサを取り付ける検知手法を用い、「止まっている」に「置いている」を含め、「書いている」「動いている」「止まっている」の3つのパターンを検知することにした。予備実験を行なったところ、十分と考えられる精度が出たため、大学で講義を行っている教授者2名に模擬講義を行ってもらい、基礎的な状態でのデータの精度を検証した。結果を図3に示す。

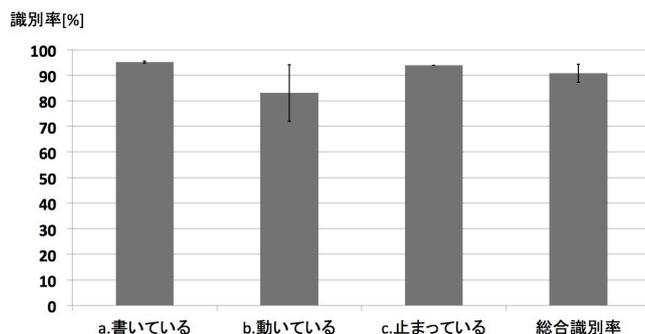


図3 予備実験において正しく識別された割合

全ての項目における平均の識別率が80%を超えていたことから、もっとも基礎的な条件においては十分な精度で識別できると考えた。

5.2. 講義での実験

5.2.1. 実際の講義におけるデータ測定

予備実験で加速度センサを取り付けたチョークホルダーを用いて板書のパターンの検知が可能であることがわかったため、実際の講義で運用実験を行った。実験対象とした講義は、理工系大学の1年生を対象とした数学科目(講義時間90分)である。この講義を選んだ理由は、学年共通で同じカリキュラムの講義を行う基礎教育科目であること、数学科目は比較的板書を行うことが多いことから、板書行動の検知に向いていると考えたためである。また、中山ら[12]は、教授者の提示した情報をノートでほぼ再現できていた学習者は、期末テストで良い結果を得たという報告をしている。この科目は、証明問題を多く取り扱っており、教授者が示した板書を学習者がノートで再現する講義であると考えたため、この講義を実験対象とした。

本実験における被験者は、この授業を担当している教員2名とした(以下、教員A、教員Bとする)。それぞれの教員が行っている講義のうち、1回のデータを検知した。教授者には事前にチョークホルダーによる検知とシステムの概要について説明した。実際の講義におけるの測定の前に模擬講義を行い、実際の講義のデータを判定するための学習用データを測定した。講義はビデオカメラで撮影し、教授者の板書行動を記録した。測定する講義時間は教授者による講義開始の宣言がされてから講義終了の宣言がされるまでの間とした。

5.2.2. 講義後の振り返りとインタビュー

第3章で述べた通り、振り返りの支援が目的であるため、講義を行ってもらい、データの精度を確かめるだけでなく、このデータが講義の振り返りに活用できることを確認するために、講義終了後にインタビューを行った。

教授者はこのシステムを通して、講義全体において自身がどの程度の時間「書いている」状態にいるのかを確認することができる。グラフを見せる前に質問した項目のうち、『講義時間のうち、教員自身が割合にしてどの程度「書いている」時間があつたと思うか』は具体的に数値として表せるものであり、インタビューで聞いた数値と実際に講義全体における板書の「書いている」割合を比較することができる。この値が大きく異なれば、教授者が自身で把握することが困難であった情報を提示することができるため、このシステムの有用性を示す1つの指標になると考えられる。インタビューの結果は6.2節に記す。

6. 実験結果

本研究では実際の大学の講義を対象とした評価実験

を行った。チョークホルダーを用いたデータ収集を行った上で、教授行動の振り返り支援のために提示するグラフを作成した。データには一部収集上の機器不具合による欠損があつた。以下に、本実験におけるシステムの精度と、実験結果を踏まえ、グラフを提示して行ったインタビューの回答と考察を示す。

6.1. システムの精度

図4に、システムが識別したパターンと手動でラベルの付与を行ったパターンとの一致率を示す。ここで示す各パターンの一致率は各教員が用いた白色のチョークのものである。教員Aは白色以外にも黄色と赤色のチョークを用いていたが、白色のチョークが最も多くの時間「書いている」の状態だったため、一致率の判定と各パターンの合計時間の割合の導出に白色のチョークのデータを用いた。

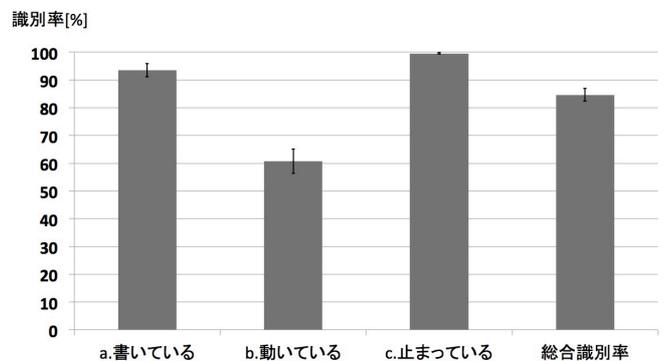


図4 評価実験において正しく識別された割合

この図から、実際の講義においても「書いている(write)」と「止まっている(stop)」の識別は十分な精度であると考えた。しかし、実際の講義の場面においてパターン別にデータを収集した結果、他の行動に比べて「動いている(move)」の時間が長くなっていた。そのため、この項目の精度を上げる必要がある。

「move」を「write」と誤認識した割合が、教員Aの講義データにおいては27.53%、教員Bの講義データにおいては29.90%となっており、この割合が非常に大きいことがわかった。また、「move」を「stop」と誤認識した割合も、教員Aの講義データにおいては7.40%、教員Bの講義データにおいては13.74%となっており、「move」の学習用データに改良の余地があると考えた。

そこで、実際の講義で測定したデータから「move」の学習用データとして30秒のデータを5つ取り出し、「move」の学習用データだけを書き換え、再び識別を行った。「move」のデータだけを書き換える理由は、他の2項目の精度は十分であること、総合識別率の精

度は十分であること、実際の講義時間に対して多くの学習用データを取り出してしまうと、一致しているデータ量が多いため、精度が上がってしまう可能性があることである。また、「move」の学習用データは講義映像を用いてラベルの付与を行ったデータで30秒以上連続で「move」が続いている部分に限定した。学習用データ変更後の識別結果を図5に示す。

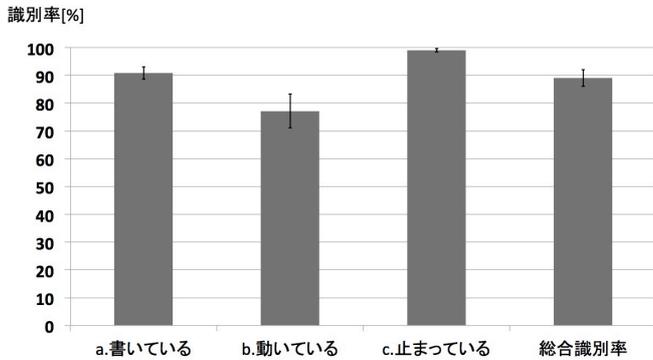


図5 学習用データ変更後の正しく識別された割合

学習用データ変更の結果、「move」の精度が改善した。教員Aの講義データにおいては「move」を「write」と誤認識した割合が半分未満に、教員Bの講義データにおいては「move」を「stop」と誤認識した割合が半分未満になっている。また、総合識別率も上がっている。両者のデータにおいて共通して「stop」にはほとんど変化がなく、「write」の認識率が少し低下している。ただし、「write」の認識率の低下は大きなものではなく、十分な精度を保ったままだと考えた。

このことから、実験の学習用データを実際の講義において検知したデータから取ると精度が向上することがわかった。模擬講義と実際の講義では、学生がいる、時間が限られているなど多くの要素が異なるため、事前に準備した模擬講義のデータを学習用のデータとして使うことが難しいと考えられる。また、このことはインタビューの時に、被験者の各教員に伝えた。

6.2. インタビュー

6.2.1. 「書いている」時間の割合

5.2.2項で述べた、『講義時間のうち、教員自身が割合にしてどの程度「書いている」時間があつたと思うか』に対しての各教員の回答と実際の割合を表1に示す。なお、ここで示しているのは白色のチョークの割合である。教員Aは白色以外にも赤色、黄色のチョークを使用していたため、白色のチョークのみの割合だと伝えた上で質問を行い、分析結果を提示している。

表1 講義時間に占める板書時間の割合

項目	自己評価	ラベル	システム
教員A	45%~50%	22.0%	29.7%
教員B	25%~33%	30.3%	38.7%

教員Aと教員Bはどちらも大学教員として10年以上の職歴がある。教員Aの場合は自己評価と実際の割合が大きく異なることがわかる。このことについて教員Aにインタビューを行ったところ、講義終了後に講義を振り返ると常に板書していたように感じるため、自分では講義時間の半分程度「write」の状態だと思ったと述べていた。教員Bの場合は自己評価と実際の割合がほとんど同じになっている。このことについて教員Bにインタビューを行ったところ、講義時間に何を教えたかを单元ごとに思い返し、講義で行った单元ごとの割合の合計を踏まえて回答していると述べていた。

教員Aは、講義はその場の雰囲気に合わせて行っているため、同じ单元であっても、その場に応じて講義内容を変えていると述べていた。そのため、どの講義でどの程度板書を行うかが定まっておらず、自身の板書の割合を判断する基準を持っていないため、自己評価と実際の結果に差が出ると考えられる。一方、教員Bは講義を单元毎に区切って認識しており、自身の板書の割合を判断する基準を持っているため、自己評価と実際の結果がほとんど同じになっていると考えられる。

このことから、教授者の講義の構築方法によって、この数値の意義は変化すると考えた。今回行ったインタビューの回答を参考にして、教授者の特性にあつた結果のフィードバックを行えるように、様々なフィードバックの仕方を考案する必要がある。

6.2.2. 教員Aへのインタビュー

挙げられた改善点は、まず加速度センサを取り付けたチョークホルダーの形状の改良であつた。加速度センサが少し邪魔だという意見があつたため、邪魔にならないようにするためには、チョークホルダーに出っ張りが無いような取り付け方が良く考えた。これは教授者の評価用データを取得する上で、普段の講義と極力変わらないようにするためには必要なことであり、今後の課題の一つである。次に、グラフを提示した時に各パターンは確認できるが、単位時間ごとのパターンの表示の必要性をあまり感じないという意見があつたため、表示方法の改良を検討する必要がある。ただし、教員Aは講義の終盤に「書いている」時間が増えていて、急いで板書していることが分かつたとも述べていたため、単位時間ごとのパターンの表示には効果

があると考えられる。また、教員Aはこのグラフが1回の講義ではなく、複数回の講義において表示されれば、振り返る上で有効だと述べたため、今後同一の教授者による同一の講義を複数回測定し、グラフを提示することでの効果の検証を行う。

6.2.3. 教員Bへのインタビュー

グラフの区切りについて、教員Aからは特に要望がなかったが、教員Bからは要望があった。教員Bに提示したグラフを図6と図7に示す。図6は4分毎の区切り、図7は24秒毎の区切りとなっている。

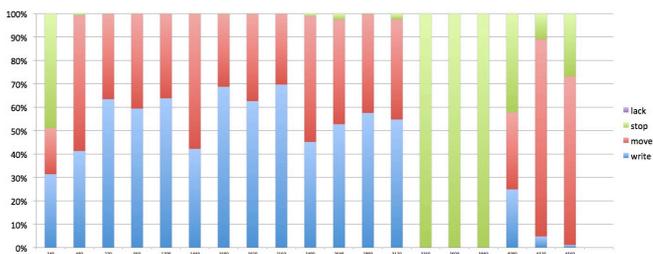


図6 講義中の教員Bの板書行動パターン(区切り4分)

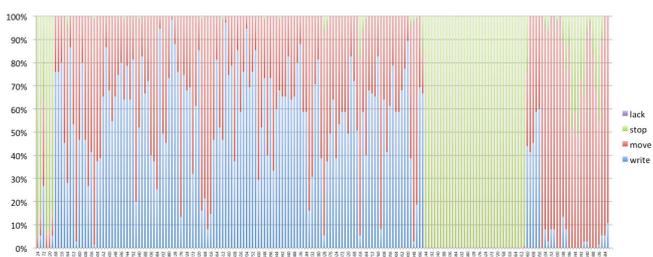


図7 講義中の教員Bの板書行動パターン(区切り24秒)

この2つの図を見比べると、図6は講義時間の大きな時間における各パターンの割合を見ることに関しては優れている。しかし、教員Bが重要視した情報である、講義全体における「write」の時間軸波形を見るのに適しているのは図7と考えた。図6では、「write」が多くの割合を占める縦棒が存在しないが、図7では、

「write」がほぼ全てを占めている縦棒が存在する。講義を行う教授者の特徴に依存するが、教員Bの場合は4分間連続で黒板に文字を書き続ける行動を行ってなかった。そのため、図6の表示はこのような形となる。しかし上記の通り、図6には図7にはないメリットがあると考えているため、図6を好む教授者がいると考えられる。このことから、各教員毎に区切り時間の異なる複数のグラフを提示することが有効な可能性がある。

6.3. システム考察

本研究で用いたシステムを日常的な講義の振り返りに使用するための課題を整理する。

第一に、データの精度に向上の余地がある。また、模擬講義において、実際の講義のような板書行動を行うことが難しいとわかったため、学習用データの精度を上げるためには、実際の講義のデータを学習用データとしなければならない。このことから、1回目に学習用データを測定し、2回目以降に評価用データをとる形式となるため、利便性に欠ける部分がある。

第二に、現在の分析手法は必要な作業が多く、教授者が一人で準備する上で手間がかかることである。この作業は、簡単とは言えないため、誰でも扱えるようにシステムを改良し、自動化する必要がある。

以上の2点が解決され、検知したデータの表示方法を確立することができれば、本システムを教授者が単独で運用することが可能になる。教員Aへのインタビューでは、講義終了後に簡単な操作でデータが表示されるようなチョークホルダーがあれば、実用性の高いシステムになるという指摘があった。教員Aは、講義毎に自分の調子の好悪を感じるため、調子が良かった時の結果を見れば参考になると述べていた。

また、教員Bは本システムを用いて提示されたグラフから、時間毎の板書の量の違いを見ることのできる板書の波形に注目していた。図6より図7の方が高低差が大きく、波のようなグラフとなっている。この板書の波形からおおよその講義の流れを把握することが可能だと述べていた。これについては、教員Aも自分のグラフを見ることによって、講義終盤に急いでいることがわかると述べていたため、講義を振り返る上で重要な指標であることがわかった。

このことから、本実験で用いたグラフによる提示の有用性を示すことができた。今後も、このグラフによる提示を行いつつ、教授者が求める情報を抽出した表示方法の開発を検討する。

7. おわりに

本研究では、板書の検知を用いた教授行動振り返りの支援システムを提案し、実際の講義における識別精度とシステムの有用性の評価を行った。教授者の板書行動を検知し、検知した情報を振り返り支援のために提示した。評価実験の結果、実際の講義における加速度センサを用いた板書具の検知が可能であることがわかった。また、被験者にインタビューを行った結果、講義全体の構成や板書の割合を提示することができたため、このシステムが教授者の講義振り返りの支援として有用性があることがわかった。

今後の課題として、認識精度を上げるために教授者の板書状態定義の見直しや、個人差の反映を検討する。また、模擬講義を行い、学習用データを測定する手法が難しいことがわかったため、同一人物の同一講義に

おける検知実験を2回行い、1回目で学習用データを抽出し、2回目の講義で判定を行う形式を取ることを検討する。また、三軸加速度センサを内蔵して持ちやすい形状のチョークホルダーの作製を検討する。さらに、本研究において、識別結果を教授者にフィードバックした板書具は白色のチョークだけであったが、今後は複数色のチョークのデータをフィードバックできる手法を考案する。

最後に、システムの将来的な運用方法について述べる。本研究で行った評価実験の結果から、構築したシステムが教授者の板書指導の支援を行うことができると考えた。運用を簡略化することによって、教員を志望している学生の板書練習に用いることができる。例えば、教員養成において学習者にとって良い板書を行うための板書練習に用いることが考えられる。また、多くのデータが集まれば、各教育課程ごとに現職の教授者が行っている板書行動の平均を出すこともできるため、一つの基準として提示することも考えられる。

謝辞

本研究にご協力いただいた電気通信大学の久藤衡介教授、伊東裕也准教授に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 魚崎祐子, 浅田匡. 総合的な学習の時間における教師の支援が生徒の情報選択に及ぼす影響. 日本教育工学会論文誌, Vol. 30, No. Supplement, pp. 89-92, 2006.
- (2) 米谷雄介, 東本崇仁, 殿村貴司, 古田壮宏, 赤倉貴子. 受講者による逐次評価と総括評価を教員の講義改善支援に利用する講義映像フィードバックシステム. 日本教育工学会論文誌, Vol. 37, No. 4, pp. 479-490, 2014.
- (3) 東本崇仁, 平嶋宗. 講義に対する理解促進のためのノートリビルディング法の提案と支援システムの開発・評価. 教育システム情報学会誌, Vol. 31, No. 4, pp. 264-269, 2014.
- (4) 西尾美津子, 久保田賢一. 子どもの能動的な学習を促すメディアとしての板書技術: ボリビア国への技術移転を通して. 教育メディア研究, Vol. 15, No. 2, pp. 65-81, 2009.
- (5) 教育指導におけるICT活用 文部科学省, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1249668.htm 閲覧日:2017年4月3日.
- (6) 新井崇也, 宮川直人, 市村哲. 多様な板書環境に対応し

- た講義自動収録システム. 研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol. 2013-GN-88, No. 21, pp. 1-6, 2013.
- (7) 小西拓也, 中村舜, 澤野弘明, 坂本将暢, 中條直也. 板書経過保存と教師役の学生の立ち位置検出による授業振り返り支援システムの提案. 日本教育工学会研究報告集, Vol. 14, No. 1, pp. 77-80, 2014.
 - (8) 中西祐貴, 岸野文郎, 伊藤雄一. 学習者の理解度を推定する電子ペン開発の一検討. ヒューマンインタフェース学会研究報告集, No. 16, pp. 139-142, 2014.
 - (9) 江木啓訓, 尾澤重知. 学習者センシングのための筆記行為の検知手法と評価. 日本教育工学会論文誌, Vol. 36, No. supplement, pp. 181-184, 2012.
 - (10) 南本長徳. 教師の板書技能に関する調査研究. 視聴覚教育研究, No. 15, pp. 19-35, 1984.
 - (11) HASC Challenge 2010. <http://hasc.jp/tools/hasctool-en.html>. 閲覧日:2017年4月3日.
 - (12) 中山実, 六浦光一, 山本洋雄. ブレンディッド学習における学習者ノートの記述内容分析に関する一検討. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, Vol. 111, No. 39, pp. 25-30, 2011.