

様 式 C - 1 9、F - 1 9 - 1、Z - 1 9 (共通)

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 4 年 6 月 2 0 日現在

機関番号：10104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02810

研究課題名(和文)教科別ノートテイキングアプリの構築およびその教育学習支援システムへの応用

研究課題名(英文)Implementation of Subject-specific Note-Taking Application for Education and Learning Support System

研究代表者

沼澤 政信(Masanobu, NUMAZAWA)

小樽商科大学・商学部・教授

研究者番号：30322879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000 円

研究成果の概要(和文)：ノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムを構築した。本システムは、学生自身が黒板やスライドの内容を自分が見やすく理解しやすいように自由に再デザインして、教員の説明から重要点や疑問点などを積極的に抽出するノートテイキングを実現する。また、予測変換機能を持ついくつかのキーボード入力について、入力のしやすさと速さを調査した結果、「フリック入力キーボード」や「専用ペンの利用」の有効性が明らかになった。さらに、オンライン講義において(ノート作成に利用できる)既存アプリでのノートテイキングの難しさを、学生のノートテイキングとアンケートから明らかにし、本システムの有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学習者用デジタル教科書・教材の研究分野では、制作側はどのようなコンテンツを提供すべきかを模索し、教員は高度なICT活用能力が求められ、学生は提供されるサービス・機能が充実しすぎて自ら積極的に学ぶ姿勢や意欲が薄れてきていると指摘されている。本研究の意義は、教員と学生がノートテイキングアプリを通して、互いの求める学習教材をともに作成することで、前述の制作側、教員、学生の問題点を解決することである。学生は自身の見やすい理解しやすいノートコンテンツを制作し、学生同士で意欲的に疑問点を解決し、反復学習にノートを利用できる。教員は、学生の制作したノートを活用して、利用する教材の内容を適切に改善できる。

研究成果の概要(英文)：We have developed an education and learning support system using a note-taking application. The system enables students to freely redesign the content of the blackboard or slides to make it easier for them to see and understand, and to actively extract important points and questions from the teacher's explanations. We also investigated the ease and speed of keyboard input with predictive conversion functions, and found that the "flick keyboard" and "tablet pencil" were effective. Furthermore, the difficulty of note-taking in online lectures with existing applications (which can be used for note-taking) was shown through note-taking by students and questionnaires to students, and the effectiveness of the system proposed in this study was clarified.

研究分野：教育工学

キーワード：ノートテイキング 教育学習支援システム

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1 研究開始当初の背景

講義中に、必要な事項をノートに記述する行為や配布される補助プリントへメモする行為を**ノートテイキング** (note-taking) という。その主な目的は、講義中における内容の理解を補助することと、講義後に見返して復習に活用することの2点である。また、教授者の発話の中から何が重要なのかを聴き取り、適切にノートにとることは、受講者の要約力を向上させることにもつながる。

講義や学習におけるノートテイキングの有効性、かつノートテイキングの難しさを示す学術背景、および大学や高校の教育・学習用のノートテイキングアプリはまだ開発されていないことを考慮し、今後の教育・学習支援環境でのタブレット型コンピューターの利用を視野に入れて、ノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムの構築を進めてきた。

開発・構築を進めるノートテイキングアプリは、学生が、教員から一方的に提供される黒板もしくはプロジェクターに投影されるスライドの内容を、自身で見やすく理解しやすいように自由に再デザインでき、ノートに記述した疑問点などは学生同士または学生と教員とのインタラクションを通して解決するしくみを持つものである。

2020年以降に実施開始される次期学習指導要領で、高等学校では、情報の科学的理解を基軸とする「情報Ⅰ」が必修科目となり、その四本柱の1つには「コンピューターとプログラミング」という項目が設定されるという背景の中、英語、国語、社会のような文系の講義、数学、理科のような数理系タイプの講義の他、プログラミングの講義についても、学生のわからない部分をより明確にするためには、学生自身に積極的にノートを記述してもらうことが解決の一つであると考えて、本システム利用の有用性を示すことを検討していた。

2 研究の目的

前述の背景より、以下の点を本研究の解決すべき問題点としてとらえた。

1. 9inch～13inch サイズのタブレット型コンピューターにおける効率的な文字入力方法、メニュー選択方法などを実現する UI/UX デザインを持つノートテイキングアプリがない。
2. 汎用性をもつノートテイキングアプリを利用しても効率よくノートテイキングができない科目が少なくない。
3. 教員の ICT 活用能力が伴わず、学生が見やすく理解しやすい教材スライドを作ることができない、または、その制作に多くの時間を要する。

本研究の目的の1つは、問題点1, 2を解決するために、大学や高校の科目に応じた教育・学習用のノートテイキングアプリを開発することにある。持ち運びに苦労しない適度な大きさのデバイスで、講義中に適度な速度でノートをとること、復習のために見やすく理解しやすいノートを作成することが求められるノートテイキングアプリに関して、どの科目にも対応した汎用性のあるものではなく、各科目に応じたフォーマットや機能を備えて実現することが望ましい。

また、本研究のもう1つの目的は、問題点3を解決するために、教員と学生がノートテイキングアプリを通して、互いの求める学習教材をともに作成することである。提案するノートテイキングアプリを利用することによって、学生は、自身にとって見やすく理解しやすいノートコンテンツを積極的に制作し、疑問や理解不能な点は学生同士が意欲的に調査を行って解決し、反復学習のための演習問題も自ら制作して取り組むことができる。教員は、学生の制作したコンテンツを活用することで、提供する教材の内容を簡単かつ適切に追加、修正することができる。

3 研究の方法

本研究では、前述の目的を達成するために、高校生や大学生および教員のためのノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムを構築する。このシステムの実験および評価・分析により、教員と学生にとって以下のことが可能となることを明らかにする。

事項 1.

学生、教員ともに、ノートテイキングアプリで適切な速度かつ過度なストレスなく文字入力ができる。

事項 2.

学生は、各講義において、自身にとって見やすく理解しやすいノートを作成することができる。

事項 3.

学生は、疑問点を明らかにし、それを学生同士の質疑応答で解決したり、教員のサポートを経て解決ができる。また、必要ならば演習問題を作成して、学生同士で共有し、それらを反復学習をして理解力の向上に役立てることができる。

事項 4.

教員は、講義後に自身の講義において学生たちが理解できなかった部分をチェックできて、その解決をサポートすることができる。また、学生たちの作成したノートを参照、分析して、次回以降または次年度以降の講義内容の改善ができる。

以下に、上記の事項 1～4 を明らかにするための主な研究活動を示す。

< 事項 1>

- 予測変換機能をもつフリック入力キーボードへの専用ペンによる入力の有効性を示す。
- 講義に必要なとされる日本語入力システムにおける辞書を構築して、その利用の有効性を示す。

< 事項 2>

- 我々の提案するノートテイキングアプリのもつ基本機能、拡張機能の有用性を示す。
- 講義別のイラスト、スタンプを構築して、その利用の有用性を示す。

< 事項 3, 事項 4>

- 英語、国語、社会のような文系の講義、数学、理科のような数理系タイプの講義の他、プログラミングの講義についても本システムの利用の有用性を示す。
- 作成されたノートコンテンツについて、理解しやすいもの、見やすいものを機械学習システムを利用して分析可能であることを示す。

4 研究成果

研究の方法 (事項 1) における成果

予測変換機能を利用したキーボード入力について、大学生に表 1 に示す各キーボード、デバイスでの入力のしやすさおよび速さを調査した結果、両手（または片手）の指を使うことのできる「iPhone でのフリック入力キーボード」が一番入力しやすく、速い結果を得た。より大きなデバイスとなる iPad Pro では「フリック入力キーボード」と「QWERTY 配列キーボード（ハードウェア）」での入力について、ほぼ同様の入力のしやすさと速さであった。これは、スマートフォンの利用が多くパソコンの利用が少ない被験者はフリック入力キーボードによる入力が得意で、日頃パソコンを利用している被験者はハードウェアの QWERTY 配列キーボードによる入力が得意であったためである。

専用ペンでの入力については、デバイス画面との接触時に音が発生することが気になることをデメリットとするも、画面を汚さなくて良いことや室温や体調により入力時の指先のすべりが良くない場合の利用がメリットとして挙げられていた。また、被験者によっては、片手に専用ペン、片手は指を使って両手で入力する等、より速く入力する工夫も見られた。

11 インチ以上のタブレット端末における予測変換機能をもつフリック入力キーボードへの専用ペンによる入力は、指によるフリック入力やより小さな端末利用での指によるフリック入力の速さには劣るものの、利用する上での大きな負担や不便さは感じることはなく、ノートテイキングアプリの実装において、指先だけで操作することを考慮した設計とする他に、専用ペンの利用も含めて設計することも有効であることがわかった。

表 1: 入力方法

入力操作感・速さ	デバイス	キーボード	補助ツール
高	iPhone (6.1inch)	フリック入力キーボード	指
中	iPad Pro (11inch)	フリック入力キーボード	指
中	iPad Pro (11inch)	QWERTY 配列キーボード（ハードウェア）	指
低	iPad Pro (11inch)	フリック入力キーボード	専用ペン
低	iPad Pro (11inch)	QWERTY 配列キーボード	指
低	iPad Pro (11inch)	QWERTY 配列キーボード	専用ペン

日本語入力システムのための辞書の構築については、調査対象とした各講義について、2018 年度、2019 年度の 2 年間の講義スライドから専門用語を中心に抽出して、それらを iPad Pro の日本語入力システムに単語登録をして利用した。予測変換機能の変換候補の上位に表示されることになり、入力速度の向上が見られた。

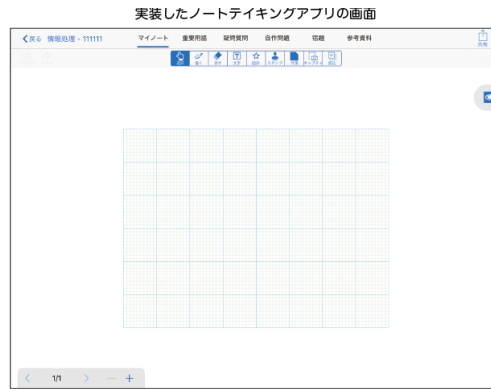


図 1: ノートテイキングアプリ画面

研究の方法 (事項 2, 事項 3, 事項 4) における成果

構築したノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムについて簡単に説明する。ノートテイキングアプリは、マイノートタブ、重要用語タブ、疑問質問タブ、自作問題タブ、宿題タブ、参考資料タブの 6 つのタブから構成される (図 1 参照)。

マイノートタブは、ノートを表示、作成、編集する作業領域である。参考資料タブでは、参考資料であるファイルを読み込んで表示することができる。また、その表示された参考資料の上書き込みをすることもできる。マイノートタブ、参考資料タブでは、作成したオブジェクトに対して「重要用語マーク」を付けることと、付箋を作成、配置、編集することができる。「重要用語マーク」は、教員に重要であることを指摘された、もしくは自ら重要であると判断した用語に対して用いる。付箋は 2 種類あり、通常の「付箋」は、教員の補足説明や自身が気付いたことをメモする場合に、「疑問質問付箋」は、ノートタブや参考文献タブで理解できなかったことに対する疑問・質問や講義全般に対する質問を記述する場合に用いる。マーク機能で抽出された重要用語、および付箋機能で作成された疑問質問はそれぞれ、重要用語タブ、疑問質問タブへと自動かつ暗黙的に集約される。

学生は、このノートテイキングアプリを使って、黒板もしくはスライドの内容を自分が見やすく理解しやすいように自由に再デザインして、教員の説明から積極的に重要点や疑問点などを抽出するノートテイキングを実現する。教員は、講義の際に自ら板書する内容やスライドに示す内容をもとにして、学生のノートとなる初期ノートファイルを作成する。ただし、学生が適度な負担量でノートテイキングできる (再デザインや付加情報を記述できる) 程度の内容を記述 (オブジェクトを作成・配置) する。また、必要に応じて、参考資料を PDF ファイルや画像ファイルとして作成して、初期ノートファイルとそれらを、学生がダウンロードできるようにする。

事項 2, 事項 3, 事項 4 について、2020 年度、2021 年度に、構築したノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムを用いて、各講義で学生にノートテイキングアプリを利用したノートテイキング実験を行い、アプリの UI (User Interface) /UX (User Experience) や作成したノートコンテンツに関するアンケート調査を実行する予定であったが、コロナ禍により対面講義が実施されなかったため実験を行うことができなかった。また、各講義に必要なとされるイラストやスタンプを、作成されたノートコンテンツの調査・分析やアンケート調査から明らかにした後に、それらを実装する予定であったが、こちらもまた実施することができなかった。同様に、作成されたノートコンテンツが得られなかったため、機械学習システムによる分析の可否の検討も進展しなかった。

オンライン講義時のノートテイキングについて

前述のとおり、2020 年度、2021 年度はコロナ禍のために、対面での講義が実施できずオンライン講義となった。そのため、構築したノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムの機能の必要性およびさらに追加すべき機能を検討するために、次のような試みを行った。

1 つ目は、自分の担当する 2 つのオンライン動画配信の講義 (2020 年度 2 科目合計 255 名、2021 年度 2 科目合計 211 名) で既存のアプリを使ってノートテイキングしたノートの提出を毎回させて、レポート課題「対面式の講義、または、オンライン式の講義を視聴するにあたり、利用するノートテイキングアプリに望む機能について 3 つ以上 (最低 3 つ) 述べてください。なお、対象の講義は本科目に限りませんので、具体的に講義名、講義内容をあげて、その受講の際に、提案する機能がどのような点で便利 (有効) なのかを示してください。」の回答を得た。

2 つ目は、オンライン動画を視聴した上でノートを作成して提出することを毎回課した 4 つの

科目から、アンケート「ノートを作成する上で苦労した点を自由に記述してください。」の回答を得た（2020 年度 4 科目 483 名，2021 年度 4 科目で合計 354 名）。

1 つ目のノートテイキングアプリに望む機能については、その一部を紹介すると、数式、数学の記号、ベン図、化学式など各教科のノートを作成する上で既存のアプリでは入力が困難なもの、手間がかかるものが特に求められていた。また、プログラミングはノート上で簡単なプログラムが動作する環境の提供を、語学はノート上からアクセスできる辞書機能やボイス録音機能、発音評価機能を、他の科目では専門用語の辞書を（ノートのある部分に書き込むことで）自分で作ることができる機能などを要望していた。また、ノートを作成するためのアプリと講義動画を交互に利用するので、ノートテイキングアプリ上から動画を制御できる機能が欲しいという声もあった。本研究で構築したノートテイキングアプリで実現されている機能を求める意見もいくつかあった。このレポートの回答では、その他に、

- ノートの取り方が身につけていないこと。そのため、すべてが重要であると感じられて、すべてを記述しようとする。
- 既存のアプリの機能を調べた上で十分に利用できていないこと。要求する機能は利用しているアプリにも備わっているが、それに気づいていない。
- ノートを取るものの価値（身につくスキル、学習効果など）を理解していないこと。ノートを取ることを避けようと、講義スライドや穴埋め式資料の配布を求める。

等も明らかになった。

2 つ目のアンケートでは、以下のような回答が見受けられた。

【アンケートの回答（一部抜粋）】

- パソコンをあまり使い慣れていなかったのも、図や表を自力で試行錯誤して書いていました。そこが苦労した点です。
- 動画と同時に進行でワードにタイピングするのは間に合わないで、動画を一時停止してノートをまとめていましたが、そのせいで授業終了時間が毎度オーバーした。90 分では終えきれなかった。
- 動画を止めながらノートを取らなきゃ行けないのが苦しかったです。実際の授業となるとどこまで授業のペースにノートを書くスピードがついていけるかが不安です。大変申し訳ないのですが、本来ノートを書くに 90 分じゃ終わらないので、ノートを書く分量を少し減らしていただきたいと思います。
- 計算式を記入したら非常に読みづらくて、どうしたら見やすくなるのかわからなかった。ワードでノートを作成したが手書きより頭に入ってこなかった気がする。
- スライドでの講義は、対面形式で先生が黒板やホワイトボードに板書をしながら進める講義と違い授業のスピードが格段に速いので、内容を理解しつつ素早くどこをノートに書き留めるかを判断するのに苦労しました。
- 見やすさと思出しやすさを両立させるために先生がおっしゃったことをどのくらい詳細に書き込めばよいか毎回試行錯誤しています。
- タイピング速度がそこまで速くないので時間がかかって大変でした。あとは、文字の色やサイズを変えるのにも少々手間取りました。
- 講義内で示される図や表を pdf 化してほしい。
- 作成に時間がかかるので、試験をやらないのであれば、ノートを提出させることはやめてほしい。

アンケート対象の学生たちの中には、パソコンでのキーボード入力やアプリの操作に不慣れな者も多く、講義（動画）を視聴しながら記述すべき重要ポイントを見つけ、見やすいノートを作成しようとするのは大変難しいと感じていることがわかった。ゆえに、学生が適度な負担量でノートテイキングできる（再デザインや付加情報を記述できる）程度の内容を記述（オブジェクトを作成・配置）した初期ノートファイルを、教員が事前に作成して配布するという本研究のコンセプトは本アンケートの回答からおおむね間違っていないことが明らかになった。

次年度以降の検討課題は以下のとおりである。

- (1) 構築したノートテイキングアプリを利用した教育学習支援システムを用いて、各講義でノートテイキング実験を行い、アプリの UI/UX や作成したノートコンテンツに関するアンケート調査を実施する。また、各講義に必要とされるイラストやスタンプを、作成されたノートコンテンツの調査・分析やアンケート調査から明らかにし、それらを実装する。
- (2) 作成するノートのコンテンツ（文字、図、表など）を迅速かつ適切にメモして、見やすく理解しやすいノートへ効率よく整形するアプリケーションの実現の可能性を検討する。
- (3) 機種依存、OS 依存しない Web アプリケーションとしてノートテイキングアプリを構築する。
- (4) ノートに講義の内容が適切に記述されているのか、重要なポイントをおさえているのかを明確にして、大量のノートを効率良く短時間で評価することを検討する。たとえば、解答の正しさを自動的に評価する Short Answer Grading System を参考に、自然言語処理技術や機械学習技術を用いて、提出された学生のノートを総合的に評価するサポートシステムの構築が可能か否かを考える。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------