

数式を含む講義動画に対応した字幕表示システムの構築

白井 詩沙香[†] 中原 敬広[‡] 福井 哲夫[§]
 大阪大学[†] 合同会社三玄舎[‡] 武庫川女子大学[§]

1. はじめに

講義動画を活用したオンデマンド型授業は、所望の時間・場所で繰り返し講義動画を視聴できるなど、受講生が自分のペースで学習できるため、人気の高い講義形式である。これまでも反転授業や遠隔授業等で講義動画は活用されてきたが、2020年以降、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う学修機会の確保のために急速に普及した。ポストコロナにおいても、面接授業に加え、オンデマンド型授業をはじめとするオンライン授業の利点を生かした教育の実現が求められている [1]。

講義動画を用いたオンデマンド型授業の利点の一つとして、ユニバーサルな学習環境を提供できる点が挙げられる。とりわけ字幕付きの講義動画の提供は、多様なニーズを抱える学習者にとって重要な機能である。しかし、字幕作成の負担は大きく、長年の課題となっている。自動字幕起こし機能等、人工知能技術を活用した改善は各所で進められているが、STEAM教育の講義動画をはじめ、発話に数式が含まれる動画に数式に対応した字幕をつける仕組みは未だ確立されていない。学習者の認知負担を軽減し、学習を進めることができるよう、数式を二次元形式の数式として字幕に表示する枠組みも検討する必要があると考えられる。

本研究では、ユニバーサルな学習環境の提供を目的に、数式を二次元形式の数式として字幕に表示するシステムを試作したので報告する。

2. 数式を含む講義動画の字幕表示システム

2.1 システム概要

数式を含む講義動画の字幕表示システム（以下、提案システム）の概要図を図1に示す。提案システムは、字幕に含まれる数式を二次元形式の数式として表示する機能と字幕の数式箇所を容易に編集する字幕編集機能、そして字幕を対象に動画を検索する機能を有する。

提案システムは、LTI標準規格に準拠した外部Webツールとして開発し、LMS (Moodle) 上でYouTubeで配信されている動画を数式を含む字幕つきで視聴でき

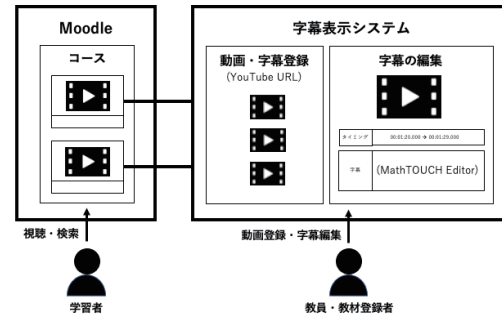


図 1: システム概要図

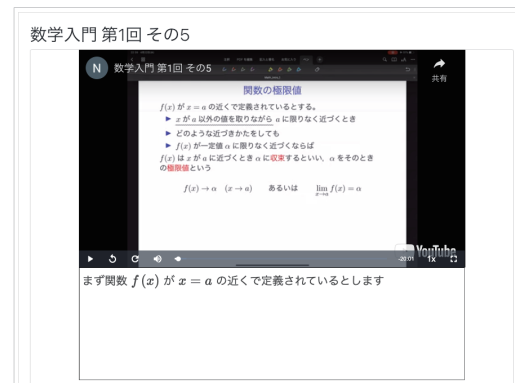


図 2: 数式を含む字幕の表示例

る。字幕は講義スライドの文字や図を隠さないよう、動画の直下に HTML 形式で表示した（図2）。数式の表示には、MathML や $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ で記述した数式を Web ブラウザ上で表示する JavaScript ライブラリである MathJax を使用している。字幕は、表示タイミングとともに $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}+\text{HTML}$ 形式でデータベースに保存している。

2.2 数式を含む字幕の編集

教員は、提案システム上で動画の登録や字幕編集を行う。動画・字幕登録画面で YouTube の Video ID を指定すると動画の字幕が読み込まれる仕組みになっており、動画の設定後、字幕編集画面で字幕の編集が行える。字幕に含まれる数式は、前述のとおり $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ 形式で表現する必要があるが、入力時の負担が大きい。そこで、数式を含む字幕のスムーズな編集を実現するために、これまでに著者らが開発してきた数式入力インタフェース MathTOUCH[2] を活用した WYSIWYG エディタである MathTOUCH Editor[3] を提案システムに組み込んだ。MathTOUCH Editor を使い、字幕を編集する様子

Captioning System for Lecture Videos including Equations

[†] Shizuka Shirai, Osaka University

[‡] Takahiro Nakahara, Sangensha LLC.

[§] Tetsuo Fukui, Mukogawa Women's University

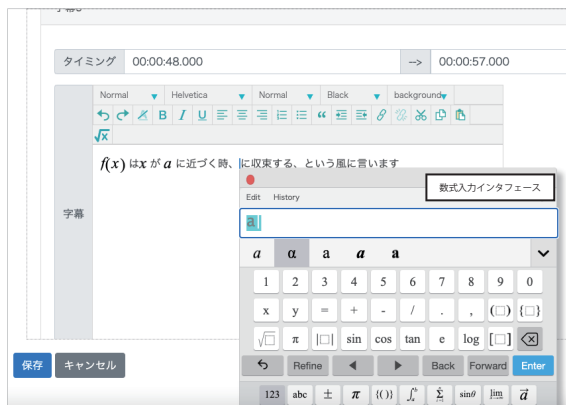


図 3: 字幕に含まれる数式の編集

を図 3 に示す。

MathTOUCH Editor の上部に配置されたパレットの中から数式入力ボタンをクリックすると MathTOUCH が起動する。MathTOUCH では、数式を読む順番にキーワードを入力し、そこから算出された変換候補を選択することで数式を入力できる。例えば、図 3 のように “α” を入力したい場合、 \LaTeX の場合は “\alpha” と入力する必要があるが、MathTOUCH ではキーワードである “a” を入力し、数式予測アルゴリズム [2] を使って算出された変換候補を選択すればよい。その他にも、“ $\sqrt{3x}$ ” は “root3x” といったように、数式構造を指定するための表示されない特殊記号の入力も不要である。MathTOUCH Editor で編集した数式を含む字幕は、数式部分は \LaTeX 形式に変換され、データベースに保存される。

2.3 字幕つき講義動画の視聴と検索

講義動画の視聴画面では、字幕付きでの講義動画の視聴に加え、字幕を検索できる機能を用意した。図 4 に示すとおり、検索ボックスにキーワードを入力して検索すると、当該キーワードが含まれる視聴箇所が表示される。視聴箇所をクリックすることで、再生位置が移動し、所望の字幕が付与されたタイミングから動画を視聴することができる。検索キーワードには、 \LaTeX 形式で表現した数式を含めることができ、数式入力には前節で紹介した MathTOUCH を利用することができる。

3. まとめと今後の課題

本研究では、ユニバーサルな学習環境の提供を目的に、数式を二次元形式の数式として字幕に表示するシステムを試作した。

現行システムでは、動画配信プラットフォーム上で字幕のタイミングを調整した後、提案システム上で数式部分の編集を行う仕様になっている。今後は提案システム上でタイミングや字幕の編集が一括して行えるよう、UI



図 4: 字幕検索機能の実施例 (数式 $f(x)$ を検索)

の調整を進める予定である。また、二次元形式の数式として字幕を表示した際、認知負荷の軽減につながるのか、学習者の学びがどのように変容するか、検証を進めたい。

謝辞

提案システムの検討にあたり、講義動画の提供やご助言をいただきました名古屋大学の中村泰之准教授、大阪公立大学の吉富賢太郎准教授、静岡大学の宮崎佳典教授に心から感謝申し上げます。本研究は JSPS 科研費 19H01733, 20K12117, 21H04412 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 教育再生実行会議: ポストコロナ期における新たな学びの在り方について (第十二次提言), 教育再生実行会議 (オンライン), 入手先 <https://www.mext.go.jp/content/20210615-mxt_koutou01-000016013-7.pdf> (参照 2022-01-11).
- [2] Fukui, T. and Shirai, S.: Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to General Mathematical Formulae, Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration, Lecture Notes in Computer Science, Vol.10274, Springer, pp.15–28 (2017).
- [3] 白井詩沙香, 中原敬広, 福井哲夫: 数学 e ラーニングのための数式予測変換方式によるリッチテキストエディタの試作と評価, 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol. 2022-CLE-36, No. 2, pp. 1-6 (2022).