# TeTra: なぞり動作を活用したノートテイキングツールの提案

渡邊 大喜ț1,a) 西川 愼也ț2 井元 麻衣子ț1 中山 丈二ț1

概要:オンライン学習においてもノートテイキングは学習を深める上で重要である.しかしながら,タブレット端末などタッチパネルでのノート作成は,操作性が悪く,学習者の認知的負荷も高い.本稿では,オンライン学習におけるタブレット端末でのノート作成を支援するために,画面上に提示されている字幕資料を 指でなぞることによりノートテイキングを行うツール「TeTra」を提案する.ノート作成における学習効率 を高めるために「外的認知負荷の軽減」と「視覚チャンネルと聴覚チャンネルの一致」および「閲覧性の向 上」の観点からデザイン要件を定義し,TeTra を実装したので報告する.

## TeTra: A Proposal for a Tracing-Based Note-Taking Tool

# Hiroki WATANABE<sup>†1</sup> Shinya NISHIKAWA<sup>†2</sup> Maiko IMOTO<sup>†1</sup> Jyouji NAKAYAMA<sup>†1</sup>

**Abstract:** Note-taking is a key component to furthering the online learning experience. However, taking notes on a tablet device is difficult and clumsy, forcing learners to work harder than necessary in order to merely take notes. In this paper, we present TeTra, a tool which allows users to take notes by tracing subtitled text onscreen and thereby engage in online learning more smoothly. In order to improve learning efficiency, we defined design requirements from the viewpoints of "reduction of the extraneous cognitive load", "synchronization of visual channel and auditory channel" and " improvement of browsability", developing TeTra based on these requirements.

### 1. はじめに

インターネットを介した映像配信が手軽に利用できるようになり、ネットワーク上で講義を受講するオンライン学 習が世界的にも広がりを見せている.例えば、MOOCs

(Massive Open Online Courses) というオンライン学習 の形態が近年注目を集めており,海外では Coursera<sup>1</sup>,edX<sup>2</sup>, 国内でも gacco<sup>3</sup> などの教育サービスが有名大学の講義や 企業が提供する講義を集めて配信している. MOOCs など 近年のオンライン学習では、単に講義映像を視聴するだけ でなくテストやレポートなど課題に取り組む必要があり、 学習者が所定の水準をクリアすることが求められている. そのため受講者は、修了するために授業内容をより深く理 解することが重要である.

学習者の理解を促すための一手段として、ノートを取る ことが効果的であるとの指摘がある.ノートテイキングに 関する先の研究により、ノートを取る行為は単なる記憶の 外在化だけではなく、思考のプロセスを助けたり、長期記 憶への定着を促進したり、複雑な問題や文章を理解するこ とに効果的であることが明らかになっている[1].オンライ ンの学習環境においても、ノート記録の活動が学習成果に

†1 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所 NTT Service Evolution Laboratories, NTT Corporation

a) watanabe.hiroki@lab.ntt.co.jp

1 https://www.coursera.org/



図 1 TeTra の外観

貢献することが報告されている[2]. このようなノートテイ キングにおける記録方式として, PC などでキーボード入 力を行いデジタルテキストとして記録することは一般的で ある. デジタルテキストとして保存する利点として, 検索 性や編集性, 管理のしやすさ, テキストの再利用などが挙 げられる.

一方で, MOOCs などではマルチデバイス対応により PC 以外でのタブレット端末でオンライン学習をする機会が増 えている.しかしながら,一般的にタッチ操作でのキーボ ード入力はその操作性からノート作成に適しているとは言 い難く,ノート作成の効率が著しく低下すると思われる. スタライスペンなどを使用した手書きによるノートアプリ なども登場しているが,まとまった文章を記録したり,修 正して読みやすくしたりする場合には,デジタルテキスト で記録する場合に比べて時間がかかってしまう.

<sup>†2</sup> 広島大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Hiroshima University.

<sup>2</sup> https://www.edx.com/ 3 http://gacco.org/

そこで、本研究では、特にタブレット環境におけるオン ライン学習時のノート作成を支援するために、図1に示す ようなノートテイキングツール TeTra を提案する. TeTra は、講義映像に付加される字幕教材を活用して、映像視聴 時になぞり動作を活用した選択作業のみで素早く必要な情 報をメモすることができる.取得したメモはタッチ操作に 対応した編集ツールによって、装飾や再編集、映像との連 携を容易に行うことができ、閲覧性の高いノートが作成す ることができる.

#### 2. 関連研究

オンライン学習におけるタブレット端末を用いた書き込 みの効果分析を行った研究として、安藤・植野[3]の研究が ある. 安藤らは、オンライン学習に用いられる入力デバイ スとして、紙媒体、キーボード、ペンタブレット、タブレ ット端末(ペン入力)で比較を行い、入力デバイスの違い による学習効果を分析している. 安藤らは、タブレット端 末を用いたペン入力による書き込みの有効性を、記憶・理 解テストおよびメモ書きの正確性から示し、これを説明す るメカニズムとして「デュアル・チャンネル・モデル[4] を挙げている. デュアル・チャンネル・モデルでは, 聴覚 チャンネルと視覚チャンネルを同期させることが効率的な 作業記憶容量の利用法であると考えられている. タブレッ ト PC のペン入力では、①キーボード操作の日本語変換や デバイス間での視線の移動などの外的認知負荷を軽減し, ②ナレーションに合わせて文章に下線を引くなど、ナレー ションに同期してコンテンツを注視しやすいことから、効 率的に作業記憶容量を内容理解に多く配分できるとしてい る.

一方,学習効果を高めるためには,記録したノートを見 返すことも重要であると言われている.Kiewra[5]らは, ノートを見返すことで学習成績が向上することを実験によ って明らかにし,また,見出しや強調を付けるなどアウト ライン形式で記述されたノートを見返すことで,学習の効 果をより高めることができると述べている.学習効果を高 めるためにも,ノート作成時には後で見返す際の「閲覧性」 に配慮する必要があると思われる.

安藤らの研究では、タブレット端末に表示されたコンテ ンツに対して直接ペン入力を行うという状況を対象として いた.しかしながら、ペン入力では、長文を記録したり、 修正して読みやすくしたりする場合には時間がかかってし まい、講義内容を分かりやすくまとめるという作業には向 いていない.また、安藤らは復習による理解を促す効果と して、資料内に直接メモを書き込むことで見直す際に学習 内容の再生を助けると述べているが、動画中心のコンテン ツでは書き込みができず、メモと映像シーンを対応づける ことが難しい.

このようにノート作成後の「閲覧性」という観点では,

タブレット PC のペン入力で作成したメモでは課題がある. そこで、本研究では、タブレット環境でペン入力を用いず に「外的認知負荷の軽減」と「視覚チャンネルと聴覚チャ ンネルの一致」に配慮した入力方法を考案し、また復習や 振り返りに役立つよう閲覧性の向上も考慮したノートテイ キングツールの検討を行った.

#### 3. TeTra の提案

#### 3.1 デザイン要件

実現するノートテイキングツールに必要な要件を考える. 2 章より、タブレット環境で効率的なノートテイキングを 行うためには「外的認知負荷の軽減」と「視覚チャンネル と聴覚チャンネルの一致」が必要であると思われる.

まず「外的認知負荷の軽減」を促すためにはどのように デザインするべきであるか検討した. 普段, ノートを取る 場合,どのような外的認知負荷が発生するだろうか.ノー トを取るという作業では、講師の言葉を聞きこれをノート に書き写す「記録」と、記録した文字や文章を訂正したり 分かりやすい言葉に置き換えたりする「編集」の二種類の 作業が行われている. 学習者によって記録するスタイルは 様々であるが、講義中に記録と編集の作業を繰り返してノ ートを作成していくことが一般的であると思われる. しか しながら, 編集の作業では、キーボードの日本語変換であ ったり、誤記の訂正であったり学習内容と直接関係のない 外的認知負荷が発生する可能性が高い.また,編集作業に 没頭していると,現在の講義のナレーションと同期するこ とができなくなり、聴覚チャンネルとの不一致を引き起こ す可能性もある.「外的認知負荷の軽減」の観点からすると, 講義中には極力「編集」作業を避け、「記録」に没頭できる デザインをすることが重要であると思われる.

次に「視覚チャンネルと聴覚チャンネルの一致」を促す ためにはどのようにデザインするべきかを検討した.オン ライン学習において視覚チャンネルと聴覚チャンネルを一 致させるとは、ナレーションに合わせて、ユーザが関連す る図やテキストを参照していることが重要である.安藤・ 植野[6]は、e ラーニング教材において、聴覚コンテンツと 視覚コンテンツに同期したポインタを提示し、学習者の視 点をコントロールすることが効果的であることを示唆して いる.そのためノートテイキングの際にも、ユーザの視線 がナレーションの箇所に追従できるようなデザインにする ことが重要であると思われる.

以上の検討より,効果的なノートテイキングを実現する ツールのデザイン要件として,次の3つと定義した.

- (1) 記録と編集を切り分けて作業することができる
- (2) 記録のみに専念できる入力方法が採用されている

(3) ノートテイキングの際にもナレーション箇所に視線を追従できる

(1)と(2)の要件では外的認知負荷の軽減を目的としている.



図2システム概要図

(3)の要件では視覚チャンネルと聴覚チャンネルの一致を 目的としている.

一方で,先行研究では「閲覧性」の観点で課題があった. 復習や後の学習に活用できるような閲覧性の高いノートを 作成するためには、メモから要点を整理して見出しや強調 を加えて構造的に記述できる必要がある.また、閲覧性を 向上させるために、ノートの記述と映像のシーンをリンク させる仕組み[7]がかねてより提案されている.本研究では、 これをタブレット上でも容易に行えるよう検討した.以上 より、閲覧性を高めるデザインとして次の要件を加えた.

(4) 記録したメモを構造化できる

#### (5) メモと該当する映像シーンの対応づけができる

#### 3.2 TeTra の概要

本節では実現した TeTra の概要について説明する. ユー ザは「記録」・「編集」・「復習」の3つのステップにおいて TeTra を利用する. 3.2.1 ではシステム全体の概要につい て述べ, 3.2.2 以降では各ステップに対して, デザイン要件 を押さえつつ、どのような機能を実現したかを説明する.

#### 3.2.1 システム概要

とが可能である.

図2にシステム全体の概要を示す. TeTra が動作するた めのシステム要件は、学習コンテンツが動画として提供さ れ, 講師の発言の文字情報(字幕情報)が存在することで ある. 今回の実装では、HTML5・JavaScript を用いて Web インターフェースで実現した. 学習用の動画はユーザ の端末上でストリーミング再生され、同時に配布された字 幕情報が連動して提示される、レスポンシブデザインを採 用し、タブレット環境だけでなく PC 環境でも同様に操作 することができる.図2に示すように、ノート作成におけ る記録と編集についてそれぞれに特化した画面を設けた. ユーザはこの画面を切り替えて作業を行うことができるた め、要件(1)を満たすように、記録と編集で使い分けるこ

本システムを使ってユーザがノートを作成する場合のス テップは以下のようになる. ①ノート記録画面を開き, 講





図 4 記録中の画面

義映像を視聴しながらメモを記録する(記録).②講義終了 後、ノート編集画面にて、メモに見出しやリスト化などの 整形を加えたり,推敲したりしてノートを作成する(編集). ③後日、ノート編集画面を開いて、作成したノートを見直 し復習に活用する(復習).

次節以降では、「記録」・「編集」・「復習」の各ステップで デザイン要件を満たす機能をどのように組み込んだかを説 明する.

#### 3.2.2 記録ステップ

#### (1) なぞり動作による入力

2 章で述べた要件(2)(3)を満たす入力方法として,図 3 に示すような、なぞり動作による入力方法を採用する. な ぞり対象の資料として,映像と共に配布される字幕コンテ ンツを活用し、字幕の提示されている画面部位を指でなぞ ることにより、そのなぞった箇所をメモとしてノートに記 録していくことができる. MOOCs などの近年のオンライ ン学習では映像コンテンツの多くに字幕が付与されており, 映像を視聴しながら字幕教材を見ることができる構成のも のが多い. この入力方法の利点としてはナレーションから 正確に文字を記録することができるため、日本語変換や誤 記の修正を行う必要がなく,要件(2)を満たすように記録 に専念して入力することができる.また指でなぞる際には, 必然的に視線を字幕コンテンツに目を向ける必要があり, 要件(3)で求められているように、ナレーションで読み上 げている箇所に合わせて字幕をなぞることが可能である. (2) 記録画面の詳細

次に、TeTra で記録中の画面を図4に示す。画面左上に は映像を提示し、右半分には字幕コンテンツを提示する. 字幕コンテンツは映像と連動して、ナレーションの該当箇 所が強調して表示されるようになっており、ユーザの注視 点を誘導するようになっている. 左下に取り込んだメモを 一時的にバッファする領域を設けており,取り込んだメモ は一覧することができる.メモを取り込む際には,メタデ ータとして該当の字幕を表示する時刻(コンテンツにおけ る再生時刻)も合わせて自動的に記録する.これは後述す る復習ステップで活用する.

#### 3.2.3 編集ステップ

記録後は、ノート編集画面を開いて、**要件(4)**を満たす ように、取り込んだメモに見出しを加えたり、メモを自分 の言葉で整理したり構造的な編集が可能である.図5に示 すように、編集機能はツールボックスにまとめられており、 記録されたメモを指定してツールボックスで編集を加える ことができる.例えば、メモの構造化・装飾には、メモを タッチで選択してから、ツールボックス上の見出しやリス ト化などを指定する(「H2」や「li」などのHTML 要素を 指定)ことで表示のスタイルを変更することができる.ま た、メモの順番もタッチ操作で自由に入れ替えることが可 能である.

また、メモの内容は字幕の言葉がそのまま転記されてし まうため、自分の言葉に置き換えたり整えたりして修正を 加えたい場合がある. ツールボックスでは簡易のテキスト エディタが利用できるため、図6のように記録したメモを キーボード入力で修正することができる. ユーザは編集時 には構造化に集中できるので、内容を俯瞰して整理された ノートを作成することが可能であり、復習で見返す際に要 点が分かりやすい.

#### 3.2.4 復習ステップ

編集画面のツールボックスには復習に活用できる機能 としてメモの該当箇所から映像の再生を行う機能がある. TeTra では字幕をなぞり動作で記録する際に,メタデータ として字幕を表示する時刻を取得している.そのため**要件** 



図5 編集中の画面



(5)を満たすよう、メモとその該当する映像を容易にリンク することができる. ユーザは復習時に、ノートに記述され たメモをタッチ操作で指定し、該当する映像シーンから再 生することで、理解を深めることができる.

また,ノートはクラウド環境に保存できるので,どのデ バイスからも参照可能であり,必要なときにデジタルテキ ストを検索して参照することもできる.

このように TeTra で作成したノートは閲覧性が高く,学 習の振り返りや復習を促進する効果があることが期待され る.

#### 4. おわりに

本稿では、タブレット環境におけるオンライン学習を支 援するために、なぞり動作を活用したノートテイキングツ ール TeTra を提案した. TeTra はタブレット環境において ペン入力を行わずとも、タッチによるなぞり動作のみでノ ートを取ることができる. ツールのデザインにおいては学 習効果を高めるため「外的認知負荷の軽減」と「視覚チャ ンネルと聴覚チャンネルの一致」および「閲覧性の向上」 の観点から、これを促すようなデザイン要件を定義した. 要件は(1) 記録フェーズと編集フェーズが分離されている こと(2) 記録のみに専念できる入力方法が採用されてい ること(3) ノートテイキングの際にもナレーション箇所 に(4) 記録したメモを構造化できること(5)メモと該当す る映像の対応づけができることであり、TeTra はこれら要 件を満たすよう実装した.

今後, TeTra の有用性を示すためには, タブレット環境 における他のノート記録方式と比べて, ユーザの外的認知 負荷や学習時の行動がどのように変化し, 学習内容に対す る理解の深まりや記憶の把持においてどのように差がみら れるかを評価していく必要がある.

#### 参考文献

1) Boch, F., Piolat, A., "Note taking and learning: A Summary of research," The WAC Journal, 16, pp101-113, 2005

2) 中山実, 六浦光一, 山本洋雄, "オンライン学習における学習者 ノートの内容評価と学習成績との関連,"信学技報, ET2011-49, pp13-18, 2011

3) 安藤雅洋, 植野真臣, "e ラーニングにおけるタブレット PC を 用いた書き込みの分析,"日本教育工学論文誌, 35(2), pp109-123, 2011

4) Clark, J.M., Paivio, A., "Dual coding theory and education," Educational Psychology Review, 3, pp149-210, 1991

5) Kiewra, K. A., DuBois, N. F., Christian, D., McShane, A., Meyerhoffer, M., & Roskelley, D., "Note-taking functions and techniques," Journal of Educational Psychology, 83, 240-245, 1991

6) 安藤雅洋, 植野真臣, "デュアル・チャンネル・モデルに基づく e ラーニング・マルチメディア教材におけるポインタ提示の効果 分析,"日本教育工学論文誌, 32(1), pp43·56, 2008

7) Li, Y., Wald, M., Wills, G., Khoja, S., Millard, D., Kajaba, J., Singh, P., Gilbert, L., "Synote: development of a Web-based tool for synchronized annotations," New Review of Hypermedia and Multimedia, p. 1-18, 2011

© 2015 Information Processing Society of Japan