

リアルタイム講義における 受講者の思考活動に着目した支援に関する研究

駒形 伸子[†] 大平 雅雄[†] 蔵川 圭[†] 中小路 久美代^{†,‡,‡‡}
e-mail: {nobuko-k, masao-o, kurakawa, kumiyo}@is.aist-nara.ac.jp

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
^{‡‡} (株) SRA 先端技術研究所
^{‡‡‡} 科学技術振興事業団 TOREST

概要 本研究の目的は、リアルタイムで進行する講義において、「見る」「聴く」という行為と並行して「書く」、すなわち「ノートをとる」作業を認知的負荷を軽減することによりシステムを用いて支援することである。我々は、(1) 視覚情報の記録による記録負荷軽減、(2) 記録作業中の状況把握支援、および(3) 手書き支援という3つの要件を抽出し、それに基づきプロトタイプシステムを構築している。構築中のプロトタイプシステム NOSTIS (a NOTE-taking Support within a TIme-constrained Situation) では、講義映像の手元表示および講義映像のキャプチャ画像への手書き入力により、受講者の支援をおこなう。

A Cognitive System that Supports Note-Taking in A Real-Time Class Lecture

Nobuko KOMAGATA[†] Masao OHIRA[†] Kei KURAKAWA[†] Kumiyo NAKAKOJI^{†,‡,‡‡}

[†] Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
^{‡‡} Key Technology Laboratory, Software Research Associates, Inc.
^{‡‡‡} TOREST, Japan Science and Technology Corporation

Abstract The goal of this research is to support the cognitive process of a student in taking notes while looking at the front (an instructor, screen, etc.) and listening to the instructor in a real-time class lecture. We have identified three system requirements for the goal: (1) to decrease cognitive overhead of recording notes of visual information (slides and white boards) by video-recording the lecture, (2) to help the students maintain the current context while taking notes, and (3) to support hand-writing input. We have been building a prototype system NOSTIS (a NOTE-taking Support within a TIme-constrained Situation), which allows the user to capture video frames of the lecture, and to annotate captured frame images by hand-writing.

1 はじめに

講義中において受講者は「見る」「聴く」「書く」という3つの行為をおこなうことになる。教授者の話を聴きながら、前方の板書やスライド表示、配布された資料などを見つつ、重要そうなポイントや自分の疑問などをノートとして書く。これらの行為は独立しておこなわれるわけではなく、多くの場合前方を見ながら聴き、聴きながら書き、見ながら書く。行為はあらかじめプランされているわけではなく、講義という状況をみながら、状況に即して行為が選択される [1]。われわれの研究の目的は、こういった状

況に即して出現する受講者の行為を、コンピュータを用いて「より自然に」、認知的負荷を軽減することにより支援することである。

本論では特に、リアルタイム講義における受講者の支援を考える。昨今、ビデオに録画したアーカイブ講義が増加しつつあるが、教授者と受講者とがインタラクティブにコミュニケーションでき、その場や状況に応じて講義の方向性が決められてゆくことによるリアルタイム講義の利点はアーカイブ講義には見られない特長である。一方、自由に一時停止や巻き戻しをして繰り返し見ることのできるアーカイブ

講義と異なり、リアルタイム講義では、個々の受講者の状況やペースに関係なく講義が進む（本論で述べる講義は、一対多の講義を対象とし個別講義は対象としないものとする）。そのため、ノートをとっているあいだに話が進んでしまい話のつながりがわからなくなってしまうたり、資料の確認をしているあいだにどこに着目していたかを見失ってしまったりと、という問題が発生する。

本論で説明するわれわれのアプローチは、このようなリアルタイム講義において、受講者の「ノートをとる」という行為に注目し、受講者のノートをとる行為を支援するツールを作成することである。見る、聴く、書く、という3つの行為のうちの「書く」ことを支援することにより、

- リアルタイムで進んでゆくコンテキストをできるだけ失わずに済むこと
- 書き逃すことができるだけないようにすること
- 書いたものを後から見てより学習を進めるようにできること

という3項目を目標とする。

以下に続く本文では、まず、書く、すなわちノートをとる、という行為について、何を記録するのか、どういう状況で記録するのか、ノートをとる手法、といった側面から論じ、リアルタイムでノートをとる行為を支援するために必要な要件を挙げる。次に、それらの要件に基づき支援システムを構築するにあたってのわれわれのアプローチについて説明する。本研究のアプローチは、前方の教授者や白板、スクリーンの様子をビデオデータとして受講者の手元に流し、随時それをキャプチャしてそこにノートを手書きする、というものである。続く3章で、このアプローチに基づき構築中のプロトタイプシステムを説明し、本アプローチにおける今後の技術的課題について述べ、本論を閉じる。

2 リアルタイム講義における書くという行為

本章では、リアルタイムで進行する講義において、何を記録するのか、どういう状況で記録するのか、また記録する手法について考察し、支援に必要な要件について考察をおこなう。以下本論では、「ノートをとる (note-taking)」という行為はメモを書く行

為一般を指すものとし、受講者のノートに書き込みをおこなう行為のみを指すのではなく、配布資料などへの書き込みも含めて「ノートをとる」と表現している。

2.1 ノートとしてとる情報

受講者がリアルタイム講義中にノートをとる作業を支援するために、まず受講者が記録する情報について考察する。

講義の際に受講者がノートとしてとる情報は、教授者が発信して受講者が受容する情報と、発信され受容した情報を受けて受講者が創出する情報との2種類に大別することができる。

教授者から受容する情報は、講義中に教授者が書いたり、話したり、また資料として配布したりする、いわゆる講義の内容を指す。この、教授者から発信される情報は、見るものと聴くもの、つまり視覚情報と聴覚情報とに分類することができる。視覚情報には、教授者により板書される文字や図形、スライド表示される文章や図表、アニメーションなどがある。また教授者の身振りやポインタなどの情報も視覚情報として受講者に受容される。これに対し聴覚情報は主に教授者の発話である。ビデオやムービーなどマルチメディア教材などは視覚情報と聴覚情報の両方にまたがるものである。

これらの受容された情報をノートとして記録することを考える。板書の内容など視覚情報の多くは、受容した情報をそのままノートに記録することが少なくない。教授者が手書きで白板/黒板に書く内容を受講者が手で書き写す場合は、「書く」速度がほぼ一致するため遅延の問題はないが、オンラインプレゼンテーションなどあらかじめ用意されたスライドを提示する場合は、受講者の書く速度が追いつかず受講者の大きな負担となっていることが容易に推測される。教授者の身振りや手振り、例えばポインタで示した先などは、既に記録されたノート上の情報を丸で囲むなどして、受講者が自分にとっては意味のある図形的情報を用いて、すでにノートに記録した情報や配布された資料に付加する形で記録することが多くある。一方、聴覚情報、特に発話は、そのまま記録するというよりむしろ話を理解した上で重要そうな点、教授者が強調する点、などをノートとして記録する場合が多い。この場合も、簡単なキーワードや重要度を示す波線などを用いて、すでにノートや配布資料にある情報と組み合わせる形で記録する

ことが少なくない。

受容された情報を受けて受講者が内省をおこない、そこから関連する事項を思いついたり、またそれに関連して疑問が出た場合などに、それを記録することが多くある。これらの情報を本論では受講者が創出する情報と呼ぶ。

受講者が創出する情報の記録は、上述の受容する聴覚情報と同様に、簡単な文字列や疑問符といった記号、図形表記などを用いておこなわれることが多い。これらの創出される情報の多くは受容された情報に関連しているため、すでに記録してあるノートや配布資料に付加する形で記録されている場合がほとんどである。

2.2 ノートをとる状況

板書などの表出された情報をそのまま無条件に書き写す場合や、教授者が明示的に記録する箇所を指摘する場合をのぞいて、何を、いつ、どう記録するか、というのは完全に受講者の思考状況に依存する。教授者から発信される情報を受容し自らの内省を進め情報を創出しつつ「書く」という行為をおこなうことに関して、本研究では以下の2点が重要であると考えている。これらはいずれもリアルタイム講義という状況からくる制約である。

第一に、講義の流れとノートをとるタイミングの問題がある。教授者が話し始めた時点では受講者はまだこれから話されていく内容はわからず、そのため講義が進んでからそれ以前に受容した情報が重要であることがわかり記録したいという要求が出る場合がある。アーカイブされた講義であれば巻き戻してノートを取り直すことが可能であるが、リアルタイムで進行する講義においては、前に戻ってノートをとっているあいだにも講義は進行するため、ノートをとれてもコンテキストを失うか、もしくはノートへの記録をあきらめる、という状況もある。このような事態を避けるため、重要であるかそうでないかの判断がつかかねないまま、必要ではないかもしれないことまで含めてノートをとっている受講者もいるであろう。

第二に「見る」「聴く」という行為をしつつ「書かなければならない」という行為の並行性の問題がある。ノートをとるためには手元を見る必要がある。前方の視覚情報と手元のノートとのあいだの視線移動の回数の学習への影響の問題 [2] とともに、書いている瞬間は教授者がいる前方の視覚情報を失ってしま

うという問題もある。例えば教授者の「ここが重要です」という発話を聴覚から得たとしても、ポイントを見ていなかったためにどこが重要だったのかわからないという状況が発生してしまう。

2.3 ノートをとる手段

2.1 節で触れたように、記録する情報には文字情報に加えて記号や図形、既存の情報への注釈など、多種多様な情報の形態が存在する。それらに適応するように講義中にノートをとるための手段として、現在でも手書き方式が最も一般的である。

近年は、教育の場への計算機導入例の増加に伴い、キーボード入力という方法も普及しつつある。しかしキーボード入力は、訓練によって手書きよりもはるかに迅速に文字を入力することはできるが、講義で多く用いられる大小さまざまな図表の入力には適していない。日常生活全般の話であれば、音声メモという手段も考えられるが、講義中にノートをとるためだけに声を出さずという行為が現実的であるとは言い難い。

これに対し手書きでは、書くのに時間がかかるという欠点はあるものの、書く位置の自由さ、図表の入れやすさなどの面で、他の手段に比べて優れている。また、ノートをとる際に意識的におこなう「わざと字を大きく書いた」といった行為から得られる体感的な記憶を活かすことも可能である。

2.4 支援に必要な要件

以上より、本研究でリアルタイム講義中の受講者がノートをとる行為を支援するにあたって必要な要件として、以下の3点を考えるものとする。

- 視覚情報の記録における負荷軽減

ノートをとる際に、その土台となる視覚情報をあらかじめ手元に用意できるしくみが必要である。視覚情報は講義形態によっていろいろあるので、どんなものであっても同じように手元に持ってこれるようにする。

- 記録中の状況把握

ノートをとっているあいだの受講者の視野内で講義状況を把握できるようしくみをつくる必要がある。

- 手書きサポート

計算機を用いて支援することを考えると、スタイラスによる入力が考えられる。このときキーボードやマウスを併用するとモダリティの衝突によって使いづらいシステムになってしまう。このため、キーボードやマウスとの併用は避ける必要がある。

以上を考慮して本研究ではリアルタイム講義における受講者がノートをとる行為を支援するプロトタイプシステムを構築した。このプロトタイプシステムでは、

1. 講義映像の手元表示

講義映像を手元に表示することにより、ノートをとっているあいだの状況把握、視線移動回数の軽減などに期待する。

2. 講義映像のキャプチャ画像への手書き入力

前方にある視覚情報をキャプチャして手元に取り込むことにより、前方にあるものがスライドであるか黒板であるかといったことに依らない、視覚情報を土台とした書き込みができるようにする。

という2点を特徴とする。次章ではこのプロトタイプシステムについて説明する。

3 プロトタイプシステム： NOSTIS

本章では、提案手法に基づいて構築中のシステム NOSTIS(a Note-taking Support within a Time-constrained Situation) について述べる。まず概要を説明し次にシナリオを用いて想定しているシステムの利用形態について説明する。最後に、システムが抱える今後の課題について触れる。

3.1 システム概要

NOSTIS は、タッチパネル式のラップトップコンピュータを講義に持ち込み受講者はコンピュータの前で講義を受けることを前提に設計されている。手書きにより受講者がノートをとるものとし、講義中はキーボードやマウスを一切使わずスタイラスのみでシステムを操作できるようになっている。

NOSTIS は、LectureViewer、CatchUpSpace、PageViewer、NoteTakeSpace という4つのサブウィンドウから構成される(図1)。

以下、これらの役割について詳しく説明する。

LectureViewer:

講義の映像がリアルタイムに映し出されるサブウィンドウである。これにより、後述の NoteTakeSpace において手元を見てノートをとっているあいだにも、少ない視線移動で講義の進行状況のある程度把握することができる。

LectureViewer に写し出されている映像は、後述する方法で任意の時点で画像としてキャプチャすることが可能である。キャプチャされた画像は CatchUpSpace に保存され、後で選択することによりこの LectureViewer に再表示することが可能である。

CatchUpSpace:

後述の、手書きでノートをとるための場である NoteTakeSpace 上部にある [Capture] ボタン(図1(1))を押すと、その時点で LectureViewer に表示されている映像フレームが画像として CatchUpSpace の左コラム下部に追加されてゆく。したがって、キャプチャされた画像は、上から下へと時系列に保存されてゆくことになる。

右コラムは、キャプチャされた画像に対して自由に手書きメモを置けるようなフリースペースとなっている。左コラムの画像列に重ねて手書きを書き込むことも可能である。

NoteTakeSpace:

受講者がノートをとるための主要なスペースである。この空間に、手書きで自由に書き込みをおこなうことができる。また、CatchUpSpace の左コラムに保存された画像をドラッグ&ドロップ、リサイズして張り込むことが可能である。これにより、写し出されている内容に対して注釈の形態でノートをとることも可能である。

NoteTakeSpace はページという概念で構成されている。サブウィンドウ全体を1ページとみなしている。右下角にあるボタン(図1(2))を押すと、現在のページの内容が別ウィンドウに表示される。下記に説明する機能を用いて新たなページを構築しても、別ウイ

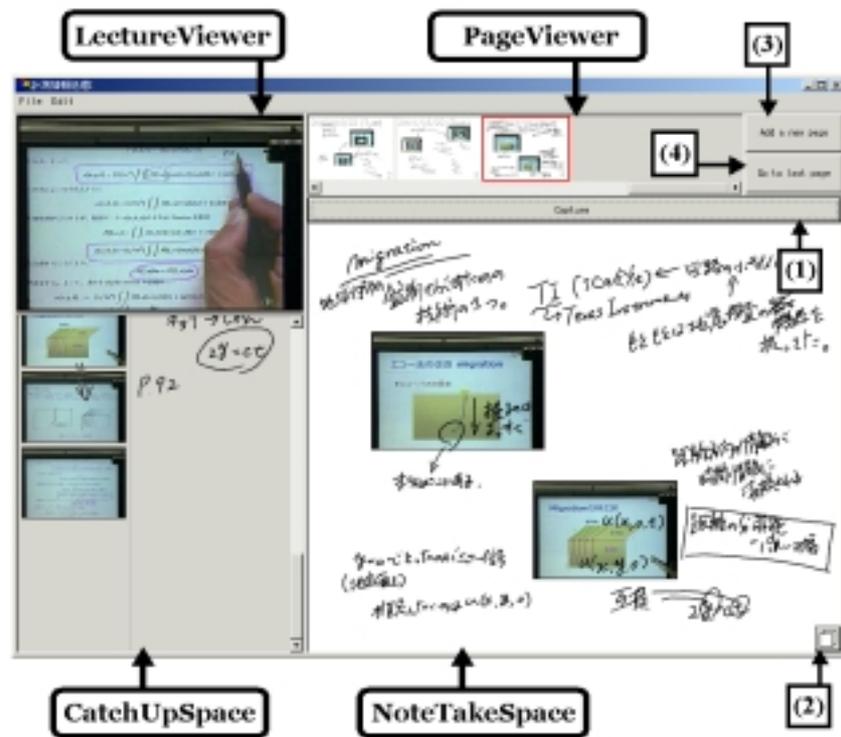


図 1: NOSTIS

ンドウにはそのまま表示が残るため、他ページの閲覧やページ間の比較がおこなえる。

3.1.1 PageViewer:

上述のように、NoteTakeSpace はページから構成されている。[Add a new page] ボタン (図 1(3)) を押すことにより、現在表示されているページはサムネイル化され、この PageViewer に作成順に右から追加され、NoteTakeSpace には無地の新たなページが表示される。

PageViewer 内のサムネイルを選択することで、対応するページの内容が NoteTakeSpace に表示されノートを追加することができる。現在選択中のサムネイルは赤枠 (太枠) 強調されている。[Go to last page] ボタン (図 1(4)) は、最後のページを選択するためのものである。

なお、コンテキストを失うことのないよう、現バージョンではページの削除はできないこととしている。

3.2 システム利用例

本節では、NOSTIS の利用方法をシナリオに沿って説明する。なお、図 1 は本シナリオの途中経過に相当する。

講義室にはプロジェクタと大きなスクリーンが設置されており、教授者が利用するスライド内容を一望することができる。また、講義の内容はスクリーン付近の様子が TV 映像としてリアルタイムに学内に配信されている。今回は LectureViewer 上に表示させる映像ソースとして、この TV 映像を利用する (CCD カメラからの映像を LectureViewer 上に表示させることも可能である)。講義内容は博士前期課程の学生を対象とした「計測情報処理 I」であり、今回の講義テーマはエコーを用いた計測技術についてである。

講義が開始され、システムのユーザである受講者は、話を聴きながらスクリーンに映し出されている事柄を、紙の上にノートをとると同様の作法で NoteTakeSpace 上にノートをとる。

講義が進み migration 技術に関する話になると教授者の説明に熱が入り、口調も早口になってきた。そこで、受講者は話を聴くことに専念するためにノート

をとる作業を一時中断し、LectureViewer に表示されている現在のスライド内容 (migration の模式図) を CatchUpSpace にプールした。話を聴いているうち、この技術が地中の鉱物を探すために発展してきたという事実を知ったため、プールしておいたスライド内容を CatchUpSpace から NoteTakeSpace の中までドラッグし、適当に位置/サイズを変更してから補足情報として書き込みをおこなった。ノートをとる作業のあいだは、スクリーンの状況を手元の LectureViewer によって確認することができたため、ノートをとった後は、授業のコンテキストを失わずに教授者の話を聴くという作業に戻ることができた。さらに講義が進んだ時、教授者が「先ほど見せた図ですが...」といいながら migration の模式図を一瞬表示させ、すぐに別のスライドに切り替えて説明をはじめた。受講者はスライドを過去にプールしていたので、CatchUpSpace から探し出し migration の模式図と現在教授者が表示させているスライドとを照らしあわせながら講義を受けることができた。さらに講義が進み、エコー法の応用例として CIF 法の説明が始まると、受講者は migration 技術と CIF 法との違いを理解するために、数ページ前に migration 技術について書いたノートを PageViewer 内のノートのサムネイル表示から探し出した。スタイルでサムネイルを指定することで、ページ内容が NoteTakeSpace に表示される。さらに 2 つの技術を比較するために NoteTakeSpace の右下角にあるボタンを押し、表示されている migration 技術のページを別ウィンドウで表示させつつ、現在話されている CIF 法についてのノートを作成した。講義も終盤に差し掛かり、教授者は残り時間を気にしてスライドを次々と切り替え始めた。受講者は急いで現在のスライド内容をプールし、直接 CatchUpSpace 内でキーワード程度の簡単なメモをとった。

3.3 今後の課題

現在の NOSTIS では、講義の内容を動画で流しながら随時静止画としてキャプチャし、そこに手書きでアノテーションをおこなうようにしている。しかし、実際の講義においては、板書、オンラインプレゼンテーション、いずれにしても動的に変化する。ある時点で板書をキャプチャし、そこにアノテーションをおこなっても、その状態から追加された板書の状態になったときに新たに画像としてキャプチャすると、それまで手書きで記録していた内容と関連をつ

けることが非常に難しい。現状では、キャプチャ内容を時系列に沿って保存することで、ユーザが時間軸を遡って手書きメモとキャプチャした内容との関連を理解することを期待しているが、今後の大きな課題として、そのように時間軸にそって流れるビデオデータのような情報に対して、どのように注釈をつけるか、という問題がある。

また、本システムの実用性を考えると、講義内容の映像をどう作成するか、という問題が深く関わってくる。本論では単に講義内容の映像を流す、としているが、スライドと板書を併用する場合のカメラの自動切替えの問題や、講義映像と受講者が座っている席から見える講義風景とのアングル差によって生じる影響などの問題もある。これらも今後の課題である。

4 おわりに

本論では、リアルタイムで行なわれる講義において、受講者のノートをとるという行為を支援する枠組を考察し、構築中のプロトタイプシステムを紹介した。今後は、プロトタイプシステムを完成、評価するとともに、実用化を考えたときに課題となる点についてより考察を重ねる予定である。

謝辞

本論の執筆にあたり大いなる時間と労力を割き御協力頂いた高嶋章雄氏に深く感謝します。

参考文献

- [1] L. A. Suchman, "Plans and Situated Actions", Cambridge University Press, 1987.
- [2] 中根 芳一, 岩田 三千子, "見やすい照明のための基礎研究 (その 11) 講義中の視線の動きに関する実測調査", 大阪市立大学 生活科学部紀要 33(住居学), 1986.