

電子的プレゼンテーションシステムの実験的評価

対馬 英樹 畠中 晃弘 垂水 浩幸 上林 弥彦

京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻

近年、計算機によって支援された教育環境が広まってきている。多くの遠隔教育システムや会議システムで、電子的なプレゼンテーションシステムが採用され、様々な機能が提案されている。本論文では、どういう状況のもとでどういうプレゼンテーションシステムが有効であるかを確かめるための実験を二つ報告する。一つ目は講義中にタイピングを行うことが学生にとってどれくらい困難であるかを見るためのものであり、二つ目は、教材中に現れる数式の表示方法に注目した実験である。これらの実験結果は、教育システムや会議システムの設計に対する意味のある知見となっていると思われる。

Experimental Evaluation of Electronic Presentation Systems

Hideki Tsushima Akihiro Hatanaka
Hiroyuki Tarumi Yahiko Kambayashi

Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

Computer-based educational environments are rapidly growing in popularity. A lot of education systems and conference systems adopt electronic presentation systems, and a plenty of facilities have been proposed. This paper reports two experiments to examine what are good interfaces for computer-based educational environments. The first experiment aims to see students' difficulty in typing during the class. In the second experiment, we focused on the special characteristics about mathematical formulae appearing in the teaching materials. The results of the experiments in this research would help people to design educational systems. The results of the first experiment would be useful for conference systems as well as education systems.

1. はじめに

計算機に支援された教育環境が広まってきている。多くの教育システムでは電子的プレゼンテーションシステムが採用されており、豊富な機能が提案されている。しかし、どのような条件のもとで電子的プレゼンテーションシステムが効果的

であるのかに関しては比較的知られていない。

本稿では、計算機を用いた教育環境でどのようなインタフェースがよいかを調べるための実験を2つ報告する。2章で学生の講義中におけるタイピングの困難度についての実験を、3章で教材の中に現れる数式についての実験を報告する。

2. 講義中にタイピングを行う際の学生の困難度

2.1. 目的

ノートコンピュータの普及により、プレゼンテーションを見たり聞いたりしながらキーボードをタイプする機会が増えてきた。例えば、次のような場面が考えられる。

- (1) 講義中にノートを取る際に、紙のノートではなくノートパソコンを用いる。
- (2) 多くの遠隔教育システムにおいて、学生や教師がノートやメモをとる、あるいは質問回答などを行うといった場合にキーボードをタイプするという設計になっている。
- (3) 講義や会議などで、聴衆同士（あるいは学生同士）が互いにコミュニケーションを行うために、チャットを行う。

(2)に関しては、多くの遠隔教育システムで学生はタイピングを行うことによりノートを取るというインタフェースを採用している[1]。

(3)については、学術的な会議において、実際的な試みもなされている[2]。この試みでは、参加者はチャットサーバに接続しコメントや質問、意見を述べる事が可能になっている。

講義の最中にタイピングを行うことは学生にどのような影響を及ぼすであろうか。黒板を見ながら、あるいは教師の説明を聞きながらキーボードをタイプすることは、学生にとって困難なことであろうか。

我々は、このような状況で感じる困難さの要因として、以下のことがらを考えた。

1. 2つのものを見なければならないこと。

学生（もしくは聴衆）は、自分のノートブックコンピュータと前方の黒板（プレゼンテーションの資料）の両方を見なければならない。つまり、視線をある物から別の物へと移動させる必要がある。

2. プレゼンテーションの内容と無関係な文章

を読むこと。

プレゼンテーションが行われている際に、聴衆が聴衆同士でコミュニケーションをとるような場合、プレゼンテーションの内容とは無関係な発言もありうる。このような場合、聴衆は自分でどのような態度をとるかを決定する（例えば、会話に参加するかどうか、など）。

これらはいったいどれくらい学生に影響を及ぼすのであろうか。このような観点から、我々は実験を設計した。

2.2. 方法

我々は以下のような影響を調べることを目的として実験を行った。

- タイピングを行う画面と教材が表示される画面が離れていることによる影響
- 教材の内容と無関係な会話による影響

2.2.1. 参加者

京都大学の学部学生、大学院生、スタッフから、24人の被験者を得た。年齢は、21才から40才であり、平均は25.0才(S.D.=4.9)であった。それぞれの被験者には、実験の参加に対して500円の図書券が支払われた。

2.2.2. 教材とタイピングの質問

2種類の教材を用意した。教材はスライドの形であり、被験者にはこのスライド教材が提示され、それに関する説明が音声で流れる。スライドは全て文字のみで作られ、図や写真は入っていない。教材のスライドおよびその説明はすべて日本語である。どちらの教材もスライド10枚からなり、説明の時間は約5分である。

講義中（会議中）に会話が発生する状況をシミュレートするために、我々は被験者に短い問題を与え、それにタイプして答えるように設定した。被験者は、以下の事柄を同時に行うことが要求される。

- 教材の説明をおいけること
- 質問画面に現れる問題にタイプして答えること

また、教材と無関係な問題の割合を IP 要因とし、以下のように設定した。

- IP0 条件の下では、すべての問題は教材に関するものである。
- IP1 条件の下では、65%が教材に関する問題であり、35%が無関係問題である。
- IP2 条件の下では、30%が教材に関する問題であり、70%が無関係問題である。

質問は、すべて日本語で5～10字で答えるものである。教材に無関係な問題の例としては、「イギリスの首都は？」とか、「 $23+8=?$ 」といったものがある。

2.2.3. 教材の表示の仕方

この実験では、我々はノートコンピュータとカラーディスプレイを準備した。カラーディスプレイは黒板の役割を持つものとして使用した。ノートコンピュータにもディスプレイはついているので、この実験では2つのディスプレイを用いたことになる。ノートコンピュータは机の上に置かれ、カラーディスプレイは上方に配置した。それゆえ、カラーディスプレイから情報を得るためには、被験者は視線を上方に動かさなければならない。

我々は、2種類の表示の仕方を準備した。

- 表示タイプ U
教材は上方のカラーディスプレイに表示され、質問表示画面および回答するためのエディタが手元のノートコンピュータに表示される。
- 表示タイプ L
すべてのもの（教材、質問画面、エディタ）が手元のノートコンピュータに表示される。

表示タイプ U と表示タイプ L で、教材の説明はまったく同じである。表示タイプ L におけるノートコンピュータのインターフェースの様子を図1に示す。このインターフェースでは、画面の上の部

分は教材を表示することに用いられており、真中に問題が表示され、下の部分がエディタになっていてここに答を打ち込む。

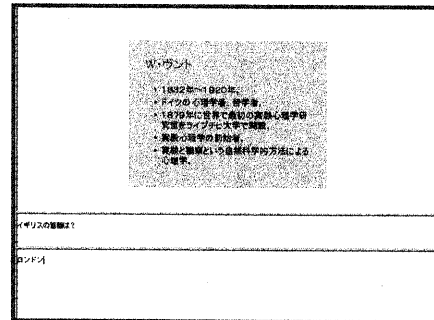


図 1：表示タイプ L のインターフェース

表示タイプ U は表示タイプ L と基本的には同じ物であるが、教材が手元のノートコンピュータには表示されず、上方の別のディスプレイに表示されるという点が異なる。

2.2.4. 設計

within subjects design を採用した。すなわち、各々の IP*条件について、8人の被験者が両方の教材を見た。被験者が教材を見る順序、表示タイプの順序 (U と L) の影響は、被験者間で相殺されるようにした。

2.2.5. 手続き

手元のノートブックコンピュータとしては Sony VAIO PCG-XR1 を、上方のディスプレイには MELCO FTD-XT14S-A を用いた。被験者は教材の説明をヘッドフォン (Sony MDR-CD270) を通して聞いた。システムは、Microsoft Visual C++ 6.0 を用いてプログラムされた。

被験者の行った全てのセッションは以下の通りである。

1. 実験の説明と、同意書のサイン
2. 被験者に関する情報を得るためのアンケート、および、すでに持っている知識を確かめるためのテスト

3. トレーニング課題
4. 一つ目の教材を聞きながらタイピング
5. 一つ目の教材に関するテスト
6. 二つ目の教材を聞きながらタイピング
7. 二つ目の教材に関するテスト
8. 一つ目の表示と二つ目の表示を比較しての主観アンケート

2.3. 結果と分析

2.3.1. テストの点数

被験者は教材の説明を聞いた直後に、それに関する理解度テストを受けた。これは両方25点満点で、選択問題および正誤問題からなる。

全ての条件 (UL 要因と IP* 要因) での結果をまとめたものを図2に示す。全ての IP* 条件で、L での得点は U での得点よりも高くなっている。また、U 条件でも L 条件でも、無関係な問題が増えるにつれ得点は減少しているのがわかる。

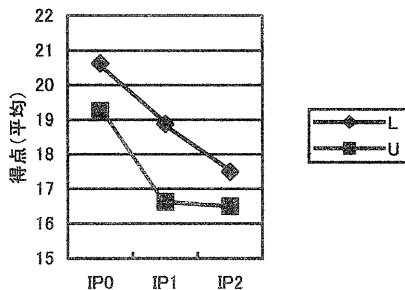


図 2: テストの得点の結果

これらのデータをより厳密に分析するために、2 要因分散分析を行った。その結果、UL 要因に有意な差があった ($F(1,21)=7.810, p < .05$) が、IR 要因には有意な差はなかった。また、我々は、無関係なタイピングを行うことと視線の移動が必要なことの間交互作用があるのではないかと、すなわち、両者を同時に行うことにより大きな負担が被験者にかかるのではないかと仮説を持っていたが、今回の実験結果では交互作用は有意ではなかった。

この結果をまとめると、(1)視線の移動が必要な学生の理解度 (テストの結果による) は視線の移動が不要な学生の理解度よりも低いということが統計的に確かめられ、(2)統計的には有意ではなかったが学生の理解度は無関係なタイピング課題が増えるにつれ下がっていくということである。

2.3.2. タイピング課題の得点

理解度 (テストの得点) だけでなく、タイピング課題の得点も計った。一つの教材につき、20 のタイピング課題が表示された。これに対する被験者の答えを20点満点で得点づけた。

結果を図3に示す。U 条件と L 条件の差は無関係な問題が増えるにつれ大きくなっている。つまり、IP2 条件での差は IP1 での差より大きく、IP1 での差は IP0 でのそれより大きい。これは、テストの得点の結果にはなかった特徴である。しかし、タイピング課題に関しては統計的に有意な結果ではなかった。

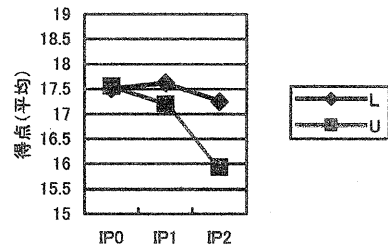


図 3: タイピング課題の結果

2.3.3. キーを押すまでの時間

この実験では、どのキーがいつ押されたかが記録されている。タイピングの質問が出現してから被験者が最初のキーを押すまでの平均時間を U 条件と L 条件の比較した。その結果、U 条件では 3.84 秒となり、L 条件の比較では 3.42 秒であった。U 条件の方がわずかに長く時間がかかっていることがわかる。

2.3.4. アンケートおよび被験者の発言

実験の最後に、被験者が経験した2つのインタフェースに関するアンケートを行った。また、何人かの被験者にシステムについてコメントしてもらった。

アンケートでは、被験者に2つのインタフェースを5段階で比較させた。2つのインタフェースを比較した質問では、被験者はL条件に対する強い好みを示した ($p < .01$)。

また、複数の被験者が、特にU条件においては、新たな質問の出現を画像か音声で知らせたいと述べた。多くの被験者がタイピングを行っている際には説明をよく聞けていないと発言した。課題が困難だと明らかに不機嫌になる被験者もいた。

2.4. まとめ

本章では、学生が講義中にタイピングを行うことの困難度をみるための実験について報告した。実験の結果はどのような教材を選択するかにも大きく依存すると思われるが、少なくとも今回の状況の下では、以下のような結果となった。

- 学生の理解度（テストの得点）は、視線を移動させる必要がある場合の方がそうでないときよりも下がることが統計的に確かめられた。
- 統計的に有意ではなかったが、学生の理解度は教材に無関係な質問が増えるにしたがって下がっていった。
- 被験者は視線の移動の必要のないインタフェースを強く好む傾向があった。
- 複数の被験者が、システムは新たな質問の出現を画像や音声で知らせるべきであると指摘した。

問題点、将来の課題には、次のようなものがある。

- 他の教材でも同じような結果がでるのか。
- 今回の実験では一つの教材に対する説明の

時間は5分程度であり、被験者は集中して課題に取り組んだように思われる。90分もあるような実際の講義ではどのような影響があるのか。

- 紙にプリントされた資料など、3つめの見るべきものが出現すると被験者の行動はどう変化するのか。

3. スライド教材における数式の表示

本章では、スライド教材において数式をどのようにに表示すべきかに関する実験について報告する。

3.1. 目的

スライド教材による講義において学生が講義内容を追いかけることをやめるきっかけの一つとして、意味不明の数式が出てくるということがあるのではないかと我々は考えた。そこで我々は、数式をいかに学生に表示すれば良いかを確かめるための実験をおこなった。

- 教材をブロック単位で表示することは効果的であるか（実験A）

教材をブロック（ここでブロックとは、ある教材の意味単位を指す）ごとに表示し、学生が現在どの部分について説明がなされているかがわかりやすくなるようにした場合と、スライド単位で表示した場合を比較した。

- 数式を手書き風に表示することは効果的であるか（実験B）

特に教師と学生が離れている遠隔教育システムにおいては、講義を生き生きとしたものにするのが重要である。この実験Bでは、数式をあたかも教師が書いたように表示させて、その効果をみる。

具体的には、数式を文字単位で表示した場合と、手書き風に表示した場合を比較した。

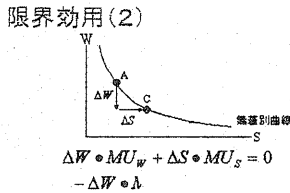


図 4：手書き風表示の教材の例

3.2. 方法

22才から27才の8人の被験者を得た。2章の実験と同様、実験の参加に際しては500円の図書券を配布した。実験Aに4人、実験Bに4人の被験者を割り当てた。2種類のスライド形式の数式を含む教材を準備した。被験者はディスプレイに表示されたスライドを見ながら説明の音声聞き、その後で教材に関する理解度テスト(10点満点)を行った。この実験でも within subjects design を採用した。

3.3. 結果と分析

理解度(テストの得点)、アンケート、被験者の発言から分析を行った。

3.3.1. 実験A

理解度テストの平均は、スライドごとに表示した場合は6、ブロックごとに表示した場合は7.25であった(10点満点)。また、アンケートで2つのインタフェースに関して5段階で比較させた。どちらのインタフェースを好むかという質問に対して、被験者の平均は4であった(S.D. = 0.71、高い値がブロック表示に対する好みを示す)。

3.3.2. 実験B

実験Bにおいても、我々は2つの表示タイプ(文字ごとの表示、手書き風表示)。テストの結果は、どちらのグループも平均は7.25となった(10点満点)。我々は、手書き風に表示することにより理解度はあがるであろうと考えていたが、この

実験からはそのような結果は得られなかった。

実験Bでも被験者に2つのインタフェースに関する好みについて聞いて、5段階で評価させた。平均は2.75となった。(S.D. = 0.43、高い値が手書き風表示に対する好みを示す)。

被験者の何人かが表示タイプHの数式の表示が不自然であると指摘した。表示タイプHが思ったほど効果的でなかった理由はここにあるのかもしれない。

3.4. まとめ

本章では、教育場面で現れる数式の特性に関して論じた。2つの実験を行ったが、被験者の数が少なくまだ統計的に検定できていない。しかしながら、データはブロックごとの表示の効果を示すものであった。

将来の課題としては、(1)さらに実験を続け被験者の数を増やす、(2)数式の表示を自然なものにする、などがある。

4. むすび

計算機を用いた教育場面におけるプレゼンテーションについて、どのようなインタフェースが効果的であるかを調べるための2つの実験について述べた。今回の結果は教育システムや会議システムの設計に示唆を与えるものであると思われる。

謝辞

本研究について御討議頂いた京都大学上林研究室の皆様、実験に参加して下さい下さった皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] University of California Extension. Distance education clearinghouse. <http://www1.uwex.edu/>.
- [2] Jun Rekimoto et al. Adding Another Communication Channel to Reality: An Experience with a Chat-Augmented Conference. In CHI '98 Summary, pages 271-272, 1998.