

視覚障がい者用授業資料呈示ソフトウェアの試作

大西淳児¹⁾, 坂尻正次¹⁾, 三浦貴大²⁾, 小野束¹⁾

筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科¹⁾
東京大学大学院 情報理工学系研究科²⁾

要旨：近年の IT 技術の発達から、多くの場合、講義でパワーポイントなどの資料を活用した教育が実施されている。視覚障がい者への教育においても、講義資料の呈示には、IT 技術を活用した情報補償を活用しつつ、主に口頭の説明を主とした講義形態をとるが、学生が資料のどの部分をアクセスしているのか、教官から確認できず、また、逆に、教官からポイントとなる部分を指示してアクセスさせるのも容易ではない。そこで、この論文では、講義資料をネットワークを通じて、学生に配信し、注目すべきポイントの項目をリアルタイムで教官が指示、学生が即座にそれを確認できるソフトウェアの試作を行った。

キーワード：視覚障がい、教育支援ソフトウェア、特殊教育、教育システム開発

1. はじめに

近年のコンピュータは、視認性、操作性が発達し、その結果、より直感的な操作を可能とするものが普及した。一方で、視覚障がいのある学生にとっては、視認性を重視する設計から、逆に扱いにくく、デジタルデバイドを生じるといった問題が起きている。

そのため、視覚に障害のある学生に IT 技術を活用するために、読み取りにくい画面の情報を画面の拡大や色調の調整で補い、視覚で得られない情報については、スクリーンリーダや触覚ディスプレイなどを活用して、聴覚や触覚などの感覚代行手段を利用して補うなどの方法を一般的に利用している。ところで、特別支援学校学習指導要領を眺めてみると、「触覚教材、拡大教材、音声教材等の活用を図るとともに、児童生徒が視覚補助具やコンピュータ等の情報機器などの活用を通して、容易に情報の収集や処理ができるようにするなど、児童生徒の視覚障害の状態等を考慮した指導方法を工夫すること。」と規定されている。そのため、視覚障がい学生への教育においては、特に、視覚に依存しない指導が不可欠となり、教師にとって、特殊な教育技法を習得が必須となる。

視覚障がい学生への教育では、一般に、以下の項目についての保障が必要とされている。

- 1 音声を中心にして授業を理解する能力の育成
- 2 触察に基づくイメージ・言語化というプロセスと、学習に必要な時間
- 3 全体像の理解の困難さと、必要な配慮
- 4 全教科で行う読み書きの指導

ここで、視覚障がい学生への教育という点に着目す

ると、1 項の内容が、特に重視される。なぜならば、視覚障がい学生は、一般に、黒板や映像教材による視覚的な伝達手段を使うことができず、音声を中心した授業内容を必要とする。ところが、音声は刻一刻と消えていくため、それを正確に聞き取るためには、相当な集中力の持続と、論理的な聞き取りを通じ、全体像を構築する技術が求められるとともに、静かな環境が望まれる。そのため、教師には、全体の構造がわかりやすい論理的な話し方や図的な表現を言葉で説明する技術を必要とし、また、黒板や資料等を指し示しながら、「これ」「ここ」といった指示語を多用する授業形態をとれない。このように、音声のみに頼って情報を収集するためには苛酷な現実がある[1]。

一方、IT 技術を巧みに利用することによって、視覚からの情報入手の困難を補う手段が様々生み出された。たとえば、音声リーダ、ピンディスプレイ等の支援機器の活用することで、画面やマウス操作に頼らなくともコンピュータの操作ができるようになった。近年では、これらの機器の発達により、得られる情報量が一層増加していると見られる。

画面が見にくい弱視の場合には、音声読み上げの技術に加えて、OS 側で用意された画面情報のカスタマイズ機能（拡大表示、白黒反転機能など）を補助的に利用する、もしくは、弱視者用の多機能な専用ソフトウェアを活用することにより操作性が向上し、情報機器の活用の幅を広げてきた。

文字処理においては、コンピュータによる点訳の技術が進歩し、文字をデジタル化することで飛躍的に点訳の労力を省くことができるようになった。また、音

声リーダーの辞書機能の向上により、点字利用者が普通の文字の文章を、同音異句を使い分けながら手軽に書くことができるようになってきている。

紙ベースの情報へのアクセスについては、印刷された普通文字をスキャナーで取り込み OCR ソフト（文字認識ソフト）によってデジタル化することで、音声化したり点字化したりと出力形態を容易に変化させることができるなど、文字のデジタル化により取り扱える情報量が格段に増加した。

このような背景もあって、これらの高度な IT 技術を活用した視覚障がい学生のための教材開発や Web ベースのラーニングシステムなどの方法が数多く提案・研究されている[2-4]。これらの方法は、社会参加や意思の表明、効率的な情報の収集等の活動を主体的に行うために非常に効果的な手段と言える。しかしながら、講義などの教師と学生とのやり取りにおいては、学生の主体性だけでは進められない場合がある。たとえば、プログラミングの講義におけるソースコードの内容の解説など教師の説明と同時に資料へのアクセスを必要とする場合など、教師の話聞くのみでは、視覚障がい学生にとって、講義の内容を理解しがたいケースがある。特に、プログラムソースコードを解説する場合においては、学生に対して、資料にある解説しているソースコードの位置を理解・注目させる必要があるが、学生が問題なく、解説している部分の情報へアクセスできているかどうかの確認が難しい。また、教師から解説している場所の指示も事細かく説明する必要があり、音声で伝える情報がより冗長的になるとともに、指示語を使わない表現を利用する必要があるなど、教師の話し方にも特殊な技術を要求される。

そこで、この論文では、これらの問題を解決することを目的として、授業資料を教師のコントロールによって、学生にリアルタイムに伝えるための授業資料支援ソフトウェアの試作を行った。このソフトウェアは、テキストベースの授業資料をリアルタイムに学生側のパソコンに組み込まれたクライアントソフトウェアへ配信、画面への表示ができ、また、プレゼンテーション資料上の着目すべき要素をポインタで指示すると同様の機能を組み込んでいる。このソフトウェアを活用すると、教師側が指示した部分を即座に、学生のパソコン画面に拡大表示、音声と点字ディスプレイで表示することができ、教師側も指示語を利用した解説が可能となる。

2. 授業資料提示システムの開発

2.1 システム構成

図1に、試作したソフトウェアのシステム構成図を示す。このソフトウェアは、教師側が利用する管理ソフトと授業資料を表示する学生側のクライアントソフト

ト、および、マネージャーとクライアントのネットワークの接続を仲介する配信サービスサーバで構成される。利用方法は、教員用管理パソコンにインストールされた管理ソフトウェアで配信したい授業資料データの読み込みと授業資料内の着目点の指示、授業資料のクリア指示などを行う。学生用クライアントでは、教員用管理パソコンから配信された授業資料データの受信と表示、および、教員用管理パソコンから指示された授業資料データ内の着目部分を拡大、音声、点字で表示を行う。配信サービスサーバは、教員用管理パソコンと学生用クライアントのネットワーク通信の中継を行う役割を担い、最大で100台の学生用パソコンの接続を受け付ける機能を持つ。

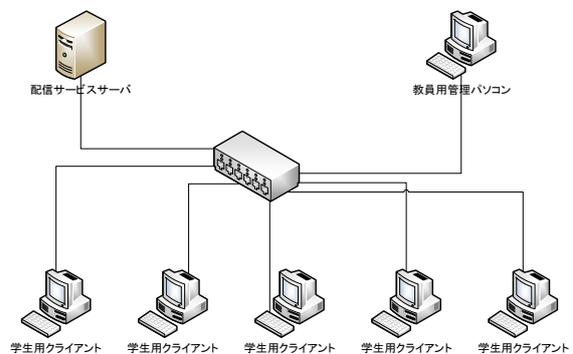


図1 システム全体構成図

2.2 教員用管理ソフトウェア

図2に、教員用管理ソフトウェアの画面レイアウトを示す。教員用管理ソフトウェアの動作を以下に記す。

- ファイルメニューから配信したいテキスト授業資料データを読み込むことにより、画面上に読み込んだ資料をリスト表示するとともに、学生用クライアントヘデータをネットワークを通じて、配信する。
- 授業で解説したい行をマウスポインタでクリックすることで、学生用クライアントに、指示したテキスト情報を拡大表示させるとともに、音声と点字でリアルタイムで表示させる。

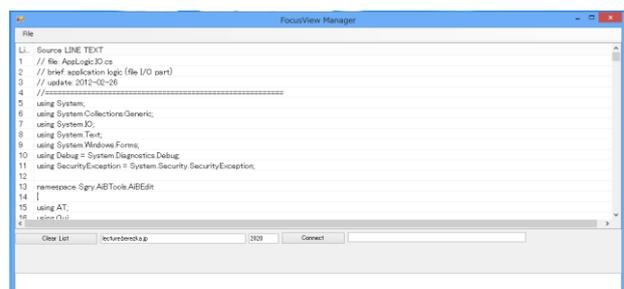


図2 教員用管理ソフトウェアの画面

2. 3 学生用クライアントソフトウェア

図3に、学生クライアントソフトウェアの画面レイアウトを示す。学生用クライアントの動作について、以下に記す。

- 教師用管理ソフトウェアから配信された授業資料データをリスト表示する。
- 教師が指示した着目行を拡大表示・音声、点字表示させるとともに、リスト表示内の該当行を赤でマーキングする。

図3は、教師が配信したデータの表示と8行目を注目点として教師が指し示した場合の状況を示し、図4は、その際の、点字ディスプレイの表示状況を示したものである。また、学生が必要とした場合は、上下カーソルキーを操作することにより、着目行を変更し、内容をそれぞれ確認することができる。

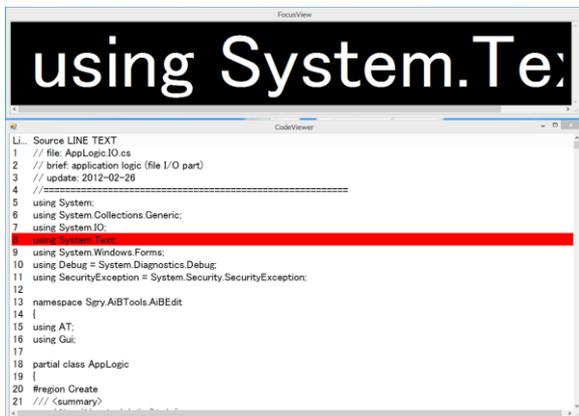


図3 クライアントソフトウェアの画面



図4 点字ディスプレイ上の表示状況

2. 3 配信サービスサーバソフトウェア

配信サービスサーバソフトウェアは、教師用管理ソフトウェアと学生クライアントソフトウェアの通信を

中継する機能を持つ。通信のプロトコルは、TCP プロトコルを使用し、試作ソフトウェアでは、2020 ポートを利用して接続確立を行う。このソフトウェアは、単純に教員用管理ソフトウェアから送信されたデータを学生用クライアントすべてに同報配信する動作を行うのみである。

2. 4 開発環境

この論文で提案するソフトウェアは、以下の環境で開発を行った。

(1) 教員用管理ソフトウェアおよび学生用クライアントソフトウェア

- ・開発ツール
Visual Studio 2012 C#
- ・開発環境 OS
Windows 8 64bit

なお、開発したソフトウェアは、Windows 7/8 64bit 上で動作を確認している。また、点字ディスプレイと音声読み上げを利用するため、PC Talker 7/8 のインストールが必要である。

(2) 配信サービスサーバ

- ・開発ツール
Gcc
- ・開発環境 OS
Linux Ubuntu 12.04 LTS

配信サービスサーバは、安定性とパフォーマンスを重視し、Linux を利用した。

2. 5 通信プロトコル概要

本ソフトウェアの通信では、単純な TCP のメッセージ通信を利用し、データの配信と教員用管理ソフトウェアからの各種指示配信については、アプリケーション層にプロトコルを実装することとした。



図5 プロトコルのフォーマット

図5に、プロトコルのフォーマット概要を示す。教員と学生の間で通信を行うデータフォーマットは、3つのブロックに分かれており、ヘッダー部は、以下の3つのタイプを設定した。

- (1) 授業資料配信：[LIST]
- (2) 配信データのクリア指示：[CLEAR]
- (3) 注目行の指示：[NUM]

メッセージボディについては、以下のようなデータが入る。

- (1) 授業資料配信の場合：授業資料テキストデータ
- (2) 配信データのクリア指示の場合：空データ
- (3) 注目行の指示の場合：行番号の数字

このプロトコルは、任意に拡張をすることが可能であり、機能を使いしたい場合に、ヘッダーの追加変更が可能である。

3. プログラミング講義使用した場合の例

開発した試作ソフトウェアを実際のプログラミングのソースコード解説に使用してみた結果について述べる。まず、従来の方法では、事前にソースコードをテキストファイルで配信し、講義中の解説では、説明する行番号を指示しながらの解説が必要であったが、このソフトウェアを使用することにより、学生に事前に配布したソースコードデータをパソコンでアクセスさせる必要がなくなり、直接、配信・表示を行うことができる。また、解説においては、着目すべき内容をリアルタイムに拡大・点字表示させると共に、音声読み上げをするため、学生は、教員の解説に遅れることなく、情報にアクセスすることができ、教員側も着目指示を通じて、指示語により学生に情報を伝えることが可能であった。また、学生に従来と比較した場合の効果について、感想を聞いてみたところ、従来では、ソースコードのアクセスに大変負荷がかかり、教員の説明を集中して聞き取るのが、非常に困難であったが、このソフトウェアを利用すると、負担が大きく軽減され、授業資料の情報と教員の解説の両方をリンクさせて、解説内容を理解することができ、非常にいい効果があったようである。また、一部の学生は、授業への集中がより容易であり、講義の時間が短く感じるほどであったと述べていた。

一方、教員側では、解説する際に着目して欲しい情報を確実に学生に伝えている安心感があり、従来のように、学生任せにアクセスしていた場合は、学生が必

要な情報に確実にアクセスしているのか確認困難であった問題を解決することができた。また、このソフトウェアでは、指示語によって、情報を伝達することを可能とするため、教員側にも特別なスキルがなくても、視覚障がい学生に対して、効果的な講義ができる可能性もある。

4. おわりに

この論文では、視覚障がい学生ための授業資料提示ソフトウェアを試作した。授業資料とリンクした講義をする際に、このソフトウェアを使用することにより、説明内容と資料が学生にとって理解しやすくなり、より集中して授業を受けることが可能であることが分かった。また、教員側にも、授業資料へのアクセスを指示する際の特別な説明をする必要性が薄れるなど、視覚障がい学生への教育に不慣れな教員でも効果的な講義を行うための支援ツールともなり得ると考えられる。今後は、学生の意見などをアンケートなどを通じて詳細に調査すると共に、授業支援ツールとして十分な機能を持たせる検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 文部科学省. すべての視覚障害児の学びを支える視覚障害教育の在り方に関する提言. 文部科学省ウェブサイト (Cited 2013-08-22)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/044/attach/1299900.htm.
- [2] 中野 亮介. 視覚障害教育におけるコンピュータ支援教育システム(CAI)の開発及びその効果の検証：理療科教育における WEB 教材作成用ソフト「NETDS」の開発及び WEB 教材の実践(課題研究特別支援教育の実践と評価 1,教育情報のイノベーション～デジタル世代をどう導くか～). 年会論文. 日本教育情報学会. 2011; 27:p.94-97.
- [3] 岡本愛弓, 福島裕介, 矢入郁子. 音と触覚を用いた視覚障害児向け中学数学学習コンテンツの開発. 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告. 一般社団法人情報処理学会. 2012;3:p.1-8.
- [4] 木室義彦, 寺岡章人, 家永貴史他. 視覚障害のある中高生のためのロボットを用いたプログラミング教育. 電子情報通信学会論文誌 D, 情報・システム. 一般社団法人電子情報通信学会. 2012;95:p.940-947
p.229-230.

A Prototype of a System to Provide Lecture Materials for Visually Impaired Persons

ONISHI Junji¹⁾, SAKAJIRI Masatsugu¹⁾, MIURA Takahiro²⁾, ONO Tsukasa¹⁾

¹⁾Department of Computer Science, Faculty of Health Sciences, Tsukuba University of Technology

²⁾Department of Synthetic Design, Faculty of Industrial Technology, Tsukuba University of Technology

Abstract: The popularity of an information technology-based education system has increased in recent years. For instance, Microsoft PowerPoint materials are the most effective education method. A special support system based on information technology is also useful for special needs education. However, the interoperability between digital lecture materials and the teacher's explanation is one of the issues for the education of the visually impaired. This is an issue because the teachers have no way of knowing whether visually impaired persons correctly access the lecture materials. In addition, visually impaired students have trouble concentrating on the teacher's spoken words. In this paper, we developed a prototype of a system to provide lecture materials for visually impaired students in order to resolve the abovementioned issues.

Keywords: Visual impairment, Teaching support system, Special needs education, Education system development