

ギガビットネットワークを利用した 遠隔コンピュータ演習指導支援システムの設計

何 愛国^{†1}、 程 子学^{†1}、 程 同軍^{†2}、 中谷良平^{†3}、
天達雄一^{†3}、 小山明夫^{†1}、 野口正一^{†1}

†1 会津大学コンピュータ理工学部

†2 会津大学情報処理センター

†3 会津大学コンピュータ理工学研究科

本論文は日本ギガビットネットワーク上に構築される「遠隔コンピュータ演習指導支援システム」について提案する。本システムは会津大学で研究と実験が行われている「遠隔教育システム」のサブシステムに位置する。本論文はまず遠隔コンピュータ演習指導システムに関する要求を検討し、アプリケーションシステムとして開発するに必要な概要設計を行った。システムのハードウェアは拡張可能な構成とし、ソフトウェアは本学で独自に開発した基本機能を統合した構成とした。特にソフトウェアでは、システムの運用形態を定義し、各々の運用形態における機能を明確にした。

Design of Distance Education System for Computer Exercises over a Gigabit Network

Aiguo He^{†1}, Zixue Cheng^{†1}, TongJun Huang^{†2}, Ryohei Nakatani^{†3},
Yuichi Amadatsu^{†3}, Akio Koyama^{†1}, Shoichi Noguchi^{†1}

†1 Department of Computer Software, University of Aizu

†2 Information Systems and Technology Center, University of Aizu

†3 Graduate School of Computer Science and Engineering, University of Aizu

This paper proposes a distance education system for computer exercises over the Japan Gigabit Network. This system is a subsystem of the "Distance Education System in University of Aizu" which has being researched and developed in this University. In this paper, the requirements that should be meet by this system have been summarized and the system's outline is given. The system is designed in order to give the augment ability and extensibility. And the software is such an environment in witch all the technology developed in the Univ. of Aizu are integrated. And for the software, a concept named "System Mode" is defined and the functions in each system mode are discussed.

1. まえがき

本論文は次世代高速ネットワーク「日本ギガビットネットワーク」上に構築されるコンピュータ関連学科の演習指導を支援するための「遠隔コンピュータ演習指導支援システム」（以下本システムと略称する）について提案する。

「日本ギガビットネットワーク」は郵政省の外郭団体「通信・放送機構」が二十一世紀の光ファイバ社会への対応に向け進める情報基盤整備事業で、ギガビット級の基幹回線を全国縦断の形で構築するものである。会津大学ではギガビットネットワークの実用化研究の一環として「高速ネットワークを利用した遠隔教育システム」¹⁾の研究開発が進められており、本システムは、そのサブシステムに位置する。

コンピュータ遠隔演習指導支援システムは、講師が遠隔地にいる受講者に対し、臨場感のあるリアルタイムな演習指導を行うことを目標としている。そのため本システムには次のことが要求されている。

- (1) 演習内容をコンピュータ画面に介して遠隔地にいる受講者に提示し、講師による説明と講師・受講者間で提示内容についての議論を行う手段を提供する。
- (2) 講師がレベルの異なる受講者の演習進行状況をリアルに把握し、受講者毎に個別指導が必要かまたはさらに高度な演習内容が必要かを判断し、受講者毎の指導ができる手段を提供する。とくに演習中の学生側では、プログラムの作成やコンピュータの操作など様々な問題が発生する可能性がある。問題が発生した場合、講師が即座に遠隔地からその問題をキャッチする必要がある。

- (3) プログラム作成演習やアプリケーション使用のような演習では、本システムが演習の内容（演習中に使用するプログラム言語やアプリケーションの種類）に制限を加えてはいけない。
- (4) 問題の解決方法提示が必要な受講者に対して、講師が言葉だけでなくさらに直接な方法で受講者に対して問題点の指摘と対策の提示手段が必要である。例えば講師が受講者のコンピュータ画面上に表示されているプログラムソースコードや実行結果中の問題点に対して、問題点の画面に直接マークや線などを書き、且つ受講者が作成したプログラムに影響を与えない手段が必要である。
- (5) 上記の指導方法で解決できない特殊の問題については、講師が受講者のコンピュータを自分のコンピュータから遠隔操作できるような手段が必要である。この場合、講師が受講者のコンピュータを自分のコンピュータのように全ての操作ができ、且つ操作の結果が講師のコンピュータにすぐに表示される。
- (6) 提示された演習内容資料については、講師が説明などを行う時の同期表示と、独自演習と行う時の受講者からの非同期参照が可能である。またこれらの資料にメモ（文字、線）を貼り付けることができる。さらに必要な場合は、講師や受講者が独自に作成したメモは、同一資料に合成表示することが必要である。
- (7) コンピュータアプリケーションシステムとして、システム自身の拡張性が要求される。

2. 関連先行研究

遠隔教育システムについては、これまでに多数の研究と応用実験が行われてきた。

大川らは、「インターネット学科」という遠隔教育システムを、インターネット上で構築した^[2]。このシステムは講義システム、授業参加者間のコミュニケーション促進などのための課題提出システムおよび、授業全体の評価を調査する授業調査システムから構成されているが、Webサーバを利用したオンデマンドシステムの一つで、講師と受講者間のリアルタイムな会話や指導を実現する手段を提供していない。

吉野らは、パーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムをインターネット上で構成した^[3]。このシステムはリアルタイム授業の機能を実現しているが、演習指導に必要な、遠隔コンピュータの直接操作などはできない。

他には、遠隔教育のための講義構成手法と検索手法について研究が行われているが^[4]、映像や音声およびスライド、ノートの共有と連動に重

点がおかれており、遠隔コンピュータ上の任意のアプリケーションを共有にするなどのような試みが見られていない。

このように、遠隔演習指導システムに対しては、研究がまた十分とは言えない状態である。

3. 本システムの構成

本システムの実験応用が想定されているシステム構成が図1に示す。

システムが複数のエリア(会津大と他の二大学)と広域サーバから構成される。

各エリアは当面、物理的に集中カメラと共用スクリーンを持つ一教室と想定する。教室は高速通信回線で日本ギガビットネットワークと接続される。また各エリア内は下記のように同様なハードウェア構成である。

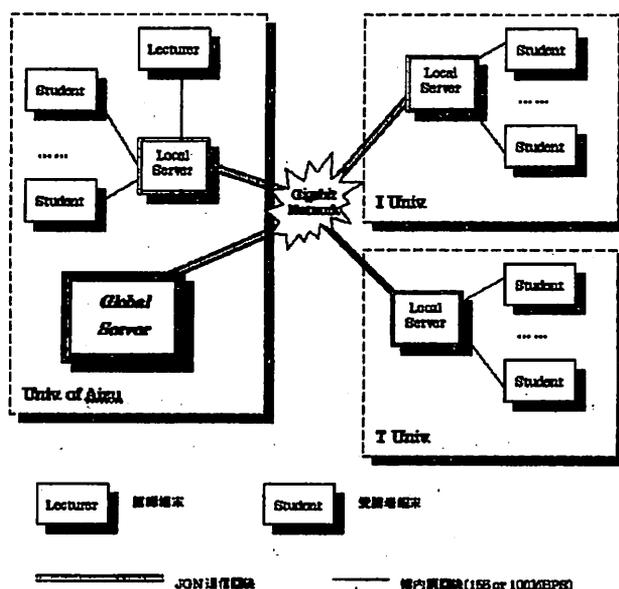


図1 提案システムの構成図

(1) ローカルサーバ

本システムは各端末間の間で高精度の映像、音声またはスライドなどをリアルタイムに転送することを想定しているため、ローカルサーバの役割は主にエリア間の通信量低減である。その他には、教室内集中カメラの制御や共用スクリーン用の映像生成を行う。

(2) 端末

各端末は本体とディスプレイの他、CCDカメラとマイクが装備される。これで受講者同士や受講者と講師間の映像と音声の伝達が可能となる。

広域サーバは教材の格納や、システム全体の同期制御（端末間の表示内容連動や、システム運用形態（後述）の切り替え制御など）の他、本システムのネット構成情報を管理しており、システムのネットワーク制御を行う。

4. 本システムのソフトウェア

4.1 システムの運用形態

本システムの運用形態を次の通りである。

(1) プレゼンテーション

講師が受講者全員に説明などを行う形態である。この形態では、全ての受講者の端末には講師が提示する内容が表示され、表示内容の制御（ページめくり、表示ウィンドウのサイズ変更など）は講師と同期する。

(2) ディスカッション

講師の主導で受講者全員が提示した内容などについて講師と議論する形態である。この形態では、講師が発言者を指定する。発言者と講師双方が表示内容の制御を行う。この場合でも、受講者全員の端末表示が同一である。

(3) 個別指導

講師が特定の受講者だけと会話する形態である。この形態では、他の受講者がこの会話に参加するか否かを選択することができる。

(4) 自習

受講者が各自演習資料を参考し、演習を行う形態である。この形態では、講師と受講者間の会話がないが、講師のコンピュータより任意の受講者の映像／音声やコンピュータ画面をモニターすることができる。

図2は本システムの運用形態とそれらの関連を示す。

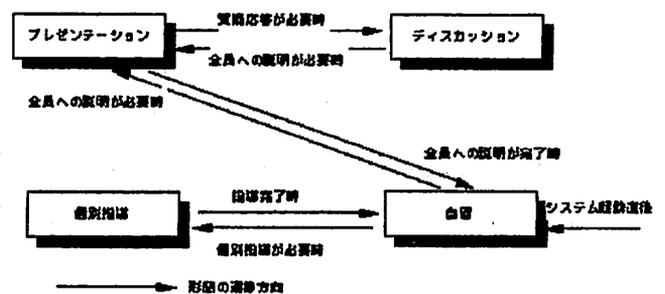


図2 システムの運用形態

運用形態の切替はほとんど講師により制御されるが、自習から個別指導への参加は受講者により制御される。

また、「自習」から「プレゼンテーション」への割り込み切替が発生した場合は、受講者端末では切替前の状態（画面上の表示内容など）が一時保存される。これにより、割り込み完了後再び自習に戻った時に、割り込み前の内容が表示される。

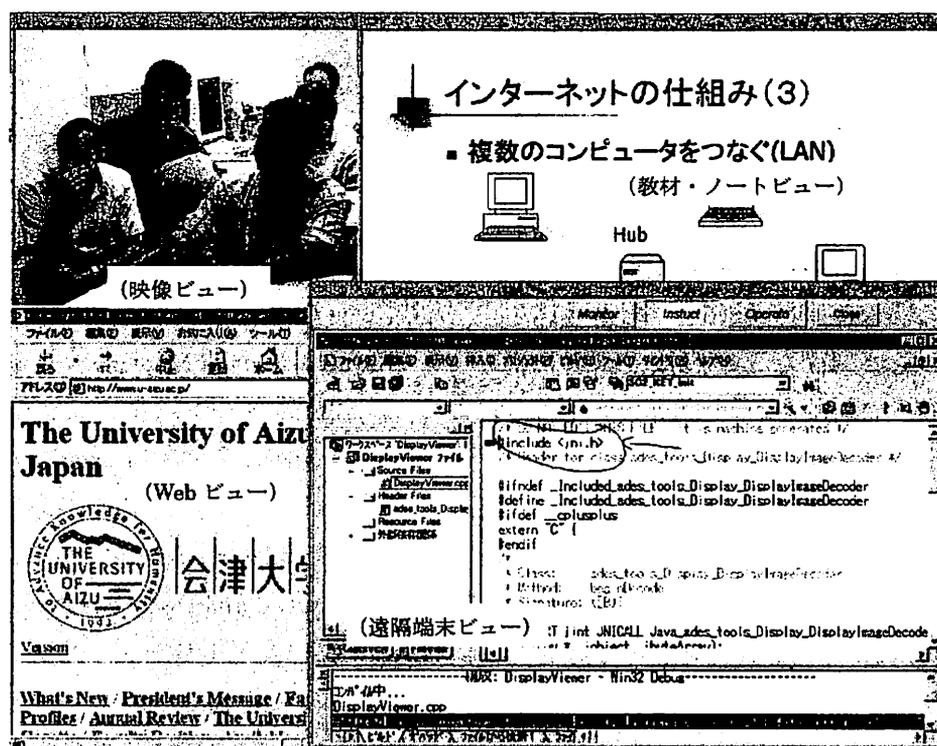
4.2 システムの画面構成と機能

図3は本システムの講師側画面のイメージを示す。画面は以下の数画面（ビュー）から構成される。

(1) 映像ビュー（音声も含む）

講師または受講者側の映像を表示する。

プレゼンテーション中では受講者端末上には講師側の映像が表示され、講師端末上には遠隔教室集中カメラからの映像が表示される。ディスカッションと個別指導中では発言者の映像が表示される。自習中では使用しない。



(2) 図3 講師端末メイン画面のイメージ

(3) 映像ビュー（音声も含む）

講師または受講者側の映像を表示する。プレゼンテーション中では受講者端末上には講師側の映像が表示され、講師端末上には遠隔教室集中カメラからの映像が表示される。ディスカッションと個別指導中では発言者の映像が表示される。自習中では使用しない。

(4) 教材とノートビュー

講師が用意した教材などの資料を表示する。表示中の教材に対して、受講者また

は講師がさらにノート（文字または下線）を追加することができる。ノートの内容はノート作成者別に管理されるが、プレゼンテーションと自習中の受講者端末では、講師のノートが受講者のノートと重ねて表示される。またディスカッションと個別指導中では、受講者側端末に講師と発言者および受講者のノートが同時に表示することができる。

教材が使用されていない場合は、このビューは共用ホワイトボードの機能を果たす。

(5) Webビュー

Webブラウザ画面。自習以外の形態で講師と受講者側が同一Webページを参照する時に使用される。

(6) 遠隔端末ビュー

講師が受講者端末を直接観察または操作するためのビューである。受講者端末画面のイメージがこのビューに表示される。このビューはコンピュータ演習では特に重要である。講師がこれを通じて次のことができる。

受講者の演習進展状態および問題点をその端末画面から直接観察する。

受講者端末に直接線や記号を書き込み、問題点やその原因などを直接受講者に提示する。

受講者端末を遠隔操作する。

(7) 制御パネル

本システムの制御などを行うツールである。講師側では、運用形態の切替、出席状況と演習進捗の確認、発言者の指定を行い、受講者側では質問（発言）権の請求、出席登録、進捗報告などを行う。

5. まとめ

ギガビットネットワークの出現により、地上設備のみで構成されるコンピュータネットワークでの、ハイレベルの遠隔授業システムが実現可能となった。従来のネットワーク（インターネットなど）上で構成されている様々な遠隔教育システムに対し、本論文はデータ通信速度の問題が解消されたあとの、リアルタイムで、インタラクティブな遠隔コンピュータ演習指導システムについて提案した。従来の研究に比べ本システムはWebサーバの利用のみでなく、

独自の処理方法を導入することにより、より高い拡張性、操作性および自由な発展可能性を求めている。また本システムは、遠隔教育研究の実験基盤を提供する。

現在、本システムに必要な基盤技術は開発中またはテスト済みであり、また本年度には本システムを使用する実演習が予定されている。次回に本システムでの実験結果を報告できると思われる。

文 献

- [1] Zixue Cheng, Aiguo. He, Tongjun Huang, Akio Koyama, Shoichi Noguchi, N.Honda, Y. Shibata, N. Shiratori: "Design of an Interactive and Personalized Multimedia Education Environment over the Gigabit Network", S12-18, IS2000 Special Session on Virtual Universities and Distance Education
- [2] K. OKAWA, Y. IJUIN and J.MURAI: "School of Internet" - Building a University on the Internet, 情報処理学会論文誌 (Vol.40 No.10. Oct. 1999)
- [3] T.YOSHINO, Y.INOUE, T.YUIZONO, J.MUNEMORI, S.ITO and Y.NAGASAWA : Development and Application of a Supporting System for Distance Learning Classroom Using Personal Computers via Internet, 情報処理学会論文誌 (Vol.39 No.10. Oct. 1998)
- [4] K.KATAYAMA, O. KAGAWA, Y. KAMIYA, H.TSUSHIMA, T.YOSHIHORO and Y.KAMIBAYASHI: A Method for Searching Recorded Lectures in Distance Education, 情報処理学会論文誌 (Vol.39 No.10. Oct. 1998)