

教育環境格差を克服するためのリアルタイムLMSの開発

代表研究者 岡崎 弘 信 秋田県立大学総合科学教育研究センター准教授
 共同研究者 木戸 和彦 環太平洋大学次世代教育学部講師

1 研究の目的と背景

1-1 研究の背景

2008年12月に中央教育審議会から出された答申、「学士課程教育の構築に向けて」では、「我が国の大学の大きな問題の一つ」として「教育内容・方法，学修の評価を通じた質の管理が緩い」ことを挙げ、このままでは「我が国の学士課程教育の質は，大きく低下し，国内外からの信用を失う危機に晒されよう」と厳しく指摘している。そして，社会の信頼にこたえる学士課程教育を実現するために，(1) 学位授与の方針（ディプロマ・ポリシー），(2) 教育課程編成・実施の方針（カリキュラム・ポリシー），(3) 入学者受入れの方針（アドミッション・ポリシー），という3つの方針の明確化等を進める必要があるとし、「学習成果（ラーニング・アウトカム）」という言葉キーワードとして繰り返し用いながら「大学が，学生による学習成果の達成に向け，教育内容・方法の改善，学修評価の厳格化を徹底して進める」よう求めている。

その改善方法の一つとして挙げられているのが情報通信技術の活用であるが，この方向性は筆者が数年来，本財団の助成や科学研究費等の資金支援を受けながら進めてきた研究と軌を一にするものである。答申では「大学に期待される取り組み」として「教育研究上の目的等に即して情報通信技術を積極的に取り入れ，教育方法の改善を図る」としている。各大学でも現在急ピッチで改革に向けた取り組みを行っているところであるが，早晚，学部や科目ごとの教育目標の設定，達成すべき学習成果の明示が必要となってこよう。その際に学習成果の科学的分析に有効なのが e-ラーニングであり，その指導・教育を行う有効な場所が CALL (Computer Assisted Language Learning) 教室と言えるのである。

しかしながら，現在，フル規格の CALL システムを一教室構築しようとする，デジタル処理のみで動作させるフルデジタルシステムでも 2,000~5,000 万円，アナログも併用し映像・音声が発信的に配信できるハイブリッドシステムでは 5,000 万円以上のコストとなってしまう。ゆえに，CALL システムの導入に関しては，予算規模による学校間格差・地域間格差が顕著である。

本研究では，以上のような予算規模を半分に以下に圧縮し，学校間格差・地域間格差を極力解消できるような Web CALL システムの構築を目指すための統括ソフトウェアの開発を最大の目的としている。

1-2 先行研究

これまでもフル規格の CALL システムに代わる（疑似）Web CALL は開発されてきた。例えば吉成雄一郎氏（東京電機大学）の「外国語授業を支援するグループウェア」は CALL 教室，コンピュータ実習室，情報コンセント設置教室，家庭等，異なる環境での使用を念頭においたグループウェアであり，ログイン・ID によるクラス振り分け機能，出席管理，ファイル・ストレージ，BBS，チャット，問題作成・提示・履歴機能，アナライザー機能，シラバス・ソース・ライター機能を備えている。主に学生管理，および，チャットなどのコミュニケーションが主要機能であり，現在多くの教育機関で採用されている Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment の略) のような LMS (Learning Management System) と比較しても遜色しないものである。

また，学習院大学の熊井信弘氏は，必要な機能のみを LMS (Moodle) と画面転送装置 (CAI-ACE)，そしてウェブ上で音声を録音したり聞いたりできるシステム (Wimba Voice Board) を組み合わせることにより疑似 CALL 教室を作り上げている。可能な機能としては教材配布・回収，学生 PC 制御，音声ペア・インカム等，教材提示，音声録音などで，コスト面，運用面でフル規格の CALL システムに対抗している。

しかし，吉成氏のグループウェア，および熊井氏が利用する Moodle について，首都大学東京の神田明延氏は「特に対面授業で必要なマルチメディアの送受信に課題が残る。これこそ，このようなマルチメディアを

扱えるシステムで語学授業に最も意味のある部分でありながら、後回しになっている。それには（中略）重要な画面転送(共有)機能も含まれる。これは学生をコントロールするのに必須の機能である。対面授業の音声・画像送信とともに、LMS 内でやるか、他の技術との連携で行くか、ベンダー間の連携が待たれる」と指摘している。

1-3 本研究の目指すもの

本研究で開発を目指している統括ソフトウェアは、神田氏の指摘するように CALL システムの機能のなかでも、これまで画面転送装置(CAI-ACE など)により実現していた以下の4点をユビキタスな環境で実現するものでなければならない。

1. 複数の学生デスクトップ画面をサムネイルで見ることができる。
2. 学生のデスクトップ画面、音声を教師の PC で表示、再生し、また操作や指示ができる。
3. 学生間または学生と教師間で画像や音声での会話および録音ができる。(1 対 1 または 1 対多)
4. 教師側から学生に対し、音声の再生やビデオの再生ができる。(教材提示)

フルデジタルの現行 CALL システムでも、これらの処理は理論上可能であるが、CAI-ACE をソフトウェアで実現する場合、最もネックになるのはデスクトップ画像の圧縮で、画面を圧縮して送信することは、PC に相当の負担を与えることとなり実用的ではない(PC で動画を再生しながら他の操作をしたときの重さのイメージ)。

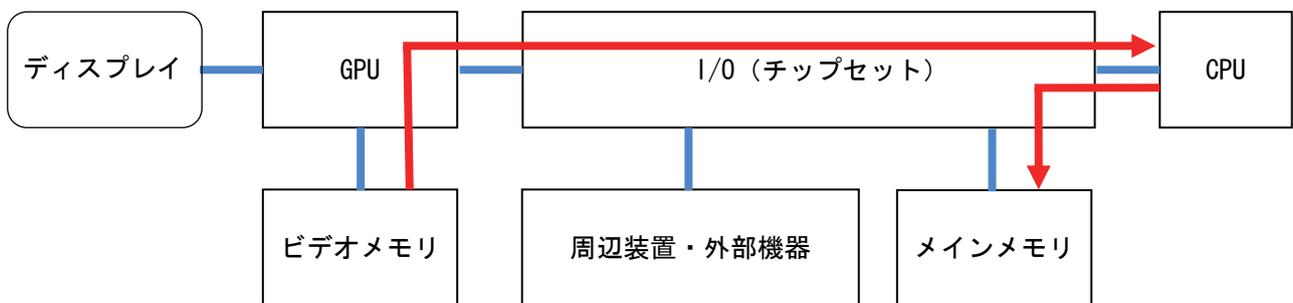
我々はこの問題を CPU ではなく、グラフィックボードの核である GPU (通常アプリケーションプログラムからアクセスすることがない) に圧縮計算をさせることで解決し、ロースペックの PC (つまりローコスト) でも上記事項が実現できるソフトウェアを開発し、それと OSS の LMS である Moodle と組み合わせることにより、フルスペックのシステムに匹敵するような Web CALL システムを構築していく。

2 CUDA で Web CALL の構築

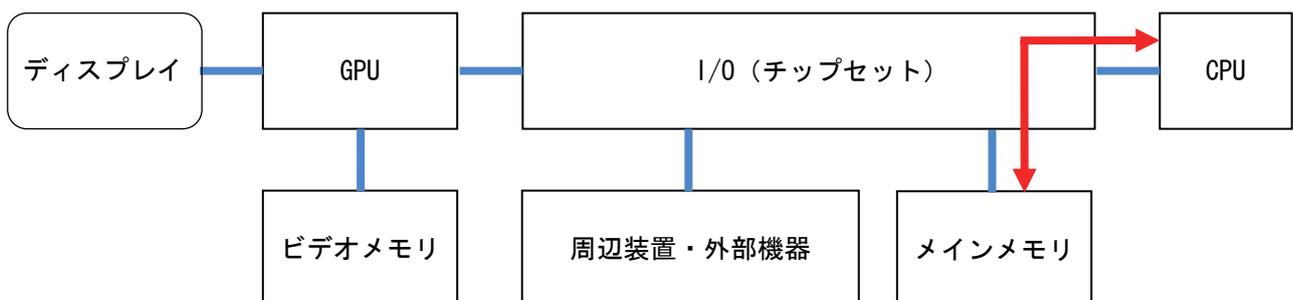
2-1 現行の CALL システムとの比較

現行の CALL システムでは、PC 遠隔操作ソフトウェア (VNC : Virtual Network Computing) などで画像処理を行う場合、CAI-ACE を使用し、CPU (Central Processing Unit) が全ての処理を行っている。(図 1)

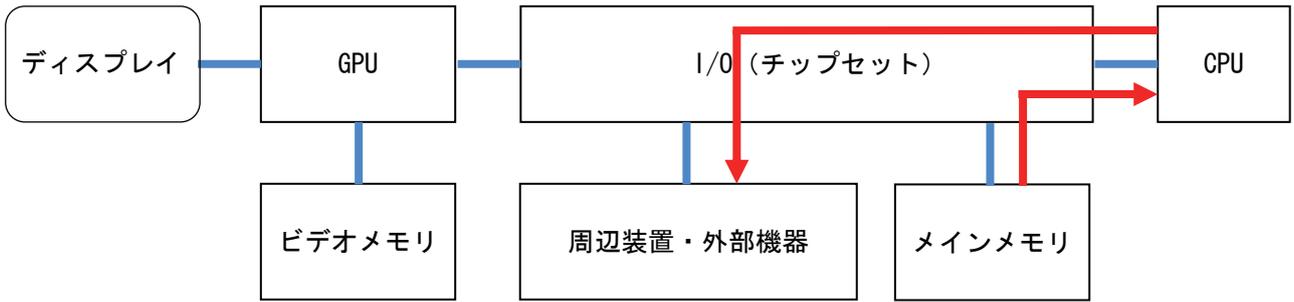
- ビデオメモリからデスクトップ画像を読み出し、メインメモリに移す



- CPU が圧縮処理を行う



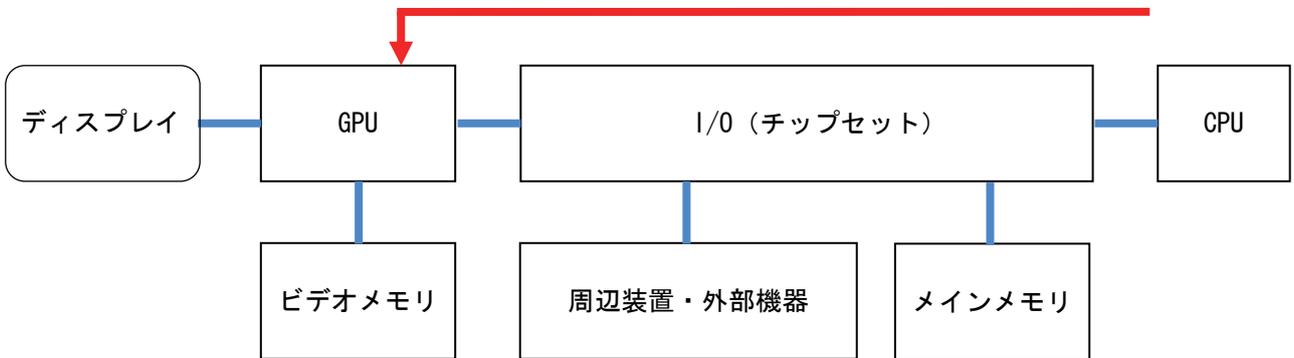
●圧縮したデータを LAN で転送する



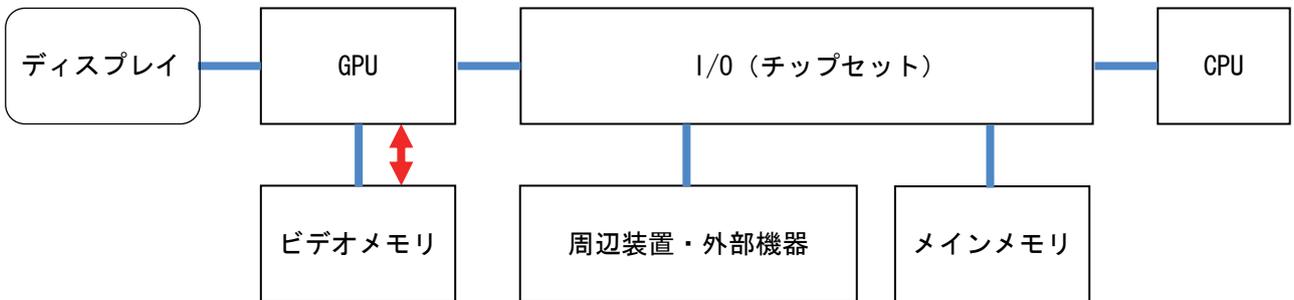
(図1) 現行の CALL システム

現行の CALL システムで使用されている CAI-ACE をソフトウェアで実現させる為に、本研究では、GPU (Graphics Processing Unit) 向け C 言語統合開発環境 CUDA (Compute Unified Device Architecture) を使用し、画像圧縮処理の高速化を図ることを試みる。(図2)

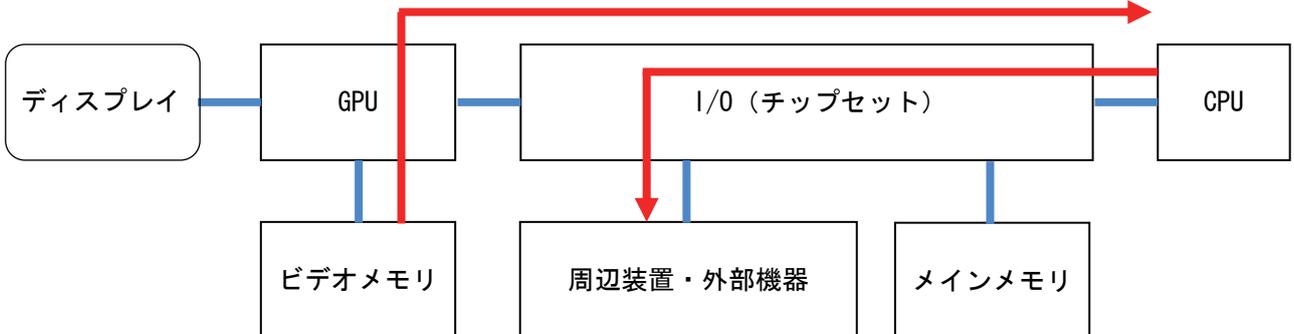
●CUDA を使って、GPU にデスクトップ画像の圧縮をリクエスト



●GPU は OS を介さず、直接圧縮処理を行う



●圧縮したデータを GPU から受け取り、LAN で転送する



(図2) CUDA 技術を導入した CALL システム

以上のように、現行の CALL システムで VNC を使って画像処理をする場合、CPU への負担が大きく、処理速度が遅くなるという問題がある。本研究で提案する CUDA を使った画像処理の場合、画像処理自体を GPU に行わせる為、CPU への負担が軽減され、処理速度の向上が期待される。そこで、前述の 4 つの課題を一つずつ解決することで、本システムの構築が可能であることと、現行システムと同等もしくは、より高速処理ができるかどうかの検証をしていく。

2-2 現状報告と課題解決への取り組み

まず第 1 の課題となる、「複数の学生デスクトップ画面をサムネイルで見る」為のプログラム作成について説明する。

(1) サムネイルの作成方法

一般的に、ページや画像の確認をする場合、本来は原画像をそのまま表示させる。しかし画像やページの情報量が多すぎ、または大きすぎる場合“サムネイル”として縮小化されたものを代替にて掲載することにより、内容確認程度の用途において視認スピード向上を図ることが出来る。

また、インターネットや LAN において、画像のサイズが大きい場合には送受信に時間がかかるため、画像サイズを小さくすることにより解像度と引き換えに、通信時間の短縮を図ることで視認スピードの向上を図ることも可能である。このサムネイルの作成には、主に次のような方法が考えられる。

①原画像を直接縮小表示させる方法

この方法では、縮小画像をあらかじめ用意しなくてもよい代わりに、通信時間の短縮はあまり期待できない。しかし、大きな画像を表示させる場合には、新しくファイルをダウンロードせずすむ分だけ通信時間の短縮が図れる。サムネイルは瞬時に表示させないと操作性が低下する。そこで、システムによっては、高速で低品位な縮小アルゴリズムを使う。そのため細部がつぶれ視認性を著しく下げることがある。

②原画像を縮小加工して表示させる方法

縮小した画像をあらかじめ用意した場合、作成に多少の時間が掛かることはあるが通信時間を短縮することができる。しかし、大きな画像を表示するまでの総データ量は増え、長時間待たされることになる。一方、時間をかけて高度なアルゴリズムで縮小画像を作ることができ、視認性の悪化は比較的少ない。

本研究では、“リアルタイム処理”が要求される為、前者の方法を採用することにした。

(2) プログラミングの流れ

CUDA の C 言語開発環境を利用し、C 言語系でのプログラミングを行う。

まず、AVI (Audio Video Interleave) ファイルから、画像を取り出すには、VFW (Video For Windows) の API (Application Program Interface) を利用する。AVI ファイルは、圧縮形式によって、Cinepak や Indeo, DivX など様々な形式がある。このような圧縮形式に依らずに共通のインターフェースによって、AVI ファイルを操作できる関数群を VFW API と呼ぶ。VFW API を介せば適切な codec を呼び出すことができるのである。VFW API によって展開される画像データは、DIB (Device-Independent Bitmap : 情報ヘッダと呼ばれるデータとビットマップ配列によって成るデータのこと) という形式のデータになる。更に、DIB にファイルヘッダと呼ばれる情報を付加すると、ビットマップファイルになる。IE (Internet Explore) では、ビットマップファイルを読むことはできるが、インターネット上で使われている標準の画像形式ではない。そこで、DIB をインターネット上で標準に利用されている JPEG (Joint Photographic Experts Group) に変換する作業が必要となる。変換後のデータを標準出力に出力させれば、ブラウザでサムネイルを表示させることができる。

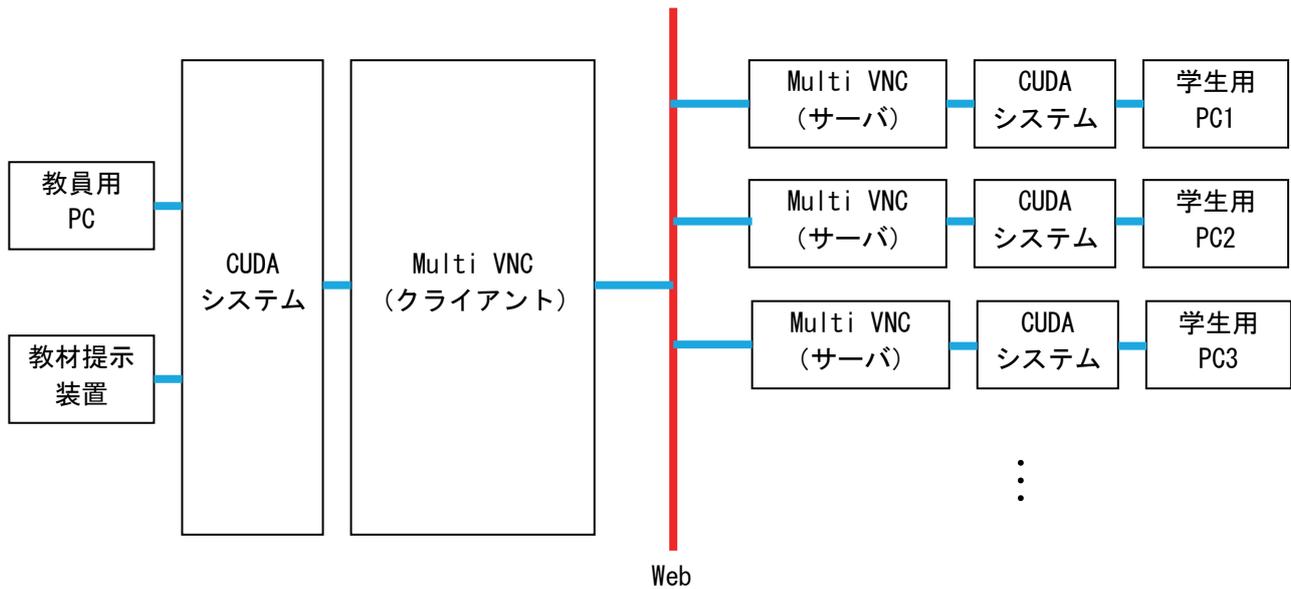
(3) 教員用 PC から学生用 PC へのアクセス方法

C 言語プログラミングにより、サムネイルを表示させる事はできたが、次に、教員用 PC と学生用 PC との相互アクセス方法の問題がある。

一般的に、接続方法に関わらず、リモートアクセスソフトウェアを使用することが多い。本研究においても、アクセス方法はこのソフトウェアを使用することにした。この場合、1 対多の接続となり、学生用 PC にリモートアクセスサーバソフトを、教員用 PC にはリモートアクセスクライアントソフトをそれぞれインストールしておく必要がある。ただし、Windows XP Professional のリモートデスクトップのようにリモートアクセス機能が標準で搭載されている場合もあるが、搭載されていない場合の事を考慮し、現時点では、フリーウェアの Multi VNC (Multiple Virtual Network Computer) を利用した (Multi VNC の場合、サーバとクライアントが逆転する)。また、VNC は、クライアントをインストールしていないマシンからでも、ブラウザ

経由でリモートデスクトップを表示させることができるが、その際、通信速度に問題が発生する。

そこで、本研究では CUDA システムを利用し GPU に画像圧縮させることでこの問題の解決を図る。(図 3)



(図 3) Web を仲介した CUDA 技術導入の CALL システム

2-3 今後の課題

現在、前述 2 の課題に取り組んでいるが、教員用 PC と学生用 PC の接続部分（リモートアクセス）で、GPU に処理をさせた場合と、通常通り CPU で処理をした場合とで、それほど速さに差が出ているわけではない。より膨大な情報量を持つデータ（DVD の動画など）を扱えるシステムになれば、2 つの間に明確な差が生じるようになるのは理論上疑いないが、この検証にはもう少し時間がかかる。

また、4 つの課題は連動しており、1 つの課題がクリアできると次の課題にも応用ができる。現在も、Web を仲介してリモートアクセスする場合の通信速度の問題を CUDA でどれほど改善できるかの検証作業中であり、これらが解決できればさらに第 3、4 番目の課題もより、クリアしやすくなっていくのである。

3 まとめ

本研究では、学校間格差・地域間格差を極力解消できるような Web CALL システムを CUDA の利用により構築することを目指してきたわけだが、プログラマーの途中交代により大幅に開発が遅れることとなった。当初、年度末に予定していた遠隔実験を行うまでには至らず、いまだ研究室内での開発にとどまっている状態である。しかし、課題の 4 番目、教材提示の方法として Web CALL での応用を目指して開発をスタートした自動字幕付加機能も研究発表と同時に、現場の先生方から実用化への期待が寄せられた。我々はこのような現場の期待にこたえられるよう早急にシステムを完成させたいと思う。

【参考文献】

- 岡崎弘信・木戸和彦 「英語教育における新しいメディアの利用～YouTube と字幕付加機能～」 創価大学英文学会英語英文学研究第 6 5 号 2009 年
- 神田明延 「語学教育環境における LMS—Moodle、Groupware、CALL」 日本 e-Learning 学会 2005 年学術講演会
- 熊井信弘 「多様な CALL 環境—Moodle と画面転送機能の組み合わせによる CALL」 外国語教育メディア学会関東支部 2008 年度第 1 回 e ラーニング研究部会
- 吉成雄一郎 「外国語授業を支援するグループウェアの開発」 信州大学工学研究科情報工学専攻 修士論文 2004 年

【参考ホームページ】

NVIDIA <http://www.nvidia.co.jp/>
Multi VNC <http://www.alpha.co.jp/biz/rdg/multivnc/>
Micro VNC <http://new.micro-vnc.jp/>
Real VNC <http://remomani.com/>

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
「映画と You Tube を利用した英語教育」	映画英語教育学会映画英語教育研究第15号	2010年3月
「英語教育における新しいメディアの利用 ～YouTube と字幕付加機能～」	創価大学英文学会英語英文学研究 第65号	2009年9月