

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：17104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25730206

研究課題名(和文) ネットワーク環境に対応した高精細板書型講義動画の配信

研究課題名(英文) The Distribution Method of the High Resolution Video for a Blackboard based Lecture Corresponding to the Network Environment

研究代表者

山口 真之介 (Yamaguchi, Shin'nosuke)

九州工業大学・学習教育センター・助教

研究者番号：00380733

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、低速のネットワーク環境でも視聴可能できる板書型講義動画について、フレームレートを落とすことで画像を鮮明にし、高解像度の動画を受信して学習できる環境について提案した。まず低フレームレートの動画で、学習が可能かどうか配信実験を実施。2グループに分けた学生に対して、片方は高ビットレート、高フレームレートの動画、片方は低ビットレート、低フレームレートの動画を使って学習させて問題を解かせ、アンケートを実施した。次にブラウザで視聴可能なプレイヤーを開発。ローカルの計算機上で、複数の板書動画を切り替えて視聴できる環境を整えた。

研究成果の概要(英文)：This research discusses a method of supporting blackboard based lectures. In this method, students watch the video of the blackboard based lecture on a tablet computer. Some parts of the blackboards are recorded by two or more cameras, and a player is designed to enable the user to view and listen to any portion of the lecture. The videos in our method must be high resolution and high quality for students to be able to identify the characters on the board. However, when many students receive the video by wireless LAN, the bandwidth available for each student decreases. We maintain the image quality of the video by decreasing the frame rate. Students completed questionnaires to evaluate these videos.

研究分野：教育工学

キーワード：講義動画配信 ストリーミング e-ラーニング

## 1. 研究開始当初の背景

近年、多くの教育機関で e-ラーニングの普及が進み、講義動画の配信が様々な形式で行われてきている。さらにネットワークの高速化に伴い、配信する動画の質も高くなってきている。既に多くの教育機関で様々な講義動画の配信が行われつつあるが、多くの場合はスライドを中心とした解説型講義であることが多い。

この理由として、講義資料であるスライドのファイルが講義の時点で電子化されており、インターネット配信と相性が良い点が上げられる。そのスライドの電子ファイル自体を配布する事により、動画自体の画質はそれほど高くなくとも、教員が解説している音声と、さらに指している場所がある程度判別できれば、後はスライドの電子ファイルを開いて見ることで講義の内容は理解できる。

その一方で、まだ多くの教育機関で行われている板書を中心とする講義では、資料の配布は行われても、重要な点は教員が板書する内容と口述での解説で示されることが大半である。従って、このような板書中心の講義を教材として配信する場合、黒板の字を明確にするために動画の質を高くしなければならない。

国内のネットワーク環境は年々改善されており、この様な高画質の動画配信も容易になってきているが、一方でユーザが拡大しているスマートフォン、タブレット端末の様な、無線によるネットワーク環境においては、これらの動画の視聴は困難である。

本研究では、高速ネットワーク環境を持つユーザには、そのまま高画質の動画を配信し、モバイル端末等低いネットワーク環境を持つユーザには、フレームレートを下げることによって、できるだけ画質の低下を防いだ動画を配信して、高画質の講義動画を多くの環境で視聴可能にする環境を整備する。

## 2. 研究の目的

近年多数の e-ラーニング教材が開発されている。ただし、その多くの講義はスライドを利用した講義であり、板書型の講義の教材化については、多くの課題とともに様々な研究がなされている。本研究は板書型の遠隔講義を、多様なネットワーク環境にあった形で提供する為に、高速な回線を持つ受講生には高画質の動画を配信し、低速なネット環境の受講生には、それに合わせて優先してフレームレートのみを落とした動画を配信する。板書・解説の質を可能な限り維持した状態で、様々なデバイスへの配信を可能にする事を目標とする。

## 3. 研究の方法

本研究では2つの方法で、目標の実現を試

みる。

(ア) フレームレート調整による画質の維持動画を高画質にすれば、撮影した黒板の文字は鮮明になるが、視聴に必要なネットワーク速度は高くなる。そこで画質をそのままにフレームレートのみを大きく下げる。フレームレートが下がると、秒間のコマ数が少なくなり動画情報の時間単位の受信量が少なくなる。これにより動画の画質・音質をできるだけ落とさずに、受信に必要な容量だけを下げることが可能となる。

(イ) 基本的に大きな教室の場合、当然黒板も横に広くなる。その場合、固定カメラ一台で撮影しようとする場合、黒板全体を入れる為カメラを退かなければならない。ただし、それに伴い黒板の字が小さくなるため、さらに画質の要求が厳しくなる。

人がカメラを操作して、必要な箇所をズームし、教員の記述を追って撮影する方法もあるが、フレームレートを下げた動画の場合、それを行うと動画の変化が極端になる為、視聴する側が理解できなくなる可能性がある。

そこで複数のカメラを用いて、黒板を分割して撮影し、視聴者側が見たい箇所を選んで見られる環境を提供する。

## 4. 研究成果

まず実際に低フレームレートの講義動画が、視聴に耐えうるかどうか学生に視聴してもらった事で、評価を実施した。

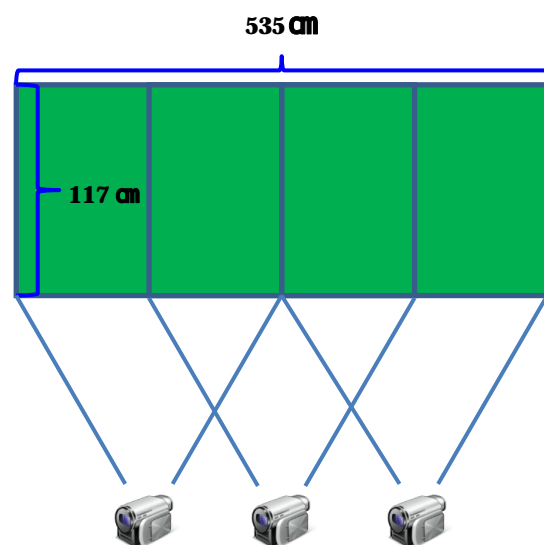
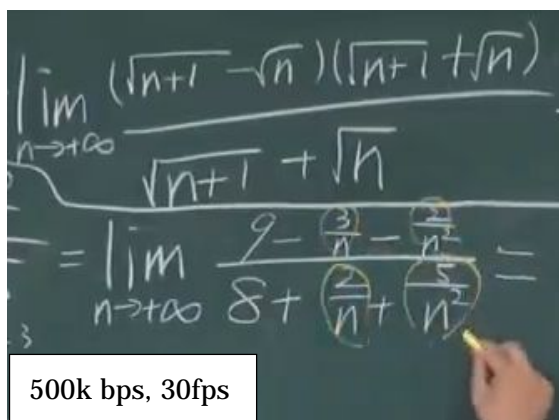


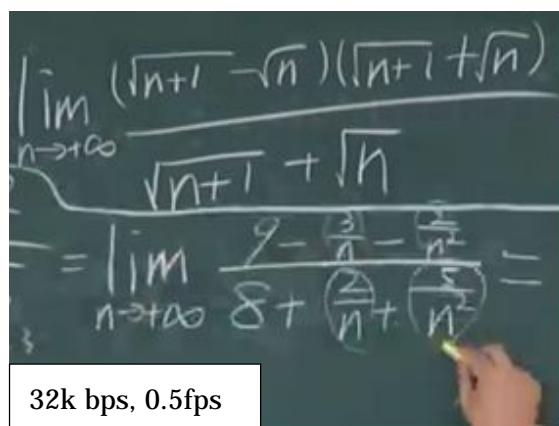
図 4.1 板書型講義動画の撮影方法

図 4.1 に示すように、黒板を場所により4つのエリアに分割し、3つの固定カメラでそれぞれ2つのエリアを撮影する。この動画の

一部を編集し、500kbps～32kbps、30fps～0.5fpsまで20の講義動画を作成した。



500k bps, 30fps



32k bps, 0.5fps

図 4.2 板書動画の一部

(500kbps, 30fps と 32kbps, 0.5fps)

実際に作成した動画の一部を図 4.2 に示す。32kbps の動画でも、フレームレートを落とす事で 500kbps に近い鮮明な画像を記録できている事がわかる。この動画 20 本を、学生(70 名程度)に視聴してもらいアンケートに回答してもらった。アンケートの結果を図 4.3(質問: この動画の黒板の文字を読むことができるか)と図 4.4(質問: 自分はこの動画で学習できるか)に示す。

図 4.3 のアンケートから、高ビットレートである 500kbps の動画では、殆どの学生が板書の文字を読めていると回答。低ビットレートの動画については、フレームレートが下がるにつれて、回答が高ビットレートの動画と同等の回答数になっている。フレームレートを落とす事で、低ビットレートの動画でも視聴は十分に可能であると判断できる。

次に図 4.4 のアンケートでは、フレームレートが下がるにつれて、学習できるという回答が大きく減少している。文字が読めるとしても、1fps～0.5fps では学習が困難である、と考える学生が多かったという結果となった。

アンケート結果から低ビットレートでも比較的回答の高かった 60kbps、5fps の動画を用いて、別の評価実験を行った。実験は、2つの学生グループに実際に自主学習を行っても

らう。板書型の講義動画の 1 限分の動画を編集し、60kbps、5fps と 500kbps、30fps でエンコードした、2つの動画を用意した。

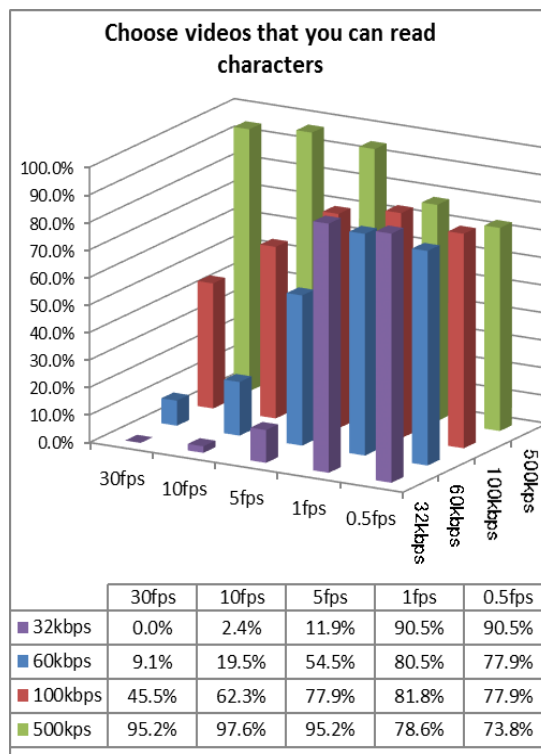


図 4.3 黒板の文字についてのアンケート結果

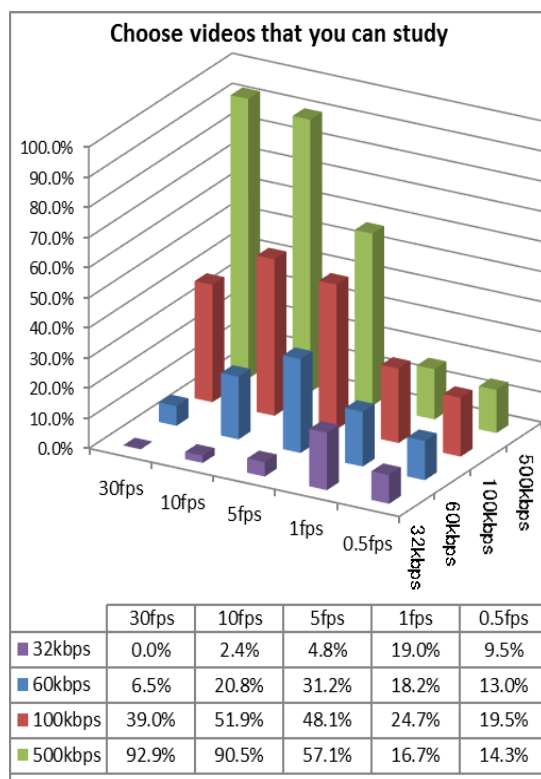


図 4.4 学習可能かどうかについてのアンケート結果

学生は A グループ 11 名、B グループ 12 名で、それぞれ 500kbps、30fps と、60kbps、

5fps の講義動画を見て学習する。その後、その動画に関する選択問題（3題）を受け、アンケートとともに2グループの違いを確認した。

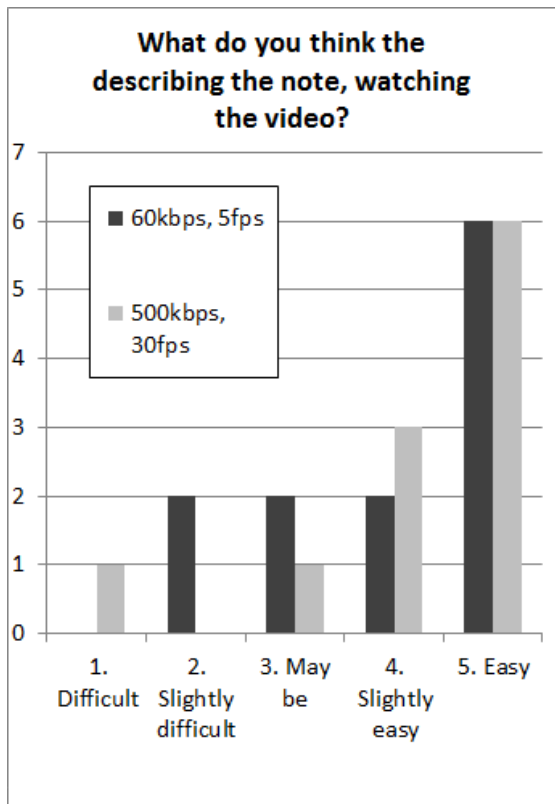


図 4.5 ビデオを見ながらノートが記述可能か、についてのアンケート結果

図 4.5～図 4.7 はアンケートの結果を示している。アンケートはそれぞれ、文字を見てのノート記述について、講義動画の理解について、この学習方法について質問したものであり、グループで分けて集計している。

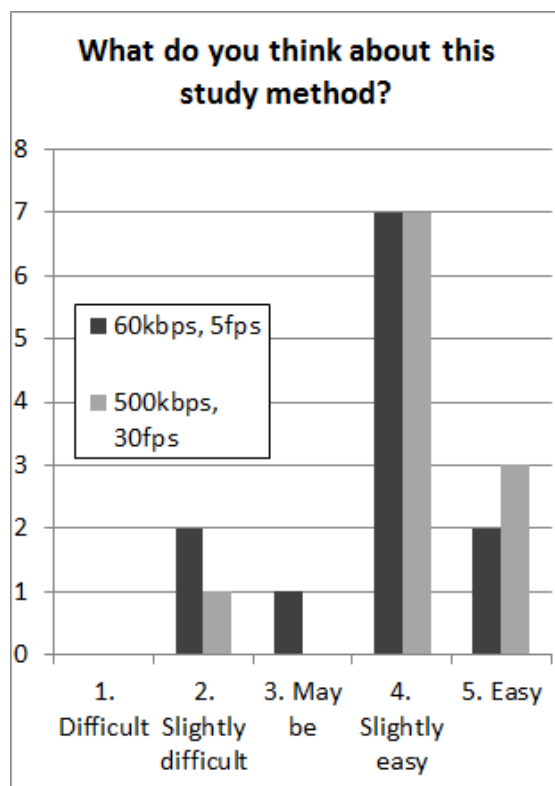


図 4.7 学習方法についてのアンケート結果

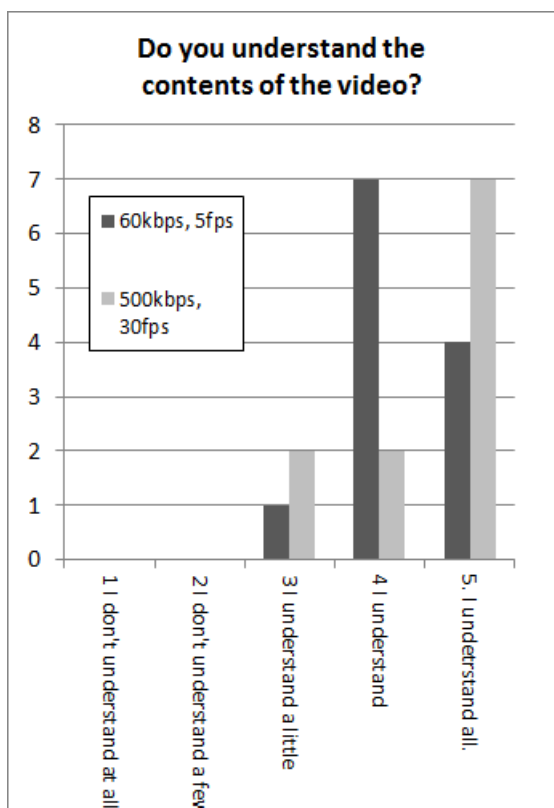


図 4.6 ビデオの内容が理解できたか、についてのアンケート結果

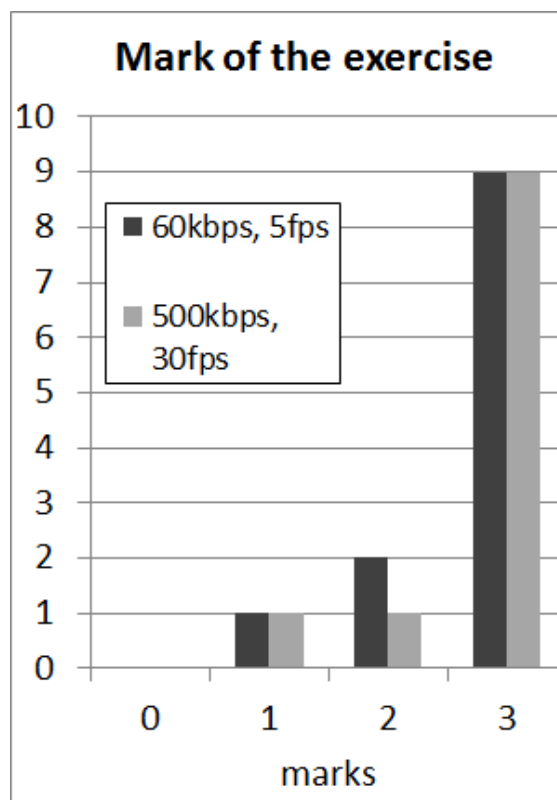


図 4.8 選択問題の点数

500kbps、60kbps の 2 つのグループによるアンケートの結果は、内容が理解できたかどうかの回答(図 4.6)の結果を除き、大きな違いはない。どちらの動画でも、学生は動画の文字を読むことができ、この学習方法についてポジティブな回答をしている。

違いのあったビデオ内容の理解については、全てを理解できた、と言う回答が 500kbps に比べ 60kbps の方が少ないが、理解できた、と言う回答を含めると、大半の学生が理解できたと回答している。さらに選択問題の点数(図 4.8)も両グループで大きな違いは無く、大半の学生が正解を選択している。

この実験結果は、低ビットレートの動画であっても、フレームレートを落とし、画質を鮮明にすることで、学習に大きな支障が出ないことを示している。ただし、今回の動画は解析学の初期の講義であり、この実験に参加した学生は学部 2~4 年生で、ある程度学習内容を把握していた為に、点数が高くなった部分もある。これを考慮しても、ビデオによるノートの記述、内容の理解、学習方法についてはどちらのグループもポジティブな回答を得ており、フレームレートを落としても学習は可能であると判断できる。

次に、この板書型講義動画を再生するための、PC 用のプレイヤーを開発した。動画再生に用いる、基本的なインターフェイスは、フリーの Javascript のライブラリを用いて、複数の動画を切り替える為のインターフェイスを Javascript と HTML5 を用いて記述した。

本プレイヤーはブラウザ上で動作する。板書の状態を撮影した 3 か所の動画の内、最初は中央の動画を再生し、ユーザが状況に応じてボタンを押すことで、他の黒板の動画に切り替える。この時、再生している時間を保持し、切り替えた動画をその時間から再生する。これにより、ユーザが動画を自由に切り替えても、動画の再生時間を修正することなく動画を見続ける事が可能となる。

このプレイヤーの実験については、まずローカルの計算機上で動画データを再生し、動画の切り換え時に、再生時間が正常に切り替わることを確認している。

さらなる評価には、動画データをストリーミングサーバ上に置いて、動作試験を行い、PC からタブレットに変更した際のインターフェイスの開発、及び動作について評価する。

## 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

{ 雑誌論文 }(計 1 件)

Shin'nosuke Yamaguchi, Yuzo Taenaka, Yuki Toyosaka, Yoshimasa Ohnishi, Kazunori Nishino, Yoshimi Fukumura, and Takashi Yukawa, " The Distribution Method of the High Resolution Video for a

Blackboard based Lecture ", International Journal of Technology and Educational Marketing, vol4, no2, pp22-42, 2014. (査読有)

{ 学会発表 }(計 1 件)

Shin'nosuke Yamaguchi, Yoshimasa Ohnishi, Kazunori Nishino, Yuzo taenaka, Yoshihumi Fukumura, Takashi Yukawa, " The Support of a Blackboard Based Lecture by High Resolution Video on a Tablet Computer ", The Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE2013) , pp64-69, 24-Sep-2013, Lodz, Poland. (査読有)

## 6 . 研究組織

(1) 研究代表者

山口 真之介 (Yamaguchi Shin'nosuke)  
九州工業大学・学習教育センター・助教  
研究者番号 : 00380733