

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501197

研究課題名(和文)低容量回線でも高画質画像を活用できる「超舞台」遠隔交流学习支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of a distance learning system HyperStage that even a narrow-band channel can utilize a high-definition picture

研究代表者

森川 治 (Morikawa, Osamu)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・共同研究講座研究員

研究者番号：50358181

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：Windowsで動く、遠隔学習システム(動画の解像度が320x240画素)を試作し動作確認した。動画部の解像度不足のため、教育現場で実証実験はできないとの評価が出た。高解像度化・映像合成のハードウェア化を検討した。映像合成システムの使いにくさは、ディスプレイが単一のビデオ信号だけを表示するように設計されている点にあると考えた。全画面、フレームレートという概念を持たない、新しいビデオ信号の提案を行った。提案したビデオ信号を使って、お互いに情報交換することで、表示位置と縮尺率を決定する自律型カメラと、それを表示する表示装置を設計した。出願していた映像表示装置の特許 5548898を取得した。

研究成果の概要(英文)：A distance learning system (the resolution of animation, 320x240 pixels) worked on Windows7 was developed and it was tried to use by school teachers. The teachers judged the animation on this system had too low resolution to use it in a classroom. We tried to improve resolution and to develop hardware for video synthesis. We thought, the difficulty of using the video synthesis system was caused by that a display indicated only a single video signal. We proposed the new digital video signal format without concept of full screen size or frame rate. Using this video signal, we designed autonomous video cameras which decided an indication point and a reduced scale rate by discussing each other, and a display which indicated them. We obtained the patent of Image Display Apparatus (pat. No. 5548898).

研究分野：教育学

キーワード：遠隔授業 通信容量抑制 一体感 テレビ電話 ハイパーステージ ハイパーミラー 映像合成

1. 研究開始当初の背景

IT活用の授業の提案がなされて久しい。また、高速ネットワークのインフラ整備も着実に進んでいる。実際、各地の小中学校でもインターネットを利用した遠隔授業などの取り組みも多くある。遠隔地の対話相手の映像と自分の鏡像映像を合成表示して同一画面に映し出す「超鏡」というシステムを使った遠隔交流学习を、我々も多く実践してきた。静止衛星を借り切って実施したハイビジョン版の遠隔授業は、細部にわたるまで鮮明で安定した映像であり、児童・教師ともに、非常に好評だった。特に教師からは、普段どおりに書いた黒板の文字がそのまま伝わることに感動された。

しかし我々が実践してきた多くの学校では、ネットワーク回線の容量不足により、標準のテレビ電話であっても、画面がぼやけて動きがギクシャクするなど、満足な通話は難しいのが現状であった。そのため、テレビ電話のために色、線の太さ、字の大きさ等を工夫して用意した資料が使えないことも多くあった。その場の教師からは、低画質の動画が伝わるより、静止画でよいから、鮮明な画像が伝わって欲しいといった声もあがった。

我々は実践を通して、遠隔学習のすべての時間、すべての画面が動画である必要はないことを確信した。そこで、動画が必要な部分と静止画で十分な部分が混在している現状を、すべて動画として送受信するのではなく、これらを利用者の判断で切り分けて送受信できる仕組みを作ることで、対応可能であると考えた。

2. 研究の目的

低容量回線でも高画質画像を活用できる遠隔交流学习の実現を目指す。そのために、動画が必要な部分と静止画で十分な部分を、利用者の判断で切り分けて送受信することで通信容量を抑える。このような環境を、利用者である教師や児童に提供することを目指す。

これは技術的な話であるが、動画は、インターネット回線をUDPと呼ばれるプロトコルで通信する。この方式では、遅延少なく通信できるが、通信回線の状態が悪いとデータが正しく伝わらないことがある。その結果、画質が悪化したり、フレームが抜けることがある。一方、WWWやメールでは、TCPと呼ばれるプロトコルで通信する。この方式では、通信エラーが発生すれば再送信するので、通信回線の状態が悪いと、データ転送に時間がかかることになるが、確実にデータを送受信できる。

本提案はたとえば、黒板の前で説明する教師のシーンでは、教室の黒板などを背景写真としてTCPプロトコルで確実に送受信し、教師や児童など動きのある部分だけをテレビ電話と同じ、UDPプロトコルで送受信する利用を想定している。

3. 研究の方法

本研究では、あるシーンを静止画や動画に利用者(教師や児童)が分割して送受信できる環境を用意する。実践の場で使用しながら、問題点を洗い出し、システム改良を加えることを繰り返すことで、実用に耐えるシステムを構築する。

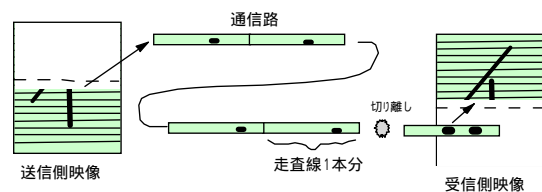
4. 研究成果

初年度は、事前に用意した背景となる静止画の上に、ビデオカメラで撮影した1枚の動画を重畳表示できる遠隔学習システムのプログラムを試作した。比較事例として、静止画と動画を別窓に表示する方式を検討した。後者の方式は簡単であり、静止画、動画、それぞれ正しく伝わり、それなりに有効であることが確認された。しかし、板書と教師の映像を別窓で表示する画面からは、「教師が書いた板書」という情報が薄まって伝わる欠点があることも指摘され、提案する方式の優位性を確認した。

試作プログラムの動作確認を行った結果、モニタの関係で高解像度の静止画であっても、表示サイズが小さいと文字が読み辛いとの意見が出た。画面の任意の部位を中心に受信側で拡大できる機能を追加し解決した。しかしプログラムの関係上、重畳表示した動画の解像度が320x240画素以上に上げることが出来なかった。結果、解像度不足のため教育現場での実証実験には時期尚早との評価が出た。

これを受け2年目には、教育現場での実証実験に向け、高解像度化およびハードウェア化を検討した。高解像度化に向け、ゲーム機メーカーにアドバイスを求めたところ、試作版で使用しているWindowsの画像取り込みのライブラリの関係から高解像度化は無理であり、ゼロからの再開を提案された。

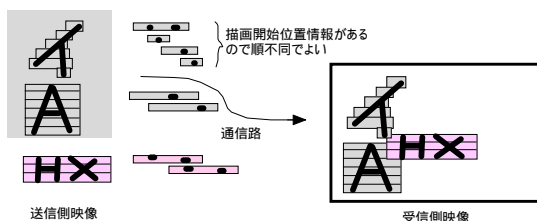
ハードウェア化について、映像の合成を複雑にしている最大の原因は、ディスプレイが単一のビデオ信号だけを表示するように設計されている点であると考え、新しいビデオ信号の提案を行った。



従来のビデオ信号

壁に懐中電灯を複数向けると、懐中電灯の数だけ光の輪が表示される。そこで、懐中電灯と壁のように、合成する映像を個別に表示してディスプレイ画面上で合成することを考えた。そのために、映像連携に必要な情報交換が行える、新しいデジタルビデオ信号を

提案した。多様な素材映像に対応するため、矩形以外の映像、たとえば、「人物の形状の素材映像」も扱えるようにした。さらに画面サイズやフレームレートという概念も排除した。この提案を「映像フェデレーションのためのビデオ信号の提案」として 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会で発表した。また、映像処理装置及び映像処理方法（特願 2012-135641）と、映像表示装置（特願 2012-180757）の特許出願をおこなった。



提案するビデオ信号

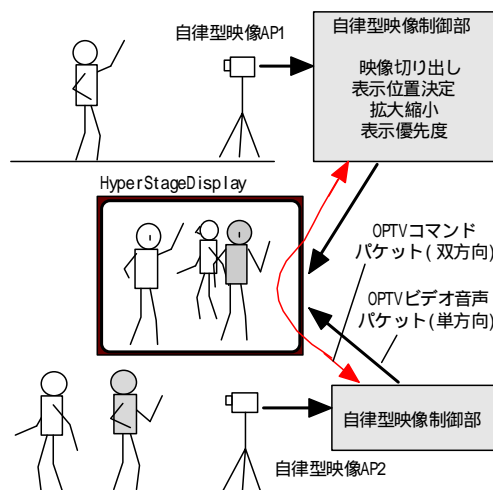
提案するビデオ信号を扱うハードウェアとして、RISC プロセッサ SH-2A、RX62N、FM3(ARM-Cortex-M3)、ARM11 などを使用した各種コンピュータボードを調査検討した。しかし、画像データの取り扱いが簡単に行える商品を見つけることができなかった。それらの中で、Linux OS が動き、HDMI、USB2.0 が2つある名刺大のコンピュータボード Raspberry Pi が比較的有力と考え購入し、HDMI 出力はとりあえず満足できる仕様であることを確認した。USB ポートにカメラを接続する動画撮影のプログラムを計画し、プログラマーを募集したが、プログラマーが見つからず頓挫した。

3年目は、画像合成機材のレンタルによるシミュレーションを検討した。シミュレーションを行うのに必要な仕様を満たす機材は存在せず、複数の放送機材を組み合わせることで対処可能なところまでは至ったが、レンタル費用が非常に高価であり、本予算では無理なことが判明した。

一方、画像合成システムのハードウェア化については、「映像フェデレーションのためのビデオカメラの試作」として 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会で発表した。

4年目は、初年度の方針に舞い戻り、グラフィック処理能力の高いPCのWindows7-64bitと、普及し安価になりつつあるスマートフォンのカメラを利用したシステムを設計した。スマートフォンでは、人物部分を切り出して、映像合成に必要な情報を算出し、提案したビデオ信号により動画送信する。PCでは、複数のスマートフォンカメラからのこれらビデオ信号を受信して合成映像を表示する。試作には至らなかったが、画像合成位置と画像縮尺の自動化に必要なモ

デルを構築し、「映像フェデレーションによる整合性の自動保持」として 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会で発表した。また、出願していた映像表示装置（特願 2012-180757）が認められ、特許 5548898 を取得した。



大きさ整合性を自動保持するための自律映像カメラ間の情報交換

当初予定していたように、実践の場で使用しながら、問題点を洗い出し、システム改良を加えることを繰り返すことはできず、残念ながら、1回目の改良の途中で終わってしまった。しかし、改良に必要な技術的な課題も明らかになり、解決のための技術も一部、特許として取得でき、実用化に少しであるが、近づいたと考える。今後、別のプロジェクトで本課題の継続を行いたい。

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15件)

1 李哲, 孫峽, 奥林泰一郎, 中村雅子, 前迫孝憲: 国際遠隔交流学习による日本語会話授業 「超鏡」を用いた中日の大学間の実践をもとに, 大阪大学教育学年報, 20, 2015, 63-76 [査読あり]

2 Sun Zhi, Li Zhe, Zaorski Spence, Okubayashi Taiichiro, Maesako Takanori, Zhang Hai: Hyper Mirror System Based Collaborative Language Learning between Foreign Language Learners and Native Speakers, IEEE IE Proceedings, 1, 2014, 306-309 [査読あり]

3 Taichiro Okubayashi, Akiko Nakazawa, Hideki Mori, Takanori Maesako, Osamu Morikawa: Evaluation of Three-Site

Multipoint Distance Learning using High-Definition "HyperMirror", Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, 1, 2014, 945-950 [査読あり]

4 森川治, 戸田賢二, 大山英明, 前迫孝憲: 映像フェデレーションによる整合性の自動保持, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2014 論文集, 1, pp.937-942

5 大山英明, 戸田賢二, 森川治: 距離画像を用いたハイパーミラー(超鏡)システムの開発, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.289-290

6 奥林泰一郎, 森秀樹, 前迫孝憲, 森川治: 遠隔映像対話システムを用いた事前交流とその後の対面交流への影響, 日本教育工学会 第 29 回全国大会講演論文集, pp.897-898

7 森川治, 戸田賢二, 大山英明, 前迫孝憲: 映像フェデレーションのためのビデオカメラの試作, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013 論文集, pp.1999-2002

8 大山英明, 戸田賢二, 森川治: 距離画像を用いた多地点映像合成機能を持つビデオ通話システム, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013 論文集, pp.1401-1406

9 Taiichiro OKUBAYASHI, Akiko NAKAZAWA, Hideki MORI, Yuki NAKAMURA, Takanori MAESAKO, Sachiko KATAOKA, Toyoki MATSUYAMA, Masahiro NAKAO, Emiko OGAWA, Osamu MORIKAWA; Three-Site Multipoint Tele-Education utilizing "HyperMirror" via "KIZUNA", 17th ISU Annual International Symposium (Strasbourg, France) [査読あり]

10 戸田賢二, 海老原一郎, 瀬河浩司, 高橋孝一, 森川治, 古原和邦: 制御システムセキュリティのためのセキュリティバリアデバイス, ETNET2013(電子情報通信学会&情報処理学会) 信学技報, Vol.112 No.482 (ISSN 0913-5685), pp.259-264 .

11 森川治, 林良子, 前迫孝憲: 被写体の前後移動解釈と拡大縮小変化解釈の関係, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012 論文集, pp.847-850

12 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: 映像フェデレーションのためのビデオ信号の提案, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2012, pp.158-163

13 戸田賢二, 森川治, 他 4 名: FPGA を用いた Ultra-Android 用性能評価システムの開発, 信学技法 CPSY2011, 91, pp.193-198

14 森川治, 佐藤滋: 発達障害者の姿勢保持練習ゲーム遊び, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011 論文集, pp.943-946

15 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: 全画面やフレームレートという概念を排除した新しい表示方式の提案, 信学技報 IEICE Technical Report(CPSY2011), 8, pp.15-20

[学会発表](計 23 件)

1 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: 映像フェデレーションによる整合性の自動保持, 計測自動制御学会, 2014/12/15, 東京ビッグサイト(東京)

2 Taichiro Okubayashi, Akiko Nakazawa, Hideki Mori, Takanori Maesako, Osamu Morikawa: Evaluation of Three-Site Multipoint Distance Learning using High-Definition "HyperMirror", Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, 2014/12/1, 奈良県新公会堂(奈良)

3 戸田賢二, 森川治, 大山英明: 映像を自由に統合し活用できる低遅延オブジェクトベースパケット方式ディスプレイの製造業への応用可能性, 産技連・情報技術分科会情報通信研究会, 2014/9/25, じゅうろくプラザ(岐阜県)

4 Sun Zhi, Li Zhe, Zaorski Spence, Okubayashi Taiichiro, Maesako Takanori, Zhang Hai: Hyper Mirror System Based Collaborative Language Learning between Foreign Language Learners and Native Speakers, Intelligent Environments (IE), 2014/6/30-7/4, 上海(中国)

5 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: スマートフォンを用いた簡易型遠隔行動誘導システム, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014 in Toyama, 2014/5/27, 富山市総合体育館(富山市)

6 森川治, 戸田賢二, 大山英明, 前迫孝憲: 映像フェデレーションのためのビデオカメラの試作, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013, 2013/12/01, 神戸国際会議所(兵庫県)

7 大山英明, 戸田賢二, 森川治: 距離画像を用いた多地点映像合成機能を持つビデオ通話システム, 第 14 回計測自動制御学会シス

テムインテグレーション部門講演会 SI2013, 2013/12/01, 神戸国際会議所(兵庫県)

8 奥林泰一郎, 森秀樹, 前迫孝憲, 森川治: 遠隔映像対話システムを用いた事前交流とその後の対面交流への影響, 日本教育工学会 第 29 回全国大会, 2013/09/23, 秋田大(秋田県)

9 大山英明, 戸田賢二, 森川治: 距離画像を用いたハイパーミラー(超鏡)システムの開発, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2013/09/18, うめきたグランフロント大阪(大阪府)

10 戸田賢二, 森川治, 他 4 名: 制御システムセキュリティのためのセキュリティバリアデバイス, ETNET2013(電子情報通信学会 & 情報処理学会), 信学技報, Vol.112 No.482 (ISSN 0913-5685), pp.259-264, 2013/3/14, 対馬市交流センター会議室(長崎県)

11 Taiichiro OKUBAYASHI, Takanori MAESAKO, Osamu MORIKAWA, 他 6 名: Three-Site Multipoint Tele-Education utilizing "HyperMirror" via "KIZUNA", 17th ISU Annual International Symposium, 2013/3/5, ストラスブルグ(フランス)

12 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: 映像フェデレーションのためのビデオ信号の提案, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2012, 2012/12/18, 福岡国際会議場(福岡県)

13 佐藤滋, 森川治, 金森克浩, 梅田真理, 太田容次: 発達障害を対象とする姿勢保持練習ゲームの改良試作, 日本 LD 学会第 21 回大会講演論文集, 2012/10/6, 仙台国際センター(宮城県)

14 奥林泰一郎, Zaorski Spence, 前迫孝憲: 遠隔教育におけるグループビデオ機能の検討, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, pp.221-222, 2012/9/13, 長崎大(長崎県)

15 森川治, 林良子, 前迫孝憲: 被写体の前後移動解釈と拡大縮小変化解釈の関係, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012, 2012/9/7, 九大(福岡県)

16 森川治, 佐藤滋, 太田容次, 坂田陽子, 二宮昭: 発達障害者の姿勢保持練習ゲームの改良, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012, 2012/9/5, 九大(福岡県)

17 戸田賢二, 森川治, 他 4 名: FPGA を用いた Ultra-Android 用性能評価システムの開発, 電子情報通信学/情報処理学, 2012/3/1, 亦

テル松島大観荘会議室(宮城県)

18 森川治: 自己像を埋め込んで閲覧する写真閲覧システム, 新技術説明会 in 浜松, 2012/2/8, 浜松商工会議所会議室(静岡県)

19 森川治, 戸田賢二, 前迫孝憲: 全画面やフレームレートという概念を排除した新しい表示方式の提案, 電子情報通信学/情報処理学, 2011/7/3, 宮古島マリンターミナル研修室(沖縄県)

20 森川治: 超鏡: HyperMirror 魔法の電子の鏡 --見守りシステムへの応用, インテレクチャルカフェ in 産総研オープンラボ 2011, 2011/10/13, 産総研会議室(茨城県)

21 森川治: 自己像を埋め込んで閲覧する写真閲覧システム, 産総研オープンラボ 2011, 2011/10/13, 産総研オープンラボ D 会場(茨城県)

22 森川治, 佐藤滋: 発達障害者の姿勢保持練習ゲーム遊び, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011, 2011/9/16, 仙台国際センター(宮城県)

23 戸田賢二, 関山守: 高速リアルタイムデータ収集用ネットワークレコーダの開発, 電子情報通信学/情報処理学, 2011/7/3, 宮古島マリンターミナル研修室(沖縄県)

〔図書〕(計 2 件)

1 森川治: つないただけで、ひとつの巨大画面になるディスプレイ, (独)産業技術総合研究所中小企業のための技術宝箱 産総研特許の解説集, 2111, 全 333 中の 6 ページ

2 森川治: 大きさを考慮する写真合成システム, (独)産業技術総合研究所中小企業のための技術宝箱 産総研特許の解説集, 2111, 全 333 中の 6 ページ

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 映像処理装置及び映像処理方法

発明者: 森川治

権利者: 産業技術総合技術研究所

種類: 特許

番号: 特願 2012-135641

出願年月日: 2012 年 06 月 15 日

国内外の別: 国内

取得状況(計 1 件)

名称: 映像表示装置

発明者: 森川治, 戸田賢二, 片下敏宏, 堀洋平

権利者: 産業技術総合技術研究所

種類：特許
番号：特 5548898
出願年月日 2012 年 08 月 12 日
取得年月日 2014 年 05 月 30 日
国内外の別： 国内

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

森川 治 (MORIKAWA Osamu)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究
院)・共同研究講座研究員

研究者番号： 50358181

(2)研究分担者

戸田 賢二 (TODA Kenji)

独立行政法人産業技術総合研究所・知能シ
ステム研究部門・主任研究員

研究者番号： 70357565

前迫 孝憲 (MAESKO Takanori)

大阪大学・人間科学研究科・教授

研究者番号： 00114893

(3)連携研究者

なし