

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700109

研究課題名（和文） タイルドディスプレイウォールを用いた高臨場感な遠隔協調作業
支援基盤の構築研究課題名（英文） Construction of infrastructure for tele-immersive collaborative work
with tiled display wall

研究代表者

江原 康生（EBARA YASUO）

大阪大学・情報基盤本部・講師

研究者番号：40324686

研究成果の概要（和文）：本研究では、複数の LCD をタイル状に配置して高解像度な大画面提示や複数の情報を同時に提示可能なタイルドディスプレイウォールを活用して、実環境における存在感や臨場感を有する遠隔協調作業支援の実現を目的とした基盤技術の研究開発を行った。主な研究成果として、複数の撮影カメラを設置して画像認識技術を用いて各映像から参加者の顔方向を検出し、遠隔地に会話している相手を明示的に知らせるように送信映像を動的に切り替える手法を提案した。次に、複数のカメラで空間全体を撮影できるように設置し、各カメラの撮影映像をタイルドディスプレイウォールに分散転送し、各映像の合成による高解像度映像の表示を行う環境を構築した。さらに遠隔協調作業に活用する大規模サイズのデジタルコンテンツの効率的な表示処理・操作技術に関する検討を行った。

研究成果の概要（英文）：In this research, we study on infrastructure technology for tele-immersive collaborative work by using tiled display wall technology which configures effective wide-area screen system with two or more LCD panels. As research results, we have proposed the technique for automatic switching of transmission video in remote communication by the estimation of face direction from participant's video with image-recognition technique. Then, we have constructed the environment to realize high-speed display of realistic high-resolution video image on tiled display wall by transmitting each video data which captured by multiple cameras and compositing as a high-resolution video image. In addition, we have studied on effective display and control technique for ultra-scale digital contents which used in remote collaborative work.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：遠隔コミュニケーション、テレマージョン、タイルドディスプレイウォール

1. 研究開始当初の背景

遠隔地に点在する異分野の研究者が協調して新たな知識創造を目的とした遠隔協調作業への取り組みが拡大している。インターネットを通じた遠隔協調作業では、実映像転送による相手の存在の提示に加えて、実世界での非言語コミュニケーションが重要な役割を果たす。1990年代から実環境では当たり前前の存在感、実在感や臨場感がビデオ会議システムに代表される遠隔協調作業環境では欠落していることが認識され、様々な研究が行われているが、現在も有効な解決方法が提案されていない。

主な原因として、遠隔協調システムで用いられる映像の大画面提示にプロジェクタを活用するケースが多いが、プロジェクタの表示解像度には限界があり、スクリーンサイズを大きくしても画面上に粗く不鮮明な画像を提示し、臨場感を損う原因となる。さらに、遠隔協調システムで使用する映像撮影用のカメラは、表示画面とずらして設置することが多い。しかし、参加者の視線はディスプレイに表示される遠隔地側の参加者に向くため、互いに視線を合わせた会話が困難となり、コミュニケーションに違和感を覚えることとなる。従来研究として、多視点カメラで取得された人物映像から3次元モデルを生成し、相手の視点に依存した映像を実時間で生成する技術や多視点映像を裸眼立体視ディスプレイに実時間表示するシステムが開発されているが、これらのシステムは利用者に与える負担が大きいため、実用段階には至っていない。

一方、近年のデジタルコンテンツの普及が進む中、遠隔協調作業においても映像に加えて、高精細なコンテンツの同時提示により臨場感を伴わせることで、コミュニケーション効果を高めると考える。しかし現状の各研究分野で用いられている表示用アプリケーションでは、限られたフォーマットデータしか利用できないといった制限的な問題が指摘されている。さらに高解像度なコンテンツについては、現状の大画面提示装置ではリアルな解像度での全体表示が困難で、部分的な表示に限定される。そのため、注目したい点を指示する際にキーボードやマウスによる煩わしい操作が必要となり、作業を妨げることになる。このような問題に対して、タイルドディスプレイウォールを活用することで、高解像度のデジタルコンテンツをリアルの解像度で高速表示することが有効と考えられるが、これらの要求を満たす有効な高速表示処理・操作技術が開発されていない。

2. 研究の目的

本研究に着手するに当たって、複数のLCD(液晶ディスプレイ)をタイル状に配置して、高解像度な大画面提示や複数の情報を同時に提示可能なタイルドディスプレイウォール(Tiled Display Wall)に注目し、LCDのベゼル(縁部分)を利用してカメラ位置を自由に設定して様々な視点からの映像撮影が可能になる利点に着目し、高解像度映像を活用した高臨場感な遠隔コミュニケーションに向けた実験的検証を進めてきた。しかし、リアルな高解像度映像配信はシステムリソース及びネットワーク面で負荷が大きく、リアルタイム処理が困難である。さらにタイルドディスプレイウォールは各LCDに存在するベゼルにより、表示コンテンツの一部が隠れることで臨場感を損ね、利用者に多大な支障を与える問題も指摘されている。

本研究では既存の問題点に着目し、タイルドディスプレイウォールを活用して、実環境における存在感や臨場感を有する遠隔協調作業支援の実現を目的とした基盤技術の研究開発を目的とする。

3. 研究の方法

(1) タイルドディスプレイウォール実験環境の構築

本研究の実験環境の構築として、既存設備として使用しているタイルドディスプレイウォールを活用する。さらに、タイルドディスプレイウォールで大画面・高解像度表示を実現させるためのミドルウェアとしてSAGEを実装して環境設定を行う。また遠隔コミュニケーション機能として、映像配信と音声通話については、従来に開発した音声通話ライブラリとIEEE1394カメラ映像表示用アプリケーションを組み合わせて実装する。先にローカル環境で動作確認を行い、実施予定の遠隔コミュニケーション実験の際には、タイルドディスプレイウォールの設備を有する学外の研究機関に協力を依頼し、遠隔実験の環境整備を行う。

(2) 複数のカメラを用いた参加者の顔方向検出による送受信映像の動的切り替え手法の実装

遠隔コミュニケーションシステムの撮影用カメラは表示装置の上や脇に設置されることが多く、遠隔の参加者の視点方向がずれるため、コミュニケーションに支障が生じる。さらにビデオ会議による遠隔コミュニケーションの利用者増大に伴い、多数の機関による同時接続での利用に対する要求が高まっている。複数拠点による遠隔コミュニケーション

ョンにおいても、1 対 1 の場合と比べて互いの相手が誰に注目して会話を行っているかを視覚的に感じる事がさらに困難である。

本研究では、各機関で複数の撮影カメラを設置し、画像認識技術を用いて各映像から参加者の顔方向を検出することによって、遠隔地のどの相手に対して顔を向けて会話などを行っているかを判別する。その結果を基にして遠隔地の相手に明示的に知らせるように送信映像を動的に切り替える手法を提案し、本環境に実装する。

(3) 複数のカメラを用いた各撮影映像合成による高解像度映像の高速表示技術の実装及び評価

タイルドディスプレイウォールでは配置した LCD の各解像度をフル活用できるので、高解像度映像で遠隔地の作業空間全体の様子をタイルドディスプレイウォールに表示可能である。しかし 1 台の小型撮影用カメラの表示解像度では限界があり、要求される高解像度映像表示が困難である。また高解像度のカメラで映像撮影を行ってもシステム及びネットワークリソースの制約でリアルタイムでの配信が困難である。

本研究では作業空間内に複数のカメラを用いて全体を撮影できるように設置する。各カメラの撮影映像をタイルドディスプレイウォールの各表示ノードにリアルタイムで分散転送し、ユーザが映像間の境界部を意識しない 1 枚のパノラマ的な高解像度映像に合成し、高解像度映像を高速表示する技術を開発する。

(4) 高精細デジタルコンテンツデータの効果的な表示処理・操作技術の開発

高解像度のコンテンツデータは画像フォーマットによっては大規模サイズのデータも存在する。これらのデータをタイルドディスプレイウォールに高速表示するためには管理サーバのみのシステムリソースでは表示処理が困難となり、他のコンテンツデータや遠隔地からの配信映像との同時表示において、多大な影響を与える。

この問題を回避するために、各 LCD に接続している表示用 PC における効率的な処理に関する検討を行う。さらに、ユーザがノート PC などのモバイル端末を用いて手元での操作によるタイルドディスプレイウォール上の表示コンテンツデータに対するインタラクション技術や遠隔地間でのコンテンツ同期表示技術、コンテンツ管理用データベースとの連携に関する検討も行う。

4. 研究成果

(1) タイルドディスプレイウォール実験環境の構築

既存設備として使用していたタイルドディスプレイウォールを拡張し、本研究の実験環境の構築を行った。タイルドディスプレイウォールで大画面・高解像度表示を実現させるミドルウェアとして SAGE を用い、遠隔コミュニケーション機能として、従来に開発した音声通話ライブラリと IEEE1394 カメラ映像表示用アプリケーションを組み合わせることで、映像及び音声配信機能を実装した。さらに、タイルドディスプレイウォールを有する学外研究機関の協力を得て、図 1 に示すように JGN2plus 上に遠隔コミュニケーション実験環境の整備を行い、評価試験を実施した。



図 1 JGN2plus 上におけるタイルドディスプレイウォールを用いた実験環境

(2) 複数のカメラを用いた参加者の顔方向検出による送受信映像の動的切り替え手法の提案

遠隔コミュニケーションにおける撮影用カメラは表示装置の上や脇に設置されるため、参加者の視点方向がずれることでコミュニケーションに支障が生じる。さらに複数拠点による遠隔コミュニケーションでは、1 対 1 の場合と比べて互いの相手が誰に注目して会話しているかを視覚的に感じるのが困難である。本研究では、各機関で複数の撮影カメラを設置して画像認識技術を用いて各映像から参加者の顔方向を検出し、遠隔地のどの相手に対して顔を向けて会話などを行っているかを判別する。その結果を基に、図 2 に示す遠隔地の相手に明示的に知らせるように送信映像を動的に切り替える手法を提案し、実装を行った。

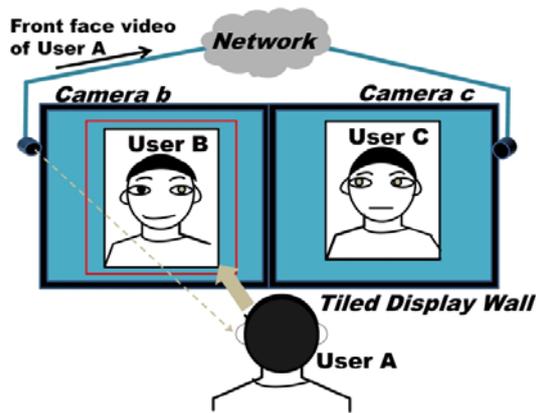


図 2 複数のカメラを用いた参加者の顔方向検出による送受信映像の動的切り替え手法

(3) 複数のカメラによる各撮影映像の合成による高解像度映像の高速表示技術の実装及び評価

高解像度映像で遠隔地の作業空間全体の様子を配信するために、タイルドディスプレイウォールを活用することが有効である。しかし 1 台の小型撮影用カメラの解像度では限界があるため、要求される高解像度による映像表示が難しい。また、高性能カメラで映像撮影を行ってもシステム及びネットワークリソースの制約でリアルタイムでの配信が困難とされる。本研究では、作業空間内に複数のカメラを用いて空間全体を撮影できるように設置し、各カメラの撮影映像をタイルドディスプレイウォールに分散転送し、各映像の合成による高解像度映像の表示を行える環境を構築した。図 3 に複数サイトからのマルチ映像のタイルドディスプレイウォールへの表示例を示す。さらに本環境を用いて、マルチ映像の相互配信に関する評価実験を行い、その有効性を示した。



図 3 複数サイトからのマルチ映像のタイルドディスプレイウォールへの表示例

(4) 高精細デジタルコンテンツデータの効果的な表示処理・操作技術の検討

タイルドディスプレイウォールを活用した遠隔協調作業に活用する大規模サイズのデジタルコンテンツの効果的な表示処理・操作技術に関する検討を行い、タイルドディスプレイ環境下で大規模コンテンツデータを用いた検討及び動作試験を行った。さらに遠隔地間でのコンテンツ同期表示技術、コンテンツ管理用データベースシステムとの効果的な連携方式に関する検討も行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

① Yasuo Ebara, Tele-immersive Environment with Tiled Display Wall for Intuitive Operation and Understanding in Remote Collaborative Work, Proceedings of International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 17th '12), 査読有(2012), 476-479

② Yasuo Ebara, Experiment on Multi-Video Transmission with Multipoint Tiled Display Wall, Proceedings of IEEE International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing 2011, 査読有, (2011), 299-302

③ Yasuo Ebara, Fundamental Experiment on Multi-Video Communication in Multipoint Tiled Display Environment, Proceedings of IEEE 2011 International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2011), 査読有, (2011), 438-443

④ Yasuo Ebara, An Experiment on Multipoint Tele-immersive Communication with Tiled Display Wall, Proceedings of IEEE International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 査読有, (2010), 421-425

⑤ Yasuo Ebara, Yoshitaka Shibata, Study on Tele-immersive Communication with Multi-Video Streaming on Tiled Display Wall, Proceedings of IEEE 2010 International Conference on Network-Based Information Systems, 査読有, (2010), 439-444

⑥ Yasuo Ebara, Consideration on Tele-immersive Environment with Tiled Displays Wall for Intellectual Collaborative Works, 第 19 回 インテリジェント・システム・シン

ポジウム, 査読無, (2009), 41-44

⑦ Yasuo Ebara, Yoshitaka Shibata, Study on Realistic Communication Technology with Tiled Displays Wall, Proceedings of 2009 International Conference on Network-Based Information Systems, 査読有, (2009), 612-617

⑧ Yasuo Ebara, Yoshitaka Shibata, An Experiment on Tele-immersive Communication with Tiled Displays Wall over JGN2plus Network, Proceedings of IEEE 23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 査読有, (2009), 554-559

[学会発表] (計4件)

① 江原康生、タイルドディスプレイ環境における効果的な情報コンテンツ活用技術に関する一考察、日本バーチャルリアリティ学会 第15回テレマージョン技術研究会、2011.11.11、新富亭(宮城県松島町)

② 江原康生、多地点のタイルドディスプレイを用いたマルチ映像配信実験、日本バーチャルリアリティ学会 第16回大会、2011.09.20、はこだて未来大学

③ 江原康生、タイルドディスプレイ環境におけるマルチ映像配信によるテレマージョンな遠隔コミュニケーションに関する検討、日本バーチャルリアリティ学会 第15回大会、2010.09.15、金沢工業大学

④ 江原康生、タイルドディスプレイを用いた高臨場感な遠隔協調環境基盤に関する一考察、日本バーチャルリアリティ学会 第11回テレマージョン技術研究会、2010.01.22、和倉温泉「ホテル海望」(石川県)

[図書] (計1件)

① 江原康生、日本工業出版、画像ラボ IMAGELAB Vol. 20. No. 6、Tiled Displays Wall を活用したテレマージョン環境 一超大画面・高解像度表示による高臨場感遠隔コミュニケーション一、(2009)、23-27

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江原 康生 (EBARA YASUO)

大阪大学・情報基盤本部・講師

研究者番号：40324686