

成果概要書

革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発
課題イ 三次元映像通信・放送のための中核的要素技術

(1) 研究の目的

研究の目的は「多視点映像の実利用のための効率的な撮影方式の技術基盤確立」である。地上波デジタル放送が開始され、インタラクティブな通信・放送、立体視や自由視点による視聴サービスが実現可能となってきた。しかしながら、その撮影や映像処理には多大なコストがかかり、実用には至っていない。そのため、5者（1社4大学）が提案する多視点映像の撮影方式を実施し、撮影のノウハウを蓄積し、その特長や問題点を明らかにする。その上で実用化のための撮影や映像処理のコスト削減を検討し、即時伝送ニーズが高い放送通信向け実写コンテンツの多視点での撮影方式の技術基盤を確立する。

(2) 研究期間

平成21年度から平成23年度（3年間）

(3) 委託先企業

中京テレビ放送（株）
国立大学法人 東京工業大学
学校法人 慶応義塾
国立大学法人 名古屋大学
国立大学法人 福井大学

(4) 研究予算

平成21年度 58、999、999（契約金額）

(5) 研究開発課題と担当

課題イー1 多視点映像撮影時のカメラの設置や調整時間のコスト削減

担当（中京テレビ放送株式会社）

多視点映像を撮影する際の複数 カメラの設置や調整にかかる多大なコストを解決するために、複数カメラの位置を直感的に把握可能にする撮影支援ソフトウェア、および、撮影画像を用いて、複数カメラの位置・姿勢の整合を行う撮影支援ソフトウェアを実現する。

課題イー2 多視点映像の撮影カメラ台数の削減

担当（東京工業大学）

多視点映像を撮影するためのカメラ台数の多さを解決するために、距離センサから得られるデプス情報、および視点の補間技術を用いて、多視点映像を撮影するためのカメラ台数の削減を図る。

課題イー3 多視点映像撮影カメラのキャリブレーションのリアルタイム性の向上

担当（慶応義塾大学）

多視点映像を撮影するカメラのキャリブレーションの煩雑さを解決するために、複合現実感の分野で確立されつつある撮影画像を利用したキャリブレーションの手法を多視点カメラに拡張し、リアルタイムで自由視点映像合成に必要なキャリブレーション情報を求める。

課題イー4 多視点映像中の見たいシーンへの容易なアクセスを可能とするタグの付加

担当（名古屋大学）

スポーツ映像を多視点で再生する際の見たいシーンへの到達の難しさを解決するために、複数のカメラから得られる映像情報に加え、距離センサや加速度センサの情報を用いて、選手の運動情報を取得し、多視点映像へのタグ付けを実施する。

課題イー5 収集した膨大な多視点画像・映像のユーザビリティを高めるための時系列化

担当（福井大学）

任意の方法で撮影あるいは収集された膨大な多視点画像・映像のユーザビリティの低さを解決するために、センサで取得される各カメラの位置や姿勢、距離センサで取得されるデプス情報を用いて、収集した画像・映像の時系列化を行いユーザビリティの向上を図る。

(6) これまでの主な研究成果

特許出願：国内出願	0件	外国出願	0件
外部発表：研究論文	10件	その他研究発表	10件
報道発表	1件	展示会	4件
標準化提案	0件		

【国際会議予稿：4件】

Nina Yorozu, Yuko Uematsu, and Hideo Saito, Multiple-view Video Coding Using Depth Map in Projective Space, Proceedings of ISVC 2009, Part II, LNCS 5876, pp. 651-661, 2009.

Hideo Saito, Yuki Takaya, Songkran Jarusirisawad, Yuko Uematsu, Francois de Sorbier, New View Video Synthesis via Real Time Depth Image Processing, 16th Japan-Korea Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2010), 04-4, pp. 261-265, February, 2010

Kosuke Niwa, Kenji Mase, Shogo Tokai, Tetsuya Kawamoto, Toshiaki Fujii, Hirano Yasushi, and Shoji Kajita, Estimation of Viewer's Interests from Multi-point View Browsing Log in Skill Transfer, Intelligent User Interfaces 2010, Hong Kong, China, Feb 7-10, 2010.

Shogo Tokai, Kenji Mase, Tetsuya Kawamoto, Toshiaki Fujii, ``Peg-Scope Navigation using High Speed Multi-view Videos for Industrial Skill-Transfer'', International Workshop on Advanced Image Technology, S8-3, Kuala Lumpur, Malaysia, Jan. 11-12, 2010.

【収録論文： 6 件】

橋本昂宗、植松裕子、斎藤英雄

“多視点カメラ撮影による野球のシースルー映像生成”

電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会、CQ2009-6、
PRMU2009-166、SP2009-107、MVE2009-89、pp. 85-90 Jan. 2010

井上 卓也、植松裕子、斎藤英雄

“固有空間法を用いた野球シーンにおけるボールの回転推定”

動的画像処理実利用化ワークショップ DIA2010、2010. 3. 4

宋海俊、平野靖、梶田将司、間瀬健二

“頭部方向を推定するための顔形状の特徴抽出に関する検討”

WiNF2009、第7回情報学ワークショップ、名古屋工業大学、2009. 11

宋海俊、平野靖、梶田将司、間瀬健二

“Shape Context を用いた顔形状記述による頭部方向の推定”

パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU)、鹿児島大学、2010. 3. 15-16

東海彰吾、間瀬健二、川本哲也、藤井俊彰

“多視点高速度撮影像を用いた釘付け視聴方式による技能コンテンツ制作”

第12回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009)、IS3-26

くにびきメッセ、島根県松江市、2009. 7 (査読無)

【一般口頭発表：9件】

Ismael Daribo

“Multiview Video Coding Using Dense Depth/Disparity-Based”
View Interpolation、MSRA-KEIO Workshop、Feb. 25. 2010

井上 卓也

“固有空間法を用いた野球シーンにおけるボールの回転推定”
第8回バイオメカニクス研究競技会、2010. 2. 28、早稲田大学

北出卓矢、岩崎陽平、河口信夫、平野靖、梶田将司、間瀬健二

“プライバシー保護を考慮した公共センサ応用”
信学会総合大会、東北大学、宮城県仙台市、2010. 3

宋海俊、平野靖、梶田将司、間瀬健二

“Shape Context 特徴量記述法による頭部方向推定”
2010年電子情報通信学会総合大会、東北大学、宮城県仙台市、2010. 3

丹羽宏介、間瀬健二、東海章吾、川本哲也、藤井俊彰、平野靖、梶田将司

“多視点映像視聴ログからの着目点の推定”
2010年電子情報通信学会総合大会、東北大学、宮城県仙台市、2010. 3

小島慶太、東海彰吾、川本哲也、藤井俊彰、平野靖、梶田将司

“加速度信号のスペクトルに着目したヤスリがけ技能動作の分析”
2010年電子情報通信学会総合大会、東北大学、宮城県仙台市、2010. 3.

川本哲也、中村鑑三、間瀬健二、東海省吾

“多眼、2眼撮影におけるカメラポジションと画像修整ソフトの開発”
映像メディア情報学会 立体映像技術研究会 東京・NHK放送技術研究所、2009. 10. 20

川本哲也、上田英里、加藤泰明

“3Dテレビ時代の幕開け 中京テレビにおける三次元映像研究・開発の取り組み”
日本映画テレビ技術協会 中部支部総会講演 愛知県名古屋市、2010. 2. 12

川本哲也、上田英里

“情報通信研究機構 高度通信・放送研究受託 三次元映像研究グループの取り組み”
北海道テレコム懇談会講演 北海道札幌市、2010. 3. 18

【展示:4件】

NICT 超臨場感コミュニケーションシンポジウム パネル展示

(東京・秋葉原 富士ソフトアキバプラザ) 2009. 8. 26

GEATEC JAPAN 2009 多視点撮影システム・処理画像プログラムデモ

(幕張メッセ) 2009. 10. 6-10

InterBee 2009 多視点映像システム・裸眼立体映像生成・PegScopeViewer デモ

(幕張メッセ) 2009. 11. 18-20

MPEG 国際会議デモ 多眼カメラ・裸眼立体映像生成・PegScopeViewer デモ

(京都リサーチパーク) 2010. 1. 22-23

【報道発表:1件】

中部経済新聞 2010/3/12 版

「名大や中京TVなどが立体映像で技術伝承」

http://www.chukei-news.co.jp/news/201003/12/articles_11366.php

中京テレビ放送は幹事社として多視点映像撮影のためのカメラ台数削減、処理時間の短縮を目指し、21年度にアメリカンフットボール、チアリーディング、レスリングの3つのコンテンツの撮影実験を行った。これらを被写体として多視点撮影する際に4大学の研究アプローチを活用できるように調整するとともに、URCF（超臨場感コミュニケーション産官学フォーラム）の普及促進部会実証実験分科会、多視点作業班と連携しながら、撮影・処理後の放送や通信、立体表示など具体的なアウトプットからの意見をヒアリングし、本研究にフィードバックさせる議論の場を数回開催した。

分担課題として「課題イー1 多視点映像撮影時のカメラの設置や調整時間のコスト削減」を担当し、撮影実験で活用する多視点撮影システムを複数開発し、検証を行っている。またカメラの配置や設置を実際のスポーツ中継の場で行う際には、限られた時間でのセッティングなど、どうしても精密な調整が犠牲になることが多いが、ある程度の調整範囲であれば、撮影後の画像を補正し、カメラ設置における制約を少しゆるめることも可能なため、その画像調整ソフトの基本部分を研究し検証中である。

21年度は、下記の成果を得ている。

（1）アンドロイド携帯電話 多視点撮影システムの開発

カメラ設置コストを大幅に低減する方法として、アンドロイド携帯電話端末用の多視点撮影システムを開発した。GPSや方位・加速度センサの情報を映像と同時に記録し、撮影後にサーバに転送するデモンストレーションプログラムを実装した。

（2）キャリブレーションツールの開発

複数カメラの設置時における、カメラの高さや回転、方向ずれなどを撮影後に修正するためのキャリブレーションソフトを開発した。現状はカメラ2台での補正が可能であり、今後は3台以上の処理を目指す。

（3）シミュレーション検証

多視点映像からの処理映像を、メガネなし多視点立体モニタにて表示させるなど実際の補間映像を生成するための簡易プログラムを開発した。2枚の画像から特徴点を見出し、これらから奥行き情報を推定し、これを元に新しい補間映像を生成するシミュレーションツールである。21年度は2枚の画像によるデプス推定、視点生成が可能となった。

東京工業大学は分担課題として、「課題イー2 多視点映像の撮影カメラ台数の削減」を担当し、直線カメラ配置において、従来研究されてきた画像補間技術・自由視点映像生成技術について調査し、撮影カメラ台数・基線長と補間画像の品質について検討することを目標とした。このため、カメラおよび制御用PCを複数台購入し、可搬型でオペレーションが容易な撮影システムを構築するとともに、撮影実験において得られた多視点画像をもとに視差画像補間の基本的な実験を行った。21年度は、下記の成果を得ている。

(1)

ハイスピードカメラと制御用PCを1台ずつ対にして組み合わせたカメラシステムを開発した。このセットを視点数分用意し、ホストPCと無線LANで接続することにより、ワイヤレス環境下で簡易に多視点映像を撮影できる装置を開発した。

(2)

直線カメラ配置において、多視点画像の自然特徴点の対応関係を元に、画像の平行化を行うアルゴリズムを開発した。OpenCV等で用いられているHartley法に比べ、数値的に不安定な基礎行列を用いないため、特徴点検出結果にノイズが多く乗っている場合や、カメラ間隔が狭い場合などで良好な結果が得られた。

(3)

ステレオ画像対を元にデプスを推定するアルゴリズムについて検証した。撮影実験において得られた多視点画像に対して類似度空間の生成、グラフカットを用いてデプス情報の推定をし、その結果を用いて補間画像を生成する実験を行った。撮影するカメラ間隔や被写体の性質が生成画像の品質に与える影響等を調査した。

(4)

デプスカメラの情報を利用したカメラ台数の削減について検討した。デプスカメラの解像度の低さや反射光の影響によるノイズ等があるが、制御された環境下では(3)のデプス推定処理と組み合わせることによりカメラ台数の削減に寄与できる見通しを得た。

慶應義塾大学は分担課題として、「課題イー3 多視点映像撮影カメラのキャリブレーションのリアルタイム性の向上」を担当し、多視点映像を撮影するカメラのキャリブレーションの煩雑さを解決するために、複合現実感の分野で確立されつつある撮影画像を利用したキャリブレーションの手法を多視点カメラに拡張し、リアルタイムで自由視点映像合成に必要なキャリブレーション情報を求める手法についての開発を進めている。21年度は、多視点・多種カメラ活用技術として下記のような成果を得た。

(1)

多視点カメラ活用技術として、数台のカメラを設置して得られた映像を利用して自由な視点から観察した映像を生成する自由視点映像生成として、野球のキャッチャーの真後ろから審判とキャッチャーを透視してピッチャーの投球を観察可能な隠消現実感映像生成の研究を行った。さらに、ボールの軌跡だけではなく、ボールの回転を追跡するための手法を検討した。

(2)

多種カメラ（カラーカメラ・デプスカメラ）の活用のための基盤技術として、複数視点から撮影したカラーカメラ映像・デプスカメラ映像から、カメラキャリブレーションを行う手法について検討を行った。また、多視点映像の効率的符号化のためにデプス映像を利用するアルゴリズムについて検討を行った。

(3)

多種カメラ（カラーカメラ・デプスカメラ）映像の応用として、デプス映像の撮影視点の変換処理を利用して、裸眼立体視ディスプレイのための立体映像を実時間生成するシステムを実装した。

名古屋大学は分担課題として、「課題イー4 多視点映像中の見たいシーンへの容易なアクセスを可能とするタグの付加」を担当し、大量で自由度が過多ともいえる多視点映像の効果的で効率的な視聴を助けるための視聴支援インタフェースの実現を目指している。そのため、興味のある場面や対象への到達を助けるタグ情報の抽出・付与技術の開発と、タグ情報を手がかりに手軽な操作で興味対象映像へ誘導するインタフェースの開発を進めている。

21年度は、下記の成果を得ている。

(1)

チアリーディングとレスリング映像の多視点撮影時に、タグ付け支援の方法として、選手の両腕、両足、腰、頭髪に無線加速度・角速度センサを装着して動作データを収集した。

(2)

センサから得られる情報から、選手のプレイ状態とプレイ種別などを認識する処理アルゴリズムを検討し、静止・運動の区別、ジャンプ、ハイキック、スタンツなどの他からの抽出方法の見通しを得た。

(3)

多視点映像視聴支援インタフェースとして開発してきた PegScopeViewer の高度化をすすめ、立体視化などを実装した。

(4)

視聴支援インタフェースとして多視点映像ディレクターエージェントのコンセプトを検討中である。とくに、Quality of View (QoV、視聴品質) の考え方による推薦のための尺度導入の着想を得た。

福井大学は分担課題として、「課題イー5 収集した膨大な多視点画像・映像のユーザビリティを高めるための時系列化」を担当し、三次元映像通信・放送をサポートする、ネットワークを介した画像・映像の収集とその統合利用のための、時空間的ハンドリング手法の実現を目指している。そのため、ネット収集される画像や映像が、いつ、どこから撮影されたものかを取り扱うことができる、撮影から収集、加工、提示までに関わる画像・映像処理手法の開発を進めている。

21年度は、下記についての成果を得ている。

(1) 撮影環境の構築

カメラの姿勢情報を映像と同時に記録することができる方位センサを取り付けたカメラ装置を10台構築した。また、デプスカメラとビデオカメラを組み合わせて利用する3次元状況取得環境を構築した。

(2) 収集映像の時系列化のための基礎検討

フレーム同期がかからない非同期なカメラ装置で撮影された多視点高速撮影映像群を利用した、映像間の時刻合わせの手法を検討した。具体的には、映像毎にオプティカルフロー成分の大きさの時系列波形を求め、映像間でそれらの相関を求める方法を開発した。今後、カメラ自身の動きを考慮した方法に拡張する。

(3) 3次元映像提供を指向したカメラ画像のステレオペア画像合成

デプスカメラの情報とビデオカメラの情報を統合して、ビデオカメラの視点画像に対するステレオペア画像の合成法を検討した。具体的には、デプスカメラによって得られるシーンの奥行き情報と、ビデオカメラで得られるシーンの色情報を、校正に基づいて統合することで、シーンの3次元CGモデルが得られ、ビデオカメラ位置に対して、左右もう一方の視点の画像を合成する方法を取っている。今後、複数視点からの投稿映像の利用法や、簡易な校正法について開発する。

(4) 撮影実験でのデータ取得と検証

実シーン状況での撮影実験で上記の装置類を使用してデータを取得し、処理手法の適用を試み、装置の使い勝手、取得データの精度、アルゴリズムの妥当性を検証した。

- (7) 研究開発イメージ図
(研究開発イメージ 別添)