

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 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
採択番号 : 143カ201
個別課題名 : 三次元映像 End-to-End 通信・放送システム
(ユーザ指定自由視点映像システム)
副題 : I V V V (Interactive Virtual Viewpoint Vision) の開発

(1) 研究開発の目的

「革新的な三次元映像の為の中核的要素技術」、すなわち「撮影」から「画像処理」、「符号化」、「伝送」、「表示」につながる一連のワークフローの中で、ユーザ指定自由視点映像を実現するための新たな課題を整理し、提案メンバーを中心とする幅広い連携によって、それら課題の解決をはかり、実用化に向けたプロセスを確立することである。

(2) 研究開発期間

平成 24 年度から平成 27 年度 (4 年間)

(3) 実施機関

中京テレビ放送株式会社<研究代表者>、シャープ株式会社、学校法人慶應義塾、国立大学法人福井大学、国立大学法人名古屋大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 239 百万円 (平成 26 年度 61 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

管理番号 143 カ 201 : End-to-End システム構築と実証実験
(中京テレビ放送株式会社)

管理番号 143 カ 202 : ユーザ指定自由視点映像表示技術開発と実用性評価
(シャープ株式会社)

管理番号 143 カ 203 : デプス取得、三次元モデル合成技術の開発
(学校法人慶應義塾)

管理番号 143 カ 204 : ユーザ指定自由視点映像収集、処理技術の開発
(国立大学法人福井大学)

管理番号 143 カ 205 : ユーザインタフェースの開発
(国立大学法人名古屋大学)

管理番号 143 カ 206 : 開発支援環境構築、表現形式開発と圧縮伝送方式の標準化
(国立大学法人名古屋大学)

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	4	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	7	4
	その他研究発表	167	73
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	32	6
	標準化提案	6	2

(7) 具体的な実施内容と成果

143 カ 201 : End-to-End システム構築と実証実験超高性能デプスカメラを中心としたコンテンツ撮影技術の研究開発

慶応大、福井大と共に、超高性能デプスカメラによって取得されるデプスデータについて、後段の画像処理ユニットにて、どのように処理をするかを検討し、アメリカの経験豊富な開発チームの協力を得て撮影テストを行い、最終的な表示までのデータフローを検討した。福井大や名古屋大の進める多視点カメラによるビルボード表示手法との切り替え方をシャープと共に開発し、ウィンドウズタブレットやヘッドマウントディスプレイにてユーザ視点自由視点映像の表示に成功した。

EndtoEnd システムの評価調査

各拠点が開発した画像処理モジュールにより生成されたビルボードデータを、ネット経由でサーバーにアップロードし、サーバーでOpenMVフォーマットに自動変換して共有できるサーバーシステムを開発した。

CEATEC2015 と NICT オープンハウス 2015 にて、多くのポテンシャルユーザや一般のエンドコンシューマ（放送局からみると視聴者）に、実際にヘッドマウントディスプレイを体験してもらい、画質の評価やユーザ指定自由視点映像を操作してもらった。シャープ（分担研究者 143 カ 202）と共同で開発したサッカー用共通 IWW ビューワでは、サッカーフィールド上の選手を被写体として

- A 多視点映像によるビルボードモデル
 - ① 実写映像から自動生成したモデル
 - ② 実写映像から手動生成したモデル
 - ② 選手をCG表現したモデル
- B デプスカメラによる点群モデル

にて、画質や処理時間、実用性などを比較可能としポテンシャルユーザに実用的側面から具体的な比較説明することができた。

143 カ 202：ユーザ指定自由視点映像表示技術開発と実用性評価

タブレット端末と大画面ディスプレイの連携によるユーザ指定自由視点映像アプリケーション

サッカーと観光の2種類の連携表示アプリケーションシステム（IVW ビューワ）を開発した。本システムにおいて、MainViewStream を表示する大画面ディスプレイ（4 K/60 p）と、SubViewStream を表示するタブレット型端末解像度（FHD）を実現した。また、Wi-Fi を利用したソケット通信を利用し、大画面の映像とタブレットのコンテンツの連携表示を実現し、大画面の映像とタブレット型端末の映像の再生同期精度は数秒以内を実現した。なおサッカー用共通 IVW ビューワについては、各拠点から提供された機能を統合する形で、連携して実装を行った、

さらにまた、本システムで表示する自由視点映像として、6台の4 Kカメラを用いた自由視点映像撮影システムを構築し、360度全方位の広視野角映像を生成した。なお本システムにより、4 K/60 p（最大8 K/30 p）の360度広角映像の撮影を実現した。

143 カ 203：デプス取得、三次元モデル合成技術の開発

多視点デプス・カラーカメラの統合的利用による三次元形状推定・自由視点映像生成技術

点群モデル向けとして、カラーカメラ撮影による色情報に基づく領域分割処理と、各分割領域に対応するデプスカメラからのデプス情報を組み合わせた3次元形状推定の高度化を行った。特に、デプスカメラのノイズモデルを考慮した処理を提案し、有効性を示した。このノイズモデルとしては、Kinect のような三角測量に基づくデプスカメラのノイズモデルと、長距離デプスカメラ TigerEye に利用されている TOF 型のノイズモデルの両方を考慮した手法について検討を行った。また、対象シーンの平面性を評価し、平面ではない場合にも適用可能な処理についての検討を行い、有効性を示した。

さらに、サッカーを例とした場合の選手領域の領域分割による自由視点映像生成法について研究を行った。特に、複数視点画像による繰り返し領域推定法と、選手の ID トラッキング手法について研究を行い、有効性を示した。

タブレット型端末による自由視点映像の複合現実提示技術

複合現実表示について、スマートフォンの統合による表示のための基礎研究をさらに発

展・継続させた。

143 カ 204：ユーザ指定自由視点映像収集、処理技術の開発

スマートフォン端末群による大規模な多視点映像撮影環境の構築

端末の撮影用アプリに3種類の撮影モード（集中管理モード、分散管理モード、単独モード）を実装し、インフラ状況に関わらず適切な管理形態での撮影を実施可能にした。さらに、端末間の時刻管理方法として NTP に基づく方法と GPS 情報に基づく方法を比較し、撮影状況に応じた使い分けの検討を行った。

スマートフォン端末群による大量の多視点映像の時空間対応付けとテクスチャ抽出

多視点映像統合のための時間・空間対応付けの開発として、フロー履歴照合での映像間の時間対応付け手法を、ブロック分割とその対応付けに基づいて広視野映像に拡張した。さらに、ライン領域検出とモデル当てはめに基づく手持ち撮影映像に対するカメラ位置姿勢推定の開発し、その性能を評価した。

多視点テクスチャ獲得の改良と OpenMV システムへの統合として名古屋大学間瀬研究室（分担研究者 143 カ 205）がレーザセンサ（SICK）で取得した選手位置情報を活用し、スマートフォン撮影映像群から多視点ビルボードテクスチャを獲得する方法を実装した。また、視点毎の被写体群の重複を考え、複数視点の抽出領域の重なり評価に基づいて前後の被写体を分離するテクスチャ整形処理を開発した。さらに、得られた多視点ビルボードテクスチャを OpenMV システムに入力。提示までの処理を実装した。

また、点群モデル向けとして、デプスカメラを統合利用するためのカメラ校正と計測データ処理として、広角レンズを用いたデプスカメラと併用するカラーカメラのカメラモデルの違いを補正し、両者を幾何学的に統合する方法を開発し、統合精度を向上した。

143カ205：ユーザインタフェースの開発

ユーザ指定自由視点映像視聴ビューワ

ラインセンサ型のデプスセンサを4台用いて、選手らのフィールド上の2次元情報を全選手・全区間に渡って正確に取得するために、複数センサのデータ統合手法を開発した。選手軌跡の自動接続方法を開発し、1分間のシュートシーンについて94%の自動接続を達成した。自動接続が困難な箇所を手動で接続するためのGUIの開発を進めた。選手軌跡を利用するユーザ指定自由視点映像視聴ビューワをUnityベースで試作し、OpenMV形式のデータ入出力に合わせて、それぞれ機能を検証した。その後、検証された機能は、サッカー用共通IWWビューワに提供し反映された。また、IWWビューワが使うビルボード画像素材の多視点撮影と時刻同期を担当した。さらに、名古屋大学藤井研究室（分担研究者143カ206）と共同で、上記データをビルボードデータとして統合しOpenMVに登録してサッカー用共通IWWビューワでの表示を確認した。

ユーザの意図・興味を反映した提示・推薦・要約技術

ユーザ指定自由視点映像視聴ビューワにおけるユーザ支援ユーザ指定自由視点映像視聴ビューワにおけるユーザ支援の手法を各種設計・開発した。ユーザの意図にそった提示方法と、ユーザの潜在的な要求と理解を促進する仮想カメラ位置の提供方法を検討した。

自由視点視聴時のユーザ支援の手法として、特定対象（選手、ボール）の追跡推薦と、カメラ技法の知識や視聴履歴に基づく推薦を設計し試作した。5種の視聴インタフェースを開発し、それらの効果を予備実験で比較評価した。その結果、固定カメラ以外は、それぞれの特徴を活かした使い方がされていることがわかった。なお、上記インタフェースのうち、選手周辺の表示と選手目線表示は、サッカー用共通IWWビューワに反映された。

143 カ 206：開発支援環境構築，表現形式開発と圧縮伝送方式の標準化

OpenMV 用データの構築

サッカーフィールド全体俯瞰する多視点映像をもとにして、共通仕様の OpenMV のビデオテクスチャを生成し、ビルボードデータを生成した。間瀬研での SICK データを用いた選手追跡と並行して、画像処理によるビルボード生成部分を担当した。まず、最初に画像のキャリブレーションや、自由視点映像を生成するためのホモグラフィ計算を行い、セグメンテーション技術を用いた被写体切抜き用マスク画像の生成と切り出し処理を行った。多視点映像は共通仕様の OpenMV のデータとして格納し、また OpenMV からデータ抽出によってビルボードデータを生成するなど End-to-End を意識した実装をしている。最後に、名古屋大学間瀬研究室（分担研究者 143 カ 205）と共同で、上記データをビルボードデータとして統合し OpenMV に登録してサッカー用共通 IVVW ビューワでの表示を確認した。

MPEG への貢献

MPEG において 3 次元映像の標準フォーマットとして MVD (MultiView plus Depth) データが検討されているところであるが、自由視点映像ストリーミング配信を想定し、高解像度の View データを新たに付加することにより、トータルの品質を向上させる新しいデータ形式を開発し、平成 26 年 10 月の MPEG ストラスブルグ会合にて発表を行った。また平成 27 年度末頃に MPEG-FTV の活動において CfP (Call for Proposals) が発行される公算が高まってきたことを受け、平成 27 年 2 月の MPEG ジュネーブ会合にて、SMV (Super Multi View) および FN (Free Navigation) の各技術について情報収集および議論を行った。