5

PoTS 映像学の活用
―自由視点映像による次世代スポーツ中継―

北原　格（筑波大学　計算科学研究センター）

大規模空間における自由視点映像生成

多視点映像を計算機内部で統合し，任意の視点からの見え方を再現する自由視点映像技術は，コンピュータビジョンの基盤研究分野である3次元情報推定の応用として活発な研究開発が進められてきた．CMU の Virtualized Reality プロジェクトの関連技術がアメリカンフットボールの中継に導入されるなど，スポーツメディアからの注目を集めている．我々の研究グループでも，2002 FIFA ワールドカップを契機にスポーツ競技場のような大規模空間に自由視点映像技術を適用する試みを世界に先駆けて着手したが[1]，対象空間の大規模化には解決すべき3つの課題が存在した．

多視点映像の同期撮影

多視点画像情報を用いた3次元情報の推定では，全カメラの同期撮影が前提とされる．比較的小規模の撮影空間であれば同期信号用のケーブルを引き回すことが可能であるが，サッカー場のような大規模空間において同様の撮影システムを構築するためには膨大な作業時間と労力が必要となる．我々は，GPS 信号から同期信号を生成する機材を導入する枠組みを構築することにより，大規模空間における多視点映像の同期撮影を実現した[1]．

カメラキャリブレーション

3次元位置が既知のランドマークポイントを空間中に複数配置し，それらの画像上での観測位置からカメラの射影変換行列を算出し，カメラパラメータを推定する．その推定精度は復元処理の精度に大きく影響するため，ランドマークポイントをできるだけ正確に配置し，位置を計測する必要があるが，小規模空間と同様の方法で正確な位置計測を実現することは困難である．我々は，建築現場などで利用されている3次元測量器を用いることと，測量器による計測と全周囲からの撮影に適した形状のランドマークを考案することで，高精度なランドマークの観測と，正確なカメラキャリブレーションを実現した[1]．

複数物体の実時間モデリング

従来の自由視点映像生成では，被写体となる3次元物体の形状をできるだけ精密に復元することを心がけていた．しかし，多人数でプレーする競技を対象とした場合，全被写体の3次元形状を同時に復元するための膨大な計算コストが必要となる．また，スポーツ中継を想定した場合，生成される3次元データを遠隔地に実時間伝送する必要がある．我々は，Perceptual Correct を評価指標とした新しい3次元モデリング手法である人物ビルボード方式（図-1）を提案し，多視点映像の撮影から，多人数の3次元モデリング，遠隔地への伝送，自由視点映像生成提示までの全処理を実時間で実行可能な3次元サッカースタジアムを実現した[2]．

自由視点スポーツ中継の実現

自由視点映像を用いたスポーツ中継の実現に向けては，映像生成・提示に加えて，映像コンテンツをいかに観せるのかに関する議論が必要となる．

自由視点映像閲覧インタフェース

スポーツコンテンツは視聴時間が比較的長いため，

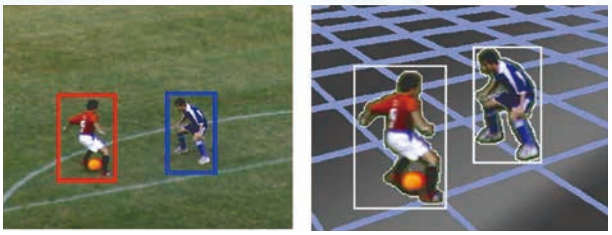

図 -1　人物ビルボードモデル

図 -2　選手視点（一人称）映像

図 -3　サッカースタジアムにおける多視点映像撮影実験

視聴負荷が少なく使い勝手の良い映像閲覧方式が求められる．自由視点映像を撮影する仮想カメラは3次元空間中を自由に移動するため，3次元位置センサを用いた位置姿勢制御と親和性が高い．撮影空間の俯瞰情報提示と両手で仮想カメラ位置と注視点位置を別々に操作する入力方式を組み合わせることにより，物体追跡や見回し時の映像を簡単に生成することを可能とした．より手軽な閲覧法として，スマートフォンやタブレットデバイスで広く普及しているマルチタッチインタフェースを用いた閲覧方式の開発も進んでいる．同時に入力可能な情報の自由度が限られるため，仮想カメラ操作を直感的にイメージしやすいタッチ入力の検討が重要となる．

選手視点映像生成

自由視点映像生成技術を用いて魅力的な映像を撮影する試みとして，図 -2 に示すようにサッカー選手の一人称視点映像を自動的に生成する手法が提案されている．一人称視点映像の没入感を損ねることなく映像酔いが起こりにくい仮想カメラの運動モデルを考案することにより，長時間快適に視聴可能なコンテツの生成に成功している．

生成映像の高画質化

映像機器の進化により映像の高品質化が急速に進んだ結果，自由視点映像の品質に対する要求が高まりつつある．これまでの映像生成では3次元的な見え方の変化の再現に重きが置かれていたが，映像コンテンツ事業化においては視聴に耐え得る画質の映像生成の重要性が高まるであろう．我々は，図 -3 に示すように，より密に配置したカメラで撮影した多視点映像に，画質を損ないにくい Bullet-Time 映像と 3次元情報復元技術を組み合わせて適用することにより，注目点を自由に操作可能な多視点映像閲覧方式を提案している[3]．今後の PoTS 映像学の研究開発を通じ，自由視点映像生成と Computational Photography や光線空間処理との融合がさらに進み，生成映像の飛躍的な高品質化に繋がることが期待される．

参考文献

1）Kitahara, I., et al. : Large-scale Virtualized Reality, CVPR2001 Technical Sketches (2001).
2）Ohta, Y., et al. : Live 3D Video in Soccer Stadium, International Journal of Computer Vision (IJCV), Vol.75, No.1, pp.173-187 (2007).
3）Akechi, N., et al. : Multi-Resolution Bullet-Time Effect, ACM SIGGRAPH Asia 2014 Posters, Article No.30 (2014).

（2016 年 6 月 27 日受付）

北原　格（正会員）■ kitahara@iit.tsukuba.ac.jp

1996 年筑波大学大学院理工学研究科修了．同年シャープ（株）入社．2000 年筑波大学先端学際領域研究センター助手．2003 年 ATR 研究員．2005 年筑波大学大学院システム情報工学研究科講師．2008 年同准教授．自由視点映像，複合現実感の研究に従事．IEEE VR2003, EuroITV2013 Honorable Mention Award, 2009 年度日本 VR 学会論文賞などを受賞．博士（工学）．