

# ネットワークによる自由視点映像のライブ配信とインタラクティブ提示 (041303013)

## Network Transmission and Interactive Display of Live 3D Video

### 研究代表者

大田 友一 筑波大学

Yuichi Ohta University of Tsukuba

### 研究分担者

亀田能成† 北原格† 白井克佳†† 吉川文人††

Yoshinari Kameda† Itaru Kitahara† Katsuyoshi Shirai†† Fumito Yoshikawa††

†筑波大学 ††国立スポーツ科学センター

† University of Tsukuba †† Japan Institute for Sports Science

研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

### 本研究開発の概要

複数の視聴者が、それぞれ自由に視点を選びながら、スタジアムや体育館で行われるスポーツイベントのライブ中継を、ネットワーク経由で観ることができる技術を開発した。インターネットを経由して、動的なイベントをライブ中継できる自由視点映像技術は、国際的にみても他に例がなく、自由視点映像の技術分野に新しい領域を開くものである。人物ビルボードと呼ぶ独創的な技術によって処理量とデータ量を抑え、自由視点映像のインタラクティブ提示を PC で手軽に楽しむことを可能にした。開発した技術を、蓄積・再生型のコンテンツ生成にも応用し、素人でも使いやすいインタフェースを開発することによって、次世代コンテンツ技術としての自由視点映像に道筋をつけた。長時間イベントの自由視点映像コンテンツを制作する技術としても大きな波及効果が期待される。

### Abstract

A 3D video system which can present free-viewpoint videos of live sports event to multiple users via network has been developed. This is the first live 3D video system which enables an Internet relay of live dynamic events. A unique technology called player-billboard reduces the computational cost and the data size, and it realizes interactive presentation of 3D video on a PC. The developed system can be applied to stored media. The user interface and the long-playing capability of our system will have a large ripple effect on the next-generation contents technology.

## 1. まえがき

本研究開発では、ネットワークを介して自由視点映像をライブ配信できる枠組みとして我々が提案し研究を進めてきた人物ビルボード方式をコア技術とし、屋内外の競技場で実用可能なシステムを構築するための様々の要素技術の研究を遂行した。また、自由視点映像提示インタフェースなどの周辺技術の研究も進めた。図 1 に、システム全体の概要を示す。

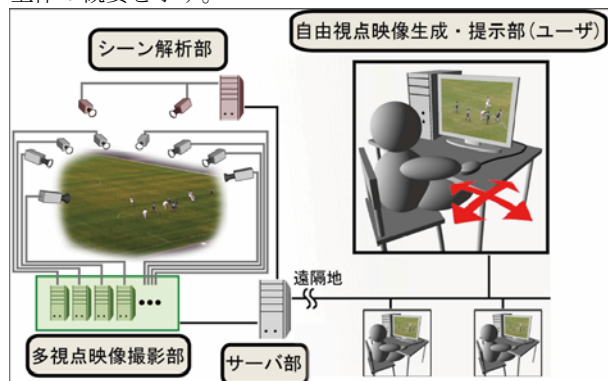


図 1 自由視点映像のライブ配信・提示システム

## 2. 研究内容及び成果

自由視点映像システムの実用性と完成度を高めるため、①映像撮影解析部におけるロバスト性と汎用性の向上、②多視点映像撮影部における解像度の向上、③背景も含めた提示映像の臨場感の向上、④提示部における操作性の向上、を狙って研究テーマを設定し、研究期間内に以下の成果を

得た。

### 2.1 映像撮影解析部におけるロバスト性と汎用性の向上

(1) 複数視点映像の統合による選手の 3 次元位置の実時間計測：高所に設置した 2 台のカメラで撮影した映像情報を統合することにより、屋根のない一般の競技場でも選手の 3 次元位置をビデオレートで計測できる技術を開発した。時間方向の連続性を考慮することにより、選手同士が重なっていても安定に位置計測を行うことができる。国立霞ヶ丘競技場の電光掲示板とメインスタンド屋上のアンテナ台にカメラを設営し、実際のサッカーの試合で実証実験を行った。

(2) 複数視点映像の統合によるボールの 3 次元位置の実時間追跡：高所に設置したカメラで同期撮影した 2 視点の映像を統合することにより、選手よりも小さく、動きの速いボールの 3 次元位置を、実時間で検出・追跡する技術を開発した。物理運動モデルの適用が可能な 3 次元空間で追跡処理を行い、カルマンフィルタを用いた予測によって、映像中でのボールの探索範囲の限定や、一時的にボールが検出できない場合の位置推定を行う。ほぼビデオレートでの処理を実現した。図 2 に検出されたボールの 3 次元軌跡の一例を示す。ピッチに影が落ちているのが実際に検出されたボール位置、それ以外はカルマンフィルタによる推定位置である。

(3) 日照変動にロバストな人物領域の分割法：屋外競技場において長時間安定に稼働するシステムを構築するためには、日照変動への耐性が必須である。背景となるピッチ領域の画素値の変化を推定し、背景情報を修正することにより、長時間の屋外スポーツイベントにおいて安定に選手

領域の分割を行い、選手の位置推定やビルボードのテキスト切り出しを可能とする技術を開発した。あらかじめ用意された背景画像と、観測映像中で背景と確信できる領域とを比較し、日照変動による画素値の変化傾向を求め、背景領域全体に外挿することによって背景情報を修正する。屋外スポーツで典型的な芝の背景を対象とし、実際のサッカー試合の映像で有効性を確認した。

(4) 汎用性の高い多視点映像撮影システム：競技場などの大規模空間で行われるイベントの全容を自由視点映像コンテンツ化するためには、対象空間の規模に応じて、撮影範囲を適応的に変更可能な撮影システムが必要である。撮影用カメラと映像取り込み用PC各1台によって構成される撮影クライアントを競技場内に多数分散配置してネットワークで結び、1台の撮影制御サーバで撮影操作を行うクライアント・サーバ型の撮影システムを構築した。配線数も少なく、数万人規模の観客が来場するスポーツイベントの現場において、トラブルなく稼働したことは、システムの実用性が高いこと示すものである。

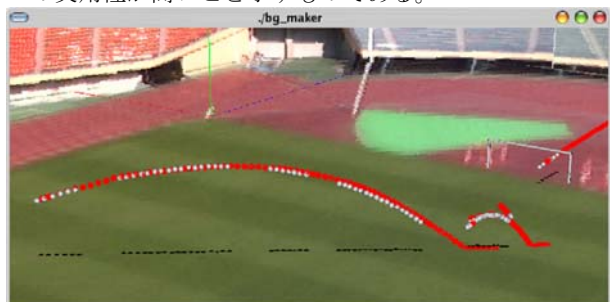


図2 検出されたボールの3次元軌跡

## 2.2 多視点映像撮影部における解像度の向上

(1) 複数の可動カメラの連携による自動追尾撮影：比較的安価で簡易な可動カメラを複数台組み合わせて連携させることによって、移動する人物のズームアップ映像を自動追尾撮影する技術を開発した。静止状態で被写体の映像を獲得する撮影カメラと、被写体の移動方向に先回りして待ち構える待機カメラとが、交互に役割を交代しながら追尾撮影する。1台のカメラで追尾撮影する方式と比べて、撮影カメラの視野から被写体が外れるまでに待機カメラが先回りすればよいので、被写体の動き予測が容易であること、撮影された映像では背景が静止しているため背景差分が容易であること、などの特長を持つ。

## 2.3 背景も含めた提示映像の臨場感の向上

(1) 簡易な操作による背景領域の自由視点映像生成：観客席などの背景の自由視点映像生成には、背景の3次元モデルが必要であり、その構築には測量機などによる3次元計測とCGモデリングツールの操作が不可欠であった。我々は、撮影された多視点映像データを用いて、簡易な操作で対象空間中に仮想的な「書き割り」を設置し、その上に撮影された映像をマッピングすることによって、背景の自由視点映像を生成・提示する技術を開発した。GUIの開発や、書き割り接合部を目立たなくする工夫などによって、実用性の高い背景生成技術となっている。

(2) ビデオテキストチャによる背景の臨場感向上：観客席の盛り上がりは、自由視点映像の臨場感に重要な役割を持つが、観客席の動画テキストチャのライブ配信には多大なバンド幅を必要とする。我々は、ビデオテキストチャと呼ばれる手法を用いて、自由視点映像を観る人に違和感を与えないような観客席映像を、少ないデータ量で生成する手法を開発した。観客の状況に応じてビデオクリップを適宜切り替えることにより、観客席の盛り上がりなど、動きのある背景の描画が可能となる。

## 2.4 提示部における操作性の向上

(1) 気の利いた視点の自動選択手法：試合の状況、個人の好み、その瞬間の欲求、などを総合して、個々の視聴者に適した視点からの自由視点映像を、自動的に生成する技術を開発した。サッカーのシーンをイベント毎に分類し、各イベントにおいて、多くの視聴者に好まれる主要な視点位置を求めた。個人毎の視点位置についての好みの調査データに基づいて、適切な視点移動を伴う自由視点映像を生成する。

## 3. むすび

国立競技場で収録した大学サッカー選手権決勝戦のゴールシーンの自由視点映像コンテンツや、多視点映像コンテンツを制作し、スポーツ競技者や指導者に提示して意見を聴取する取り組みを行なった。工学者の視点とは異なった新鮮なコメントが得られたが、中でも「無理に加工した結果として嘘を含む映像よりも、撮影した事実をそのまま伝える映像がよい」という意見には、目から鱗が落ちる思いがすると同時に、人物ビルボード方式の自由視点生成技術としての筋の良さを確信させるものがあつた。

自由視点映像技術は、従来型の映像メディアが全く持っていない機能を提供できるため、それらと組み合わせる相補的な使われ方をする可能性は大きい。例えば、ディレクターが制作した映像を通常のテレビ中継で観ながら、選手の守備位置や布陣などをパソコン画面上で好きな視点から観察する、といった使い方である。テレビ受像機とパソコンが一体化していけば、このような使い方が一般視聴者に浸透する日も遠くないと考えられる。

## 【誌上発表リスト】

- [1] Yuichi Ohta, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Hiroyuki Ishikawa and Takayoshi Koyama, "Live 3D Video in Soccer Stadium," International Journal of Computer Vision, to be published (2007.2 online publication 公開)
- [2] Yuichi Ohta, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Hiroyuki Ishikawa and Takayoshi Koyama, "A Perceptually Correct 3D Model for Live 3D TV," Proceedings of 3DTV-CON, Invited Paper (2007.5)
- [3] Itaru Kitahara and Yuichi Ohta, "Scalable 3D Representation for 3D Video in a Large-Scale Space," PRESENCE, The MIT Press, Vol.13, Issue 2, pp.164-177 (2004.4)

## 【受賞リスト】

- [1] 大田友一、亀田能成、北原格、古山孝好、電子画像学会 2006 年度画像電子技術賞、“ネットワークによるライブ配信とインタラクティブ提示が可能な自由視点映像方式”、2007 年 6 月 24 日（内定）
- [2] 大田友一、国際パターン認識連盟フェロー、“For Contributions to Computer Vision and Vision-Based Approach to Image Media and for Service to the IAPR”、2004 年 8 月 25 日
- [3] 大田友一、電子情報通信学会フェロー、“視覚情報メディアに関する先駆的研究の貢献”、2004 年 9 月 9 日

## 【報道発表リスト】

- [1] “サッカーの自由視点映像のライブ配信とインタラクティブ提示”、イノベーションジャパン 2005、東京、2005 年 9 月 26～28 日
- [2] “自由視点ライブサッカー中継：視聴者が自由に視点位置を選択しながらスポーツイベントをネットワーク経由で楽しめるシステム”、第 5 回デジタル夢ワールド、仙台、2005 年 12 月 3～4 日

## 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.image.esys.tsukuba.ac.jp/scope/>