

## 大規模空間における映像センシングと可視化 – サッカースタジアムを例にして – Image Sensing and Visualization of Large Scale Space – Implementation over a Soccer Stadium –

亀田 能成  
Yoshinari Kameda

古山 孝好  
Takayoshi Koyama

向川 康博<sup>1</sup>  
Yasuhiro Mukaigawa

大田 友一  
Yuichi Ohta

筑波大学 大学院 システム情報工学研究科  
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

### 1. はじめに

ネットワーク上で結合された多数のセンシングデバイスを利用して人間活動を観測・認識する枠組みを我々は“マッシュセンシング”と呼び、この枠組みは社会に浸透しつつある。マッシュセンシングの趣旨は、センシングデバイスの数量をあてにすることで、計算コストの高い処理やヒューリスティックな知識に頼ることなく、よい結果を得ることである。

本稿では映像センシングによる事例として、我々が取り組んできたサッカースタジアムでのサッカーゲームを対象とした大規模空間可視化システムについて述べる。本システムは、広範囲に展開されたカメラ群を利用しつつ計算コストのかからない手法を用いることで、任意視点からのサッカー観戦をリアルタイムに提供できる。

### 2. 多数カメラセンシングによるプレーヤモデルの高速生成と表示

大規模空間の自由視点可視化において注意しなければならない点は、被写体とカメラとの関係である。



図1：カメラ群の設置概念

図1のように、対象空間の周囲にカメラを設置している場合、カメラ間の幾何拘束を用いて対象となるプレーヤの三次元形状を復元することは原理的に可能である。しかしながら、三次元形状の再構成には計算コストがかかるという問題点がある。そこで、我々は簡単化三次元モデルを導入し、フィールドに垂直に立てられた一枚のテクスチャでプレーヤを表現する手法を提案している[1]。簡

単化三次元モデルは、三次元形状復元手法として知られる Shape from Silhouette の手法の一部を実行するだけで生成できるため計算コストが小さい。

一方、簡単化三次元モデルは正確な三次元形状の復元を行わないため、ユーザ仮想視点がプレーヤの近傍にある場合、見え方の歪みが顕在化するという欠点がある(図2上)。しかしながら、サッカーのような大規模空間における自由視点映像の提供においては、ユーザはプレーヤ相互のインタラクションに注意が向けられることが多いため、ユーザ視点は一人のプレーヤにだけではなく、複数のプレーヤを見るように移動していくことが多くなる。そのため、視点はプレーヤに対して比較的距離をおかれるようになることが多くなるため、簡単化三次元モデルによる見え方の歪みが小さくなる傾向がある(図2下)。その一方で、モデル生成のための処理量の削減によって、ほぼビデオレートでの表示が可能となっているため、本手法はサッカーのような動きの激しいスポーツにも十分対応できる。

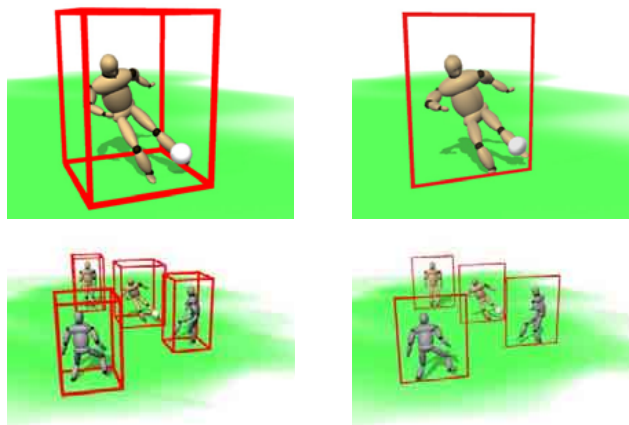


図2：三次元形状モデル(左)と簡単化三次元モデル(右)

### 3. システム構成

本システムは、現在、国立霞ヶ丘競技場において実証実験を行っている。図3にシステム構成を示す。センシングデバイス群として、2台のプレーヤ位置推定用カメラと、8台のテクスチャ取得用カメラを使用する。2台のプレーヤ位置推定用

<sup>1</sup> 現在 大阪大学

HK-2-1

カメラはGPSで提供される時計を用いた撮影同期を行っているが、8台のテクスチャ取得用カメラは非同期撮影である。各カメラはキャプチャボードのついたPCに接続され、キャプチャは640x480画素のサイズを30fpsの速さで行う。PC間はギガビットLANで結合されている。カメラ間の距離が100mを越えるところには光ファイバーを使用している。各PCではキャプチャとプレーヤ抽出のみを行い、取得した映像フレームと抽出位置情報をフレーム毎にサーバに送っている。本手法における簡単化三次元モデルの生成は計算コストがかからないため、サーバPC(図3: Backyard room内に設置)のみで行う。ユーザは視点操作をマウスでできるクライアントプログラムを自分のPC上で実行し、簡単化三次元モデルデータをリアルタイムにサーバPCから受け取る。なお、PCは全てPentium4/2.8GHzで2GBのメモリを有し、Linux OS下で稼動する。

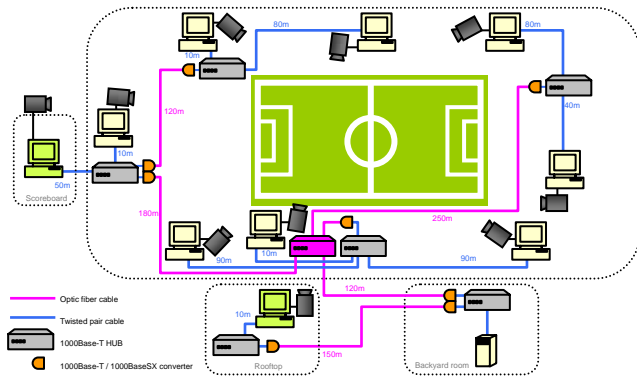


図3: システム構成

図4上は実際のフィールドの写真である。電光掲示板の上にプレーヤ位置推定カメラが設置される(図4下中)。Rooftopに設置されたもう一台のプレーヤ位置推定カメラの様子を図4左下に示す。図4右下はあるテクスチャ取得用カメラの設置状況を示している。



図4: サッカーフィールドとカメラ設置状況

図5は、2003年11月に行われた第52回全日本大学サッカー選手権大会決勝戦の様子を自由な視

点移動を行いつつ見た例である。ユーザはマウスを操作することで、フィールド上のどの位置へもリアルタイムに視点を移動させることができる。本システムは、リアルタイムのプレーを見るだけでなく、過去の蓄積映像に対しても実行可能であり、かつ複数ユーザの同時利用にも対応している。現在の実装では、簡単化三次元モデルの生成までで毎秒30フレーム以上の処理速度を実現している。ユーザサイドの表示速度はネットワーク帯域にも影響を受けるが、実験により8Mbps程度のブロードバンド環境でも24fpsを達成できることを確かめている[2]。

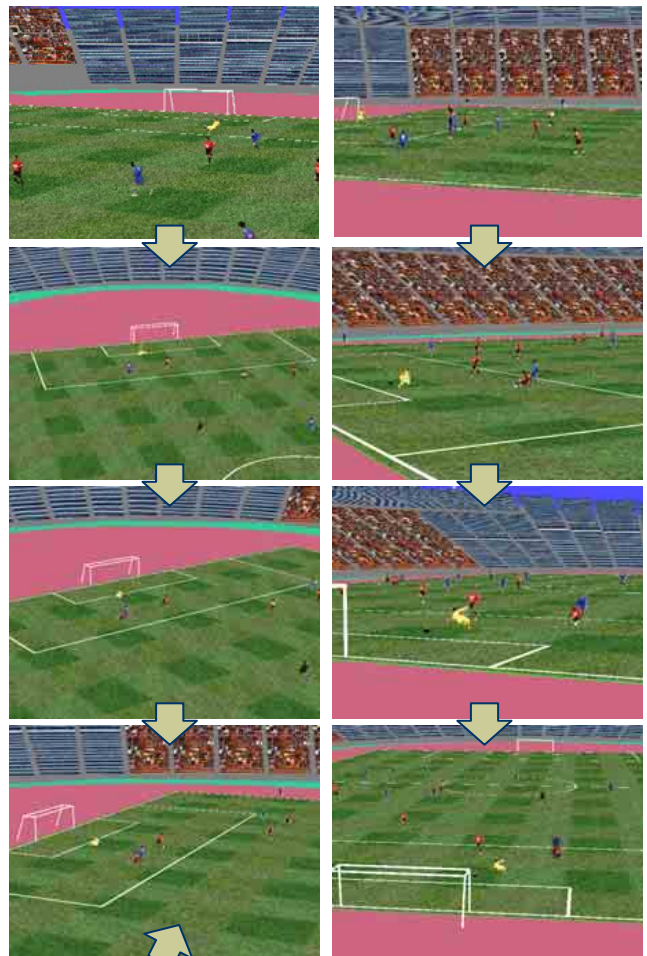


図5: 生成自由視点の一例

謝辞

スポーツにおける自由視点映像について常に貴重なアドバイスを頂いている国立スポーツ科学センター吉川文人氏に深謝する。

参考文献

[1] Y. Kameda, T. Koyama, Y. Mukaigawa, F. Yoshikawa, Y. Ohta, "Free Viewpoint Browsing of Live Soccer Games," ICME2004.  
 [2] 古山, 向川, 亀田, 大田, "サッカーの自由視点映像のネットワークを用いたライブ配信", I-054, FIT2004.