

人物ビルボード法を用いた屋外環境における AR/MR の実現

○ 北原 格†, 亀田能成†, 大田友一†

○ Itaru KITAHARA † Yoshinari KAMEDA † and Yuichi OHTA †

†: 筑波大学 大学院システム情報工学研究科 知能機能システム専攻

{kitahara, kameda, ohta}@image.iit.tsukuba.ac.jp

大規模な動的シーンの実時間モデリングを目的に開発した“人物ビルボード法”について述べ、そのアプリケーションとして、自由視点サッカー中継、シースルービジョン（屋外型複合現実感）、NaviView（自動車運転者支援）といった、屋外環境における複合現実感（MR: Mixed Reality）に関する研究事例を紹介する．
<キーワード> 複合現実感, 屋外環境, モデリング, 人物ビルボード

1. 人物ビルボード法

3次元物体のモデル生成は、自由視点や複合現実感の基盤研究テーマの一つである．従来の自由視点映像生成に関する研究では、3次元ポリゴンやボクセルのような、3次元的なボリュームを表現するモデルを用いて、被写体の3次元形状を復元している[1][2]．しかし、撮影領域が大規模で、複数の被写体が存在する屋外環境への適用を考えた場合、処理コストやデータ量の多さが問題となる．特に、時間的整合性の実現のために実時間処理が必要な複合現実感では、処理の高速化は、重要な研究課題である．

我々は、屋外環境に存在する複数の被写体を高速にモデル化する手法として、図1に示す“人物ビルボード”を提案している．モデル化を行う被写体の3次元位置を検出し、そこに人物とほぼ同じ大きさの平面（人物ビルボード）を直立状に設置する．シーンを撮影した画像から、背景差分法などの領域分割を用いて被写体領域のみを抽出し、テクスチャとして人物ビルボードに貼り付けることにより、実写映像と同等の品質の見え方を再現する．観察者の視点が移動した場合は、図2に示すように、人物ビルボードの法線が観察者の方を向くよう回転させることにより、様々な方向からの観察を実現する．さらに、複数の方向から取り囲んだ状態で被写体を撮影している場合は、観察者視点位置に合わせて、貼りつける画像を適宜

変更することにより、様々な視点から被写体を観察した自由視点映像を生成提示することができる．

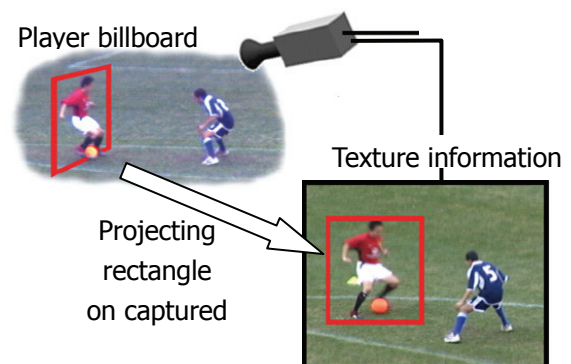


図 1: 人物ビルボード法を用いたサッカー選手の3次元モデル生成. サッカー選手が立っている位置にビルボードを配置し、実写映像をテクスチャとして貼りつける.

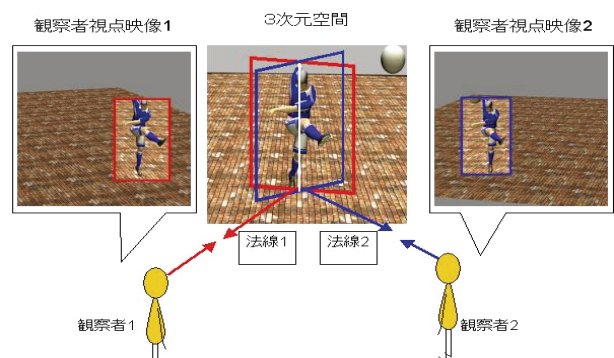


図 2: 人物ビルボードの配置.

人物ビルボードは、3次元形状を平面近似するため、3次元的な見え方の変化の再現性の低下と引き換えに、少ないデータ量や計算コストを実現している。そこで、人物ビルボードの3次元的な見え方の表現能力について検証する。図3と図4は、各々、左が3次元ポリゴンモデル、右が人物ビルボードを用いて生成した、同一視点におけるレンダリング結果である。図3のように、近距離から被写体を撮影する場合、腕と胴体の重なり具合など、人物ビルボードと3次元ポリゴンモデルによって生成される自由視点映像の間に3次元的な見え方の差異が認められる。しかし、図4のように遠距離から撮影した場合には、2枚の画像の間の見え方の差異を認めるのは困難である[3]。

このことから、被写体と撮影カメラ間の距離が遠くなる大規模空間では、人物ビルボード法を用いたシーンのモデル化が有効に機能することがわかる。また、Shinらは、ホワイトノイズ、モーションブラー、多視点カメラ間の同期ズレ、キャリブレーション誤差といった映像撮影時に発生するノイズを定量的に変化させながら、人物ビルボード法と視体積交差法によって生成されたモデルによる生成映像の品質評価を行い、人物ビルボードの方が、各種ノイズに対するエラー耐性が高いことを示している[4]。

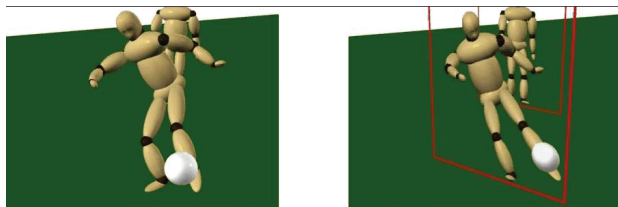


図3：近距離撮影における人物ビルボード法の3次元の見え方の表現性能に関するシミュレーション実験。

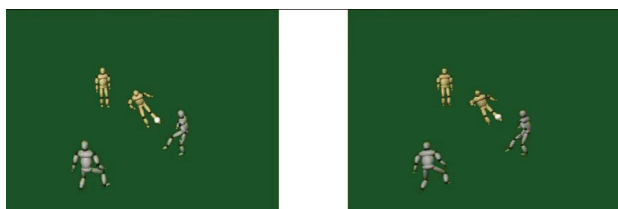


図4：遠距離撮影における人物ビルボード法の3次元の見え方の表現性能に関するシミュレーション実験。

以降では、人物ビルボード法の特長を活用した、我々の研究事例を紹介する。

2. 自由視点サッカー中継

Koyamaらは、図5に示すように、多視点映像の撮影から、被写体の3次元モデル生成・伝送、自由視点映像の生成・提示までを実時間で処理可能な方式を開発し、それをサッカーの試合に適用することにより、自由視点サッカー中継を実現している[5]。

比較的高所から撮影対象空間を俯瞰的に撮影した映像を用いて、選手の3次元位置を推定する。多視点カメラでは、その情報を参照しながら選手領域のテクスチャを獲得する。選手の3次元位置とテクスチャから人物ビルボード法を用いて、選手のモデル生成し、全ての選手を束ねたデータセットを構築する。観察者が仮想カメラの位置・姿勢を操作すると、その情報が3次元モデルサーバに送信される。3次元モデルサーバでは、受信した仮想カメラの位置・姿勢に適した選手の人物ビルボードデータを自由視点映像生成・提示を行う計算機に配信する。

図6に、生成した自由視点映像の一例を示す。人物ビルボード法の特徴である、少ないデータ量と計算コストにより、一般家庭に普及しているインターネット回線で実時間配信が可能であり、一般的なパソコンの計算性能でも、3次元物体のモデリング、および、自由視点映像のレンダリングの実時間実行が可能となる。

糟谷らは、安定に選手位置を推定する手法を提案し、その選手軌跡情報を用いて、選手視点からサッカーシーンを観察した映像の生成している。現実のカメラでは入り込めないエリアからの、臨場感の高い映像生成が実現されている[6]。

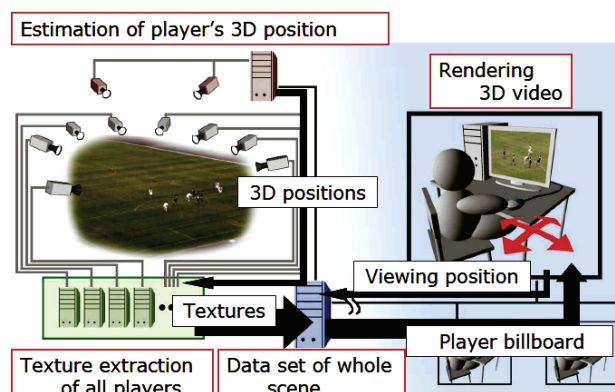


図5：自由視点サッカースタジアム[5]。



図 6：自由視点映像スタジアムの提示映像例

3. シースルービジョン

シースルービジョンは、MR 提示を用いた、屋外環境における歩行者視覚支援方式である。図 7 に示すように、ユーザからは死角となる建物裏側に存在する物体を、MR 技術を用いて可視化することにより、危険回避を促すことが可能となる[7]。



図 7：シースルービジョン．手前の建物の死角になっている領域を観察することができる。

図 8 に示すように、死角領域に存在する物体をシースルー表示するためには、対象となる物体の 3 次元モデルを生成し、ユーザ視点からの見え方を生成する必要がある。そこで我々は、死角領域を撮影している監視カメラ映像に人物ビルボード法を適用し、物体の 3 次元モデルを生成する。時間的整合性の実現のため実時間処理が求められる複合現実感、高速なモデル生成が可能な人物ビルボード法との相性が良い。

通常の監視カメラは、なるべく少ない台数でなるべく広いエリアを撮影するため、自由視点映像生成における撮影とは異なり、撮影領域が重複することは稀である。一方、本システムで撮影対象

となるのは、人物や車両など、地面上を移動する物が多い。そこで、図 9 に示すように、モデル化する物体は地面上に存在していると仮定し、レンズ中心と注目物体の下端点を通る直線と地面との交点を、注目物体が立っている位置と推定し、そこに注目物体と同じ大きさのビルボードを設置する。このように、最少一台のカメラで撮影されていれば、3 次元モデルを生成可能であることも、人物ビルボード法の特長である。

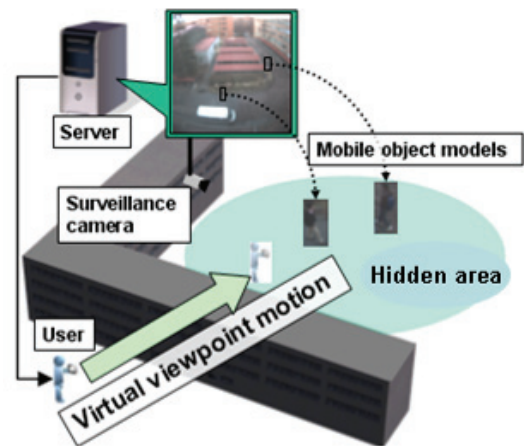


図 8：人物ビルボード法を用いた死角領域の 3 次元モデル生成

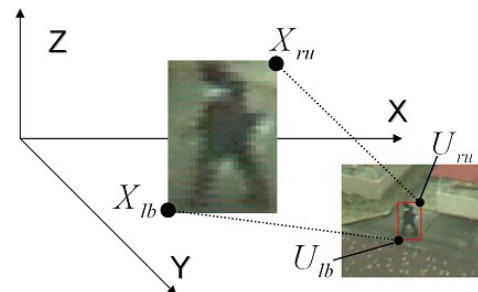


図 9：単眼映像からの人物ビルボードの生成

4. NaviView

我々は、道路監視カメラ映像を利用して、運転者の視覚支援を目的とした研究に取り組んでいる。市原らは、図 10、11 に示すように、高速道路脇に設置した道路監視カメラの映像から抽出した走行車両領域に、人物ビルボード法を適用し、高速道路の 3 次元モデルを実時間で生成する。そのモデルを用いて、走行車両を後部上方から俯瞰した見え方を再現・提示することにより、自車両の周辺状況の目視を可能とする“NaviView”を開発している[8][9]。前方で事故が発生しているなどのトラブルを前もって把握できるため、追突事故の防止などに効果が期待される。

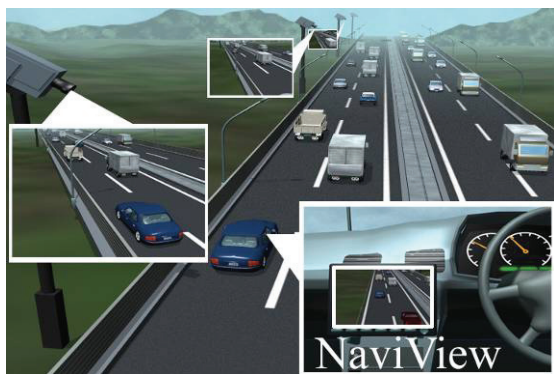


図 10 : NaviView. 高速道路監視カメラを用いた運転者の視覚支援システム[8][9]

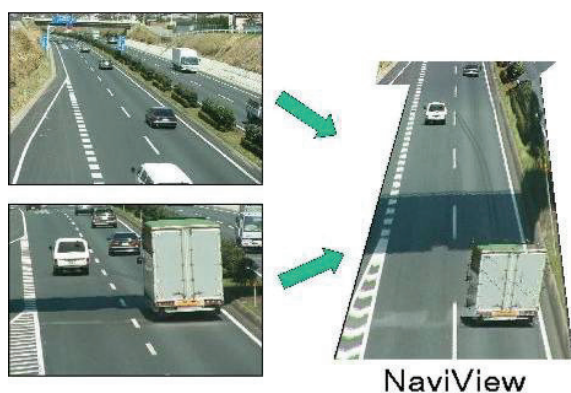


図 11 : NaviView による提示映像の一例. ビルボード法を用いて走行車両をモデル化している.

5. まとめ

大規模な屋外動的シーンの実時間モデリングを目的に開発した“人物ビルボード法”を照会した。その特長を活かしたアプリケーションとして、自由視点サッカー中継、シースルービジョン（屋外型複合現実感）、NaviView（自動車運転者支援）に関する研究事例について述べた。ビルボードに貼りつけるテクスチャ情報の高精細化、背景領域との光学的整合性、状況に応じた近似形状の変形に関する検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] T. Kanade, P. Rander, and P. J. Narayanan, “Virtualized Reality: Constructing Virtual Worlds from Real Scenes,” IEEE Multimedia, Vol. 4, No. 1, pp.34-47, 1997
- [2] W. Matusik, C. Buehler, R. Rasker, S. J. Gortler, and L. McMillan, “Image-Based Visual Hulls,” ACM SIGGRAPH 2000, pp.369-374, 2000
- [3] Y. Ohta, I. Kitahara, Y. Kameda, H. Ishikawa and T. Koyama, “A Perceptually Correct 3D Model for Live 3D TV”, 3DTV-Conference 2007 , 2007
- [4] T. Shin, N. Kasuya, I. Kitahara, Y. Kameda, and Y. Ohta, “A Comparison Between Two 3D Free-Viewpoint Generation Methods - Player-Billboard and 3D Reconstruction-”, 3DTV Conference 2010, 2010
- [5] 糟谷望, 北原格, 亀田能成, 大田友一, “サッカーシーンにおける選手視点映像提示のためのリアルタイム選手軌跡獲得手法”, 画像電子学会誌, Vol.38, No.4, pp.395-403, 2009
- [6] T. Koyama, I. Kitahara, and Y. Ohta, “Live Mixed-Reality 3D Video in Soccer Stadium,” Proc. Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2003), pp.178-187, 2003.
- [7] Y. Kameda, T. Takemasa and Y. Ohta, Outdoor See-Through Vision Utilizing Surveillance Cameras, IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR04), pp.151-160, 2004
- [8] 市原栄太郎, 高尾広行, 大田友一, “NaviView: 仮想車載カメラ映像による運転者の視覚支援”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.10, pp.1816-1825, 1999
- [9] E. Ichihara, H. Takao and Y. Ohta, “NaviView: Bird's-Eye View for Highway Drivers Using Roadside Cameras”, IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, Vol.2, pp.559-565, 1999