

# スポーツ放送のための多視点カメラシステムの応用 Utilizing Multiple Viewpoint Camera Systems for Sports Broadcasting

斎藤 英雄<sup>†</sup>  
Hideo Saito<sup>†</sup>

林 邦彦<sup>†</sup>  
Kunihiko Hayashi<sup>†</sup>

植松 裕子<sup>†</sup>  
Yuko Uematsu<sup>†</sup>

† 慶應義塾大学大学院 理工学研究科  
† Graduate School of Science and Technology, Keio University

川本 哲也<sup>‡</sup>  
Tetsuya Kawamoto<sup>‡</sup>

窪川直毅<sup>\*</sup>  
Naoki Kubokawa

藤原徹<sup>\*</sup>  
Toru Fujiwara

‡ 中京テレビ放送  
‡ Chukyo Television Broadcasting Co., Ltd.

\* 日本テレビ放送網  
\* Nippon Television Network Corporation

## 1. まえがき

発表者の一人である慶大の斎藤の研究室では、2000年ごろから、サッカー等のスポーツシーンを対象として撮影した多視点画像から、多視点カメラ間の射影幾何学的関係やシーンの平面性を利用して、キャリブレーションを事前に行わないで撮影された多視点画像から、自由視点画像を生成するための手法について研究を進めている。本報告では、その技術を実際のスポーツ中継放送等で利用するための事例について紹介する。さらに、オンラインでカメラをトラッキングすることにより新たな映像提示が可能となる複合現実表示技術を、多視点カメラシステムで撮影されたスポーツ映像の提示に応用することを目指したシステムについても紹介する。

## 2. 自由視点生成

90年代から、多視点カメラシステムからの対象シーンの3次元復元を行い、復元された3次元形状情報を元に新しい視点の画像を自由に生成して新しい映像効果を与えようといった研究開発が盛んに行われるようになってきた。そのさきがけ的存在であるCMUのVirtualized Reality [1]では、提唱者の金出らが、「バスケットボールのゲームをコート上で見よう!」というコンセプトで研究を推進したこともあり、この類の研究の応用分野の一つとして、スポーツの自由視点での観戦があった。それを具体的に実用化したものとして、CBSがCMUと共同で開発したEye Vision[2]がある。これは、同一シーンを取り囲むように並べたカメラを次々に切り替えることによって、カメラがシーン周囲を飛び回るような映像効果を提供して話題になったが、画像生成としては単にカメラの切り替えに過ぎなかった。

筆者らのグループでは、同様な映像効果を、Eye Visionで使われたような数(約30台)のカメラに頼らず、少数のカメラ映像の視点内挿によって実現しようとする研究[3]を行ってきた。この手法では、入力されたカメラ映像だけからは、対象シーンの3次元形状を復元することを最初から諦めるが、事前知識として、グラウンドが平面であるとか、

選手はグラウンド上に存在している(空を飛ばない)、といったような事前知識を利用して、単にスタジアムに未校正の状態を設置して撮影した多視点画像からでも、それらの中間視点での画像を合成できることを示してきた。

また、サッカーの選手は全てがボールを見ている、という前提に基づいて、サッカー選手の視点からの映像を合成することも試みた。

一方、中京テレビの川本のグループでは、比較的安価なカメラを複数台組み合わせ、さまざまなスポーツを多視点撮影し、それを切り替えることにより生成した映像を実際の放送で使用するのを数年前から始め、ビーチバレーやゴルフ中継などで実際に使う研究開発を行ってきた[4]。

このような背景のもと、2006年ごろから、本稿の筆者らは共同で、慶大で行ってきた多視点画像からのサッカーシーンの中間視点画像生成手法を、実際のスポーツ中継番組で使うことを目指し、システム開発を行ってきた[5]。ここで実用を意識して行ったことは、下記のような点である。

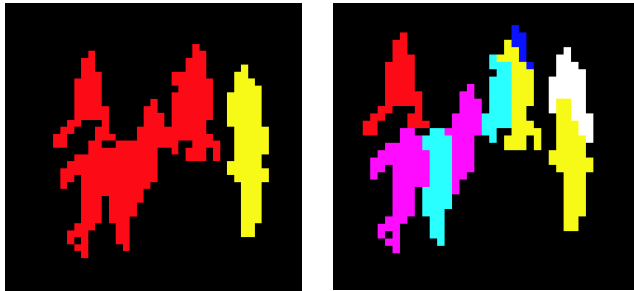
- ・ 無理に完全自動化にはこだわらない。それを追求するあまり、肝心の画質が損なわれてはダメ。
- ・ 人による手作業も、無理に排除しない。最終的には人が見て評価するものであるから、人の手作業が介在することは止むを得ない。
- ・ そのかわり、画質や速度の面で、実際の放送のために真の意味で利用可能なシステムを目標にする。

これらを意識して、我々は、まず、本当に放送中継に上記の中間視点映像生成が利用できるのか、ということを確認するための実験を行った。稲本らの研究[3]では、各選手領域が正確に切り出され、さらに異なるカメラ間で同一選手が完全に対応付けられることが前提になっている。しかし、実際の映像では、選手同士のオクルージョンが頻発し、そのような時には、この前提が成り立たなくなり、生成される中間視点映像は放送にはとても耐えられないレベルのものになってしまうという問題があった。

このような状況においても選手の境界領域の検出を行える手法は色々存在しているが、本実証実験では、敢えて自動処理を避け、確実に手入力で全フレームに対して選手境

界領域を指定可能なインターフェースを自作し、手入力でも確実に上記の前提を保証できる状態で、どの程度の画質の中間視点画像が合成可能なのかを検証してきた。

その結果、図1に示すように、選手が密集している場合においても、非常に良好な画質の中間視点映像が生成できることが実験で確認できた。



(a) 自動処理[3]による不正確な選手領域の切り出し (b) 手動により切り出された[5] 正確な選手領域



(c) (a)による中間視点画像 (d) (b)による中間視点画像

図1：選手境界領域の正確な切り出し(b)により生成した中間視点画像(d)と、自動処理による不正確な切り出し(a)に基づいて生成した中間視点画像(c)の比較。選手の重なりにより(a)では大きく画質が劣化していることがわかる。

### 3. AR技術によるスポーツ観戦

一方、AR(拡張現実感)・MR(複合現実感)のためのカメラのトラッキング技術を利用したスポーツ映像提示技術を応用する試みも行っている。

斎藤らの研究室では、実際に人が居ないスタジアムやテーブル上のスタジアム模型の上に、CGキャラクターや実際のサッカーシーンに対して前章で紹介した技術により生成した自由視点画像を重畳表示し、あたかもそこで試合が行われているかのような提示を行う研究を進めてきた。この研究における技術的なポイントは、カメラが視野に比べて大きな範囲を広く移動するため、一般的にARのために広く用いられている正方形のマーカ―などを利用したとしても、それを広範囲なエリアに設置しなければならない点であった。

植松らの研究では、マーカ―を広く分散させて配置させた場合において、マーカ―相互の幾何学的位置関係が未知であっても、視野に入ってくるマーカ―を基準にして、広範囲なエリアでカメラトラッキングを可能とする手法を提案した[6]。スポーツのAR表示では、試合に登場する選手(キャラクター)に近いカメラ視点や、全体を俯瞰するカメ

ラ視点など、カメラの向きや位置を広く動かした場合に一つだけのマーカ―を常に視野に捉えることは不可能になる。しかし、この手法では、図2に示すように、野球のベース(図では白地で隠している)や、ファールグラウンドなどの様々な位置にマーカ―を適当な位置にマニュアルで置くことにより、広範囲なカメラ移動でも試合の様子をAR表示することができている。

今後は、この技術を実際の放送番組制作に利用するための方法について検討していく予定である。



(a) 選手(キャラクター)視点 (b) 全体を俯瞰する視点

図2：複数のマーカ―のランダム配置によるAR野球観戦システム。選手を表すキャラクターが現実の野球場を動き回る試合を任意視点から観察可能である。

### 4. まとめ

スポーツ放送のために多視点カメラシステムを実際に利用するために筆者らのグループが行っている試みについて紹介した。この試みを本当の意味で実用化するためには、放送番組制作の立場からの要求に対して、コンピュータビジョン、映像解析処理の技術を適切に利用する方法を見出すことが極めて重要であり、今後も引き続き研究を続けていきたいと考えている。

### 参考文献

- [1] T.Kanade,P.J.Narayanan,P.W.Rander: "Virtualized reality: concepts and early results," Proc. of IEEE Workshop on Representation of Visual Scenes, pp.69-76(August.1995)
- [2] <http://www.ri.cmu.edu/events/sb35/tksuperbowl.html>
- [3] N.Inamoto and H.Saito: "Intermediate View Generation of Soccer Scene from Multiple Views," ICPR2002, Vol.2, pp.713-716(August.2002).
- [4] 川本哲也: "マルチアングルカメラシステム," 映像情報メディア学会誌, Vol.60, No.12, pp.1893-1896 (December.2006)
- [5] 林邦彦,川本哲也,窪川直毅,藤原徹,稲本奈穂,斎藤英雄: "サッカー中継放送のための中間視点映像生成システム," 第3回デジタルコンテンツシンポジウム (June 2007)
- [6] Yuko Uematsu, Hideo Saito: "AR Baseball Presentation System with Integrating Multiple Planar Markers," ICAT2006, LNCS4282, pp.163-174 (December 2006).