

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
研究期間：2007 ～ 2009
課題番号：19500168
研究課題名 (和文) 多視点スポーツ映像からの印象的コンテンツ生成に関する研究
研究課題名 (英文) A Research on Impressive Content Generation Using Multiple Viewed Sport Scene.
研究代表者
大城 英裕 (Hidehiro Ohki)
大分大学・工学部・助教
研究者番号 80194991

研究成果の概要 (和文)：映像からのスポーツ競技の印象的な映像コンテンツ生成のために、(1) 選手のシルエット抽出のための、背景情報の蓄積ならびに更新を必要としない多視点背景差分法、(2) 選手のオクルージョンに頑強な多視点選手位置推定法、(3) 印象的コンテンツ生成のためのデータアニメーティング法を提案し、実験にて個々の方式の有効性を確認した。

研究成果の概要 (英文)：To generate a impressive content from sport game movie, we proposed three new methods as follows: (i) a multiple view background subtraction for extraction of player silhouette without storing and updating background information, (ii) a robust multiple view player position estimation for occlusion and (iii) a data animating for impressive content generation. The validity of each method was confirmed in the experiments.

交付決定額

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：コンピュータビジョン

1 研究開始当初の背景

個々の人々が障壁なくネットワークでシームレスに結ばれ、様々な情報を容易にかつセキュアに共有

可能なユビキタス社会が求められている。このようなユビキタス社会では、それぞれの個性が尊重され、人に優しく、利用者の立場にたったコンテンツ自動

生成技術が必要となる。本研究課題では、高速化、高解像度化が両立されたビジュアルクラスタシステムを用いて、スポーツ競技の一連のシーンを半自動的にメタデータ化し、利用者の好みに応じた印象的な高画質映像を高速に合成する。実際のスポーツ競技の補間表現の可能性を調査し、印象的な映像二次コンテンツがどこでも手に入るユビキタス社会の要請に対応する。

近年、マルチカメラシステムを用いてスポーツ競技の映像を解析し、メタデータ化して、新たな映像二次コンテンツとして再利用する研究開発が活発に進められている。しかし、様々なアプローチがあるにもかかわらず、任意に特定選手の動きやチーム全体の動きをメタデータ化し、分かりやすく再現する要求を満たせていない。それは、(1) 画像処理精度の問題、(2) 映像コンテンツの質の問題、(3) 高速化の問題が挙げられる。

(1) 画像処理精度の問題

従来システムの多くは、映像から被写体を取り出すシルエット抽出には単体カメラ映像からの背景差分法を基本的に利用している。背景差分法とは被写体が撮影された映像から背景を差し引いて被写体を抽出する方法であるが、この背景差分法の精度がシステムの性能に大きく影響する。背景の決定、急激な明るさ変動、被写体の陰の写り込みが、常に直面する課題であり、単体カメラ映像のみを用いた背景差分方式の改善は既に限界に達しており、画像処理の精度は頭打ちの状態である。

また、映像中の被写体を追跡する方法においても、他の物体に被写体が隠れた場合、単視点映像では限界がある。僅かに観測された被写体特徴から追跡を試みる研究成果も存在するが、被写体全体が隠れた場合、移動量に基づいた予測手法以外には追跡が困難となる。

(2) 映像コンテンツの質の問題

生成される映像二次コンテンツにおいては、その表現の質、すなわち、映像の解像度の問題とコンテンツそのものの表現の問題がある。

解像度の問題では、例えば、マルチカメラシステムを用いて、見たい方向に最も近いカメラを選択し、カメラ映像中の被写体の見え方を見たい方向からの

映像に変形することで、実写をそのまま自由視点化することができる。しかし、カメラアングルと見たい方向が極端に違う場合や被写体を拡大しなければならない場合は、無視できない画像歪みや画質低下が生じてしまい、カメラ配置や近景での画像品質に関して課題を残している。

コンテンツ表現の問題とは、すなわち、コンテンツのストーリー構成ならびに対象をどのように配置して表示させるかというスクリーン構成の問題からなる。動作情報、プレー種別等のメタデータをどのように抽出し、いかなる観点で整理し、表現して利用者に提示するかの課題である。利用者の用途に応じたメタデータの定義、メタデータ生成法、ならびに活用方法の検討が必要となってくる。

(3) 映像処理の高速化の問題

画質向上のため映像の解像度を増やせば処理すべき映像データは大きくなっていく。つまり、画質を追求すると画像処理の負担が大きくなっていく。従来のクラスタ型画像処理システムをさらに発展させ、低解像度映像と高解像度映像を連携させた処理が必要となる。

2 研究の目的

(1) 多視点背景差分法の確立

単視点映像上の背景のある点は、他視点映像の背景のある点に対応する。背景以外の物体がカメラと背景の間に存在した場合、この対応関係が破綻する。この性質を利用して個々の視点での背景差分法を考える。扱う背景画素の時差がないため、時間的輝度変化に対して頑強な背景差分方式が実現可能と考えている。

(2) 多視点トラッキング手法の確立

スポーツ映像における選手は、重力が存在する限りほとんど競技フィールド上に存在するという制約を受ける。競技フィールドを平面と考え、被写体の足下位置はその平面上の点(接地点)となる。この点を中心に各カメラの物体追跡領域の対応付けを考えることによって被写体が高視点から隠れた場合も他視点と連携して追跡を行う多視点トラッキング

が実現される。これにより、被写体の位置情報の推定精度も向上すると考えている。

(3) 競技映像アニメーティング手法の検討

(3) によって得られたメタデータから、映像修辭法を使ってアニメーションと実写を混在可能な印象的な映像コンテンツ生成を行う。(a) アニメーション生成のみの場合に加えて、(b) アニメーションと実写を混合させた場合、(c) 実写を中心にアニメーションを補足的に使う場合の3種類に分け、それぞれの映像修辭法について検討を行い、映像とアニメーションの密な連携のもとでのコンテンツ表現方法を検討する。

3 研究の方法

(1) 多視点背景差分法

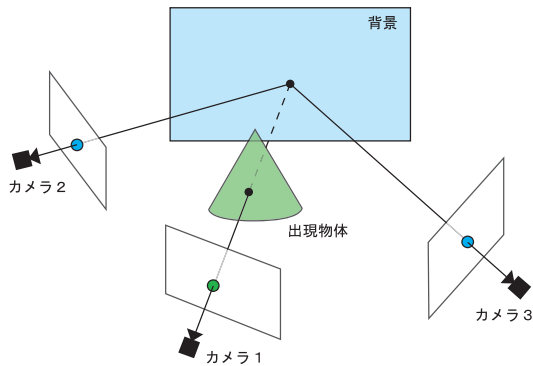


図 3-(1)-1 : 多視点カメラと背景差分法

本手法は、単純背景差分法のようにあらかじめ撮影しておいた像と観測画像の間で差分を行うのではなく、多視点カメラを用いる視点で同時刻に撮影した複数の観測画像(多視点観測画像間で背景差分を行う手法である。ここで、多視点カメラは、全カメラであることを前提とし、この手法は次の概念に基づくものとする。図1に、その概念図を示す。

図3-(1)-1に示すように、カメラ1の視点画像では出現物体によるオクルージョンによって投影されない背景領域でも、視点の異なる他のカメラの視点画像には投影されている。これは、カメラ2やカメラ3においても同様のことが言える。つまり、背景上の同じ点を投影した各点において、例えばカメラ1の視点画像上の点の画素値が他の視点画像上の点の画素値と大きく異なれば、その点は出現物体領

域の点であると判断できると考える。この概念に基づく手法は、最低でも3つの視点を必要とし、各カメラで出現物体によるオクルージョンによって投影されない背景領域が重ならないような視点に設定することが望ましい。また、各カメラの視点画像間で背景における点の対応を求めることが必要である。

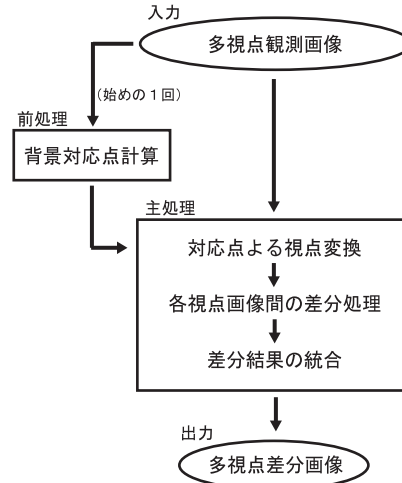


図 3-(1)-2 : 多視点カメラと背景差分法

本多視点背景差分法の概要を図3-(1)-2に示す。この手法の処理は、前処理と主処理の2段階で構成されている。前処理では、各視点観測画像の間で背景中の点の対応を求める。この処理は、最初に一度行うだけで良く、観測画像を撮影する度に行う必要はない。主処理では、まず、前処理で求めた対応点を用いて全ての観測画像を同一視点の画像に変換する。そして、各画像間で差分を行い、その結果を統合することで多視点観測画像から差分画像(多視点差分画像)を生成する。この差分画像が出現物体の抽出結果である。

(2) 多視点選手位置推定法

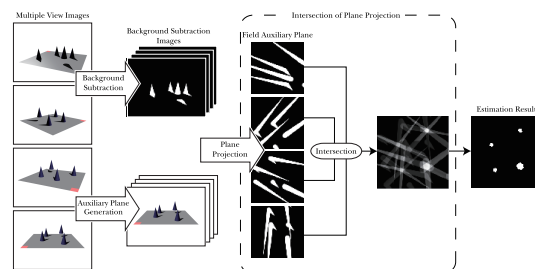


図 3-(2)-1 : フィールド補助平面を用いた位置推定法

単視点切替映像を対象とする方法では、放送映像や既存の蓄積映像を実験対象とでき、実際に多視点

カメラ設置が必要な多視点映像の撮影と比べて比較的容易に検証が行える。しかし、ほとんどが競技者や競技道具を中心とした画面構成のため、競技全体、全選手の位置データの取得といった目的には不向きで、カメラ切替検出や映像パターン抽出に基づいたシーン理解などに限られる。

また、選手が障害物や他の選手に隠れてしまうオクルージョンの問題が頻繁に発生する。オクルージョンが長時間続いた場合は、画像中の選手追跡が行えず、多数カメラの映像を用いた場合に比べて移動情報の推定不可能に陥りやすい。

単視点映像でも、フィールドの真上に全体を俯瞰するようなカメラ配置にすることで、オクルージョンが発生しにくいアングルでの撮影が可能である。しかし、実際の競技場では、カメラを真上に設置できる天井や梁がない場合が多い。また、競技施設や大会運営委員会から、選手頭上へのカメラ設置が許可されない場合も多々ある。従って、撮影のほとんどは、試合会場を斜め上から撮影できる観客スタンド付近のカメラブースから実施するのが常である。

一方、多数カメラで撮影された多視点映像を用いる場合、撮影コストは大きくなるものの、ある視点映像でオクルージョンが発生した場合でも、他の視点映像から情報を取得することで、単視点の場合よりも頑強な選手位置・動線の取得が期待できる。そこで、本研究では、複数のカメラによって異なる角度や位置から撮影した、多視点映像を用いた選手移動情報の取得を目指した。

本方式では、上記の問題を解決するために、多視点選手位置推定のための消失点を用いたフィールド補助平面生成法を提案する。フィールド面より高い位置の仮想平面、すなわち、選手の胴体を横切るフィールド補助平面に対して多視点投影を行い、交差領域を得ることで、選手位置の推定を行う。このとき、フィールド補助平面は、消失点を用いて生成する。

フィールド補助平面は、フィールド面から上方向に持ち上げた平行平面である。これは、フィールド面上で求める交差領域のアプローチで問題となる、影や床反射で生じるフィールド面での交差領域のノイズを避けるために設けられた補助平面である。また、フィールド補助平面の高さを選手の腹部付近に設定するので、選手の走る・跳ぶといった動作でもフィールド補助平面が選手を通過し、位置推定が行

える。

従来手法の課題に対する提案手法の有効性を検証するために実験を行った。バスケットボールの試合の多視点映像を用いて、従来手法と提案手法の両手法で選手位置推定を行い、その結果について比較した。図 3-(2)-1 に方式の流れを示す。

(3) 印象的コンテンツ生成法

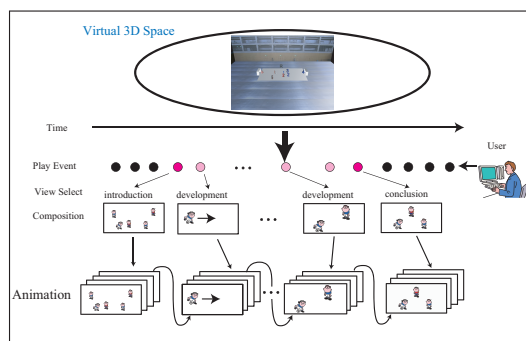


図 3-(3)-1 : Sport Data Animating の概要

スポーツ選手の移動データを対象とする、起承結ストーリー構成に基づいた印象的な 3DCG アニメーションの自動生成 (*Sport Data Animating*) 方法を提案した。起と結のプレーイベントをユーザが選択することで、それに応じた承のプレーイベントを抽出し、起承結ストーリー構成に対応した画面構成を用いてアニメーション映像を生成する。サッカー競技に関する移動データ、ならびにプレーデータに対して、コートの中を複雑に移動する複数の選手のアニメーション生成のための適切なカメラワークの自動生成を行い、本方式の有効性を検証する。

4 研究成果

(1) 多視点背景差分法

照明変化や出現物体の影が含まれる環境下で撮影されたシーンに対して、単純背景差分法と多視点背景差分法 (3 視点) の適用実験を行った。実験には、3 台の固定カメラで撮影された映像を使用した。実験環境を図 4-(1)-1 の (a)~(c) に示す。この図に示すようにカメラを配置し、照明変化を与えたシーンを撮影した。このシーンに対し、メインカメラにカメラ 1(図 4-(1)-1 の (a)) を選択して実験を行った。まず、観測画像を 3 つの平面に分割し、各平面との対応関係である、6 個の Homography 行列を計算し

た。それらの Homography 行列を用いて背景の対応点を求め、求めた対応点をもとに観測画像を変換した(図 4-(1)-1 の (d),(e))。この変換により、全ての観測画像を同一視点(カメラ 1 視点)の画像にすることができている。

次に、多視点背景差分法を適用した実験結果を示す。多視点カメラを用いて同時刻に撮影された観測画像(図 4-(1)-1 の (a)~(c))から差分画像(図 4-(1)-1 の (f))が、生成されている。床面のようなどのカメラからも見えない領域以外は、背景差分が行えた。

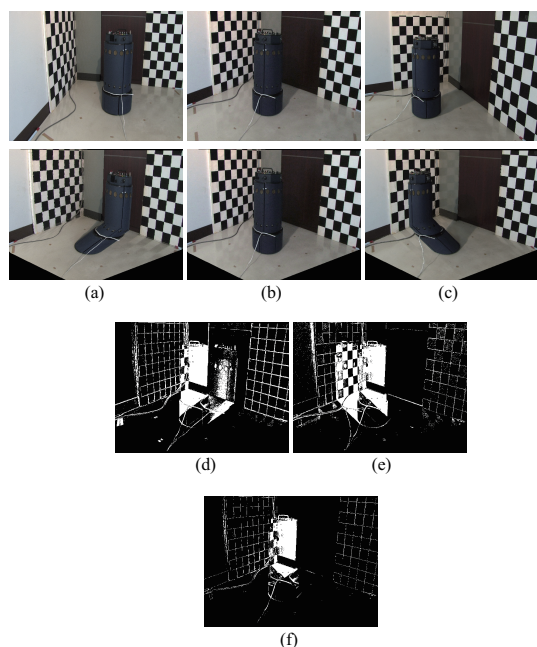


図 4-(1)-1 : 多視点カメラと背景差分法

(2) 多視点選手位置推定法

大分県別府市べっぶアリーナにおいて、バスケットボール部現役によるバスケットボールの試合を5台のカメラで収録した。この映像を用いて、従来手法の課題に対する提案手法の有効性を検証するために実験を行った。フィールド補助平面は選手の腹部付近、地上より 1.4m に設定した。

本実験の結果を図 4-(2)-1 に示す。図 4-(2)-1 の (a) では、フィールド上の影・光の反射の影響を受け、従来手法は複数の選手の位置が1つの塊になっているのに対し、提案手法はそれぞれの選手ごとに分かれた交差領域の生成ができている。図 4-(2)-1 の (b) では、選手がフィールドから離れたため、従来手法では位置が消失してしまっているのに対し、提案手法では交差領域の生成ができている。

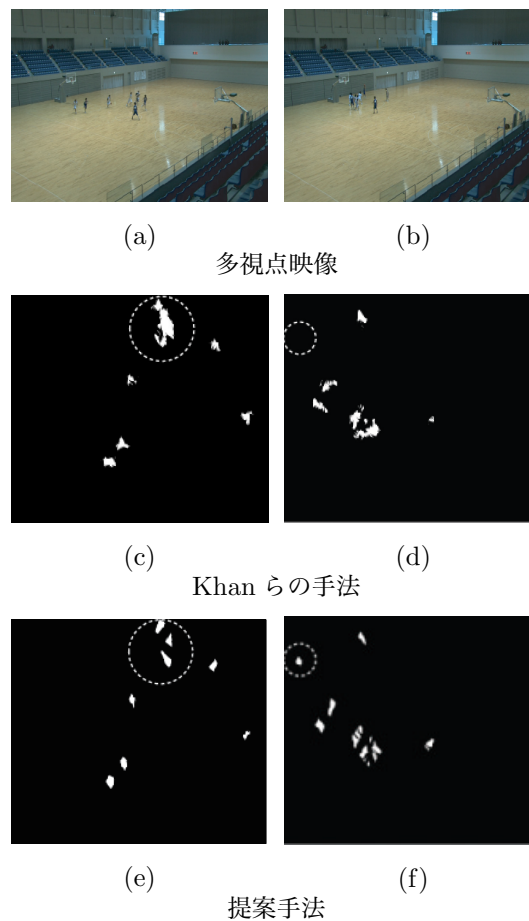


図 4-(2)-1 : 多視点選手位置推定法の実験結果

(3) 印象的コンテンツ生成法

大分県別府市 b-con plaza (ビーコンプラザ) コンベンションホールにおいて、大分大学サッカー部現役、OB 混合チームによるサッカーのミニゲームを収録した。この映像から画像処理支援による選手位置情報、プレイイベント情報の抽出を行っている。本実験では、起・承・結のカメラパラメータを推定する GUI を Java Applet で作成し、実験に用いた。この GUI の入力データは、サッカー映像から得られた選手位置情報とプレイイベント情報、ユーザーが選択した初めと終わりのプレイイベント情報である。出力は、Maya のスクリプト言語である MEL で記述されたカメラパラメータである。また、MEL で出力されたカメラパラメータ(表 4-(3)-1)を Maya に取り込み、アニメーションの生成を行った。図 4-(3)-1 に本システムのアニメーション生成例を示す。

表 4-(3)-1：生成カメラパラメタ

ショット	フレーム番号	カメラ位置			カメラ回転	
		x	y	z	x	y
起	96	0	20	40	-25	0
承	219	12	1.7	21	0	36
承	251	1	1.7	25	0	0
承	330	3	1.7	25	0	0
承	429	14	1.7	6	0	65
承	474	-14	1.7	10	0	-56
承	556	2	1.7	19	0	-13
結	577	4	1.7	8	0	0

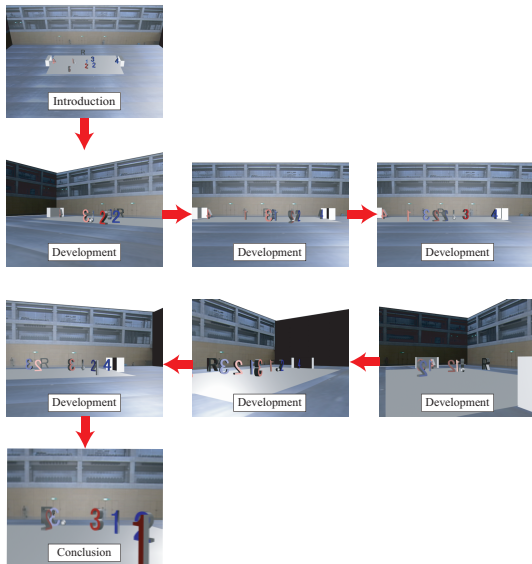


図 4-(3)-1：生成アニメーション例

5 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[査読論文] (計 3 件)

- (1) Hidehiro Ohki, Seiki Inoue, Yoneharu Fujita, Naomichi Sueda, Digital Scorebook: Football Logging and Visualization Using Image Processing Support, Proceedings of International Symposium on Optomechatronic Technologies(ISOT2007), 査読有, 2007, 6718-OP8-3
- (2) Hidehiro Ohki, Youhei Hasama, Keiji Gyohnten, Seiki Inoue and Naomichi Sueda, Vanishing Point Based Field Auxiliary Plane Generation for Multiple View Player Position Estimation, Proceedings of 15th Japan-Korea Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, 査読有, 2008, pp.12-17

- (3) Hidehiro Ohki, Moriyuki Shirazawa, Keiji Gyohnten, Naomichi Sueda, Seiki Inoue, Sport Data Animating -An Automatic Animation Generator from Real Soccer Data-, Proceedings of the third international conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, 査読有, 2008, D-34-3

[学会発表] (計 3 件)

- (1) 大城英裕, 白澤盛幸, 行天啓二, 末田直道, 選手の移動データを用いた起承結カメラワークからのアニメーション生成, 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム, 2007
- (2) 大城英裕, 挾間洋平, 行天啓二, 井上誠喜, 末田直道, 多視点選手位置推定のための消失点を利用したフィールド補助平面生成法, 電気情報通信学会技術研究報告 [パターン認識・メディア理解], 2008
- (3) 大城英裕, 二宮大樹, 行天啓二, 末田直道, ネットワークインタフェースを用いた画像セグメントに基づく三次元世界の再構成, 平成 21 年 電気学会電子・情報・システム部門大会予稿集, 2009

[図書] (計 0 件)

[産業財産権] (計 0 件)

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

特になし

6 研究組織

(1) 研究代表者

大城 英裕 (OHKI HIDEHIRO)
大分大学・工学部・助教
研究者番号：80194091

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし