

デジタルカメラワークを用いたボールと選手の状況認識に基づく サッカー映像の自動生成

窪田進太郎[†] 有木 康雄^{††} 熊野 雅仁^{†††}

[†] 神戸大学工学部 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 神戸大学工学部 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{†††} 龍谷大学理工学部 〒 520-2194 大津市瀬田大江町横谷 1-5

E-mail: [†]kuvota@me.cs.scitec.kobe-u.ac.jp, ^{††}ariki@kobe-u.ac.jp, ^{†††}kumano@rins.ryukoku.ac.jp

あらまし サッカーの固定映像からデジタルカメラワークを用いて、わかりやすく面白い映像を自動生成する研究を行っている。デジタルカメラワークとは高解像度の映像に対し、ある一部分をクリッピングし、そのフレームサイズと位置を制御することで仮想的にパンやズームを実現する技術である。これまで、パンを中心としたデジタルカメラワークを研究してきたが、今回、選手とボールの動きをルール化し、また、ペナルティキックやフリーキックといったイベントを自動検出することによりズーム機能を実現する手法を研究した。生成された映像を、個人の主観を反映させることができる AHP 法によって比較し、良好な結果を得た。

キーワード デジタルカメラワーク, サッカー, 映像生成, イベント検出, 状況認識, AHP

Automatic Production of Soccer Sports Video by Digital Camera Work Based on Situation Recognition of Ball and Players

Shintaro KUBOTA[†], Yasuo ARIKI^{††}, and Masahito KUMANO^{†††}

[†] Faculty of Engineering, Kobe University Nada, Kobe 657-8501 Japan

^{††} Faculty of Engineering, Kobe University Nada, Kobe 657-8501 Japan

^{†††} Faculty of Science and Technology, Ryukoku University Otsu, 520-2194 Japan

E-mail: [†]kuvota@me.cs.scitec.kobe-u.ac.jp, ^{††}ariki@kobe-u.ac.jp, ^{†††}kumano@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract We are studying about automatic production of soccer sports videos for easy understanding by using digital camera work on camera fixed videos. The digital camera work is a movie technique which uses virtual panning and zooming by clipping frames from hi-resolution images and controlling the frame size and position. We have studied so far digital panning. In this paper, we propose a method of digital zooming by automatically detecting events such as penalty kick and free kick based on player and ball tracking. We compared the proposed technique with a conventional technique by AHP method that can reflect an individual subjectivity.

Key words Digital camera work, Soccer, Video production, Event detection, Situation recognition, AHP method

1. はじめに

近年のデジタル技術の発達により放送インフラが整い、様々な新しいサービスが始まっている。BS, CS, 地上波デジタル放送などの技術により、チャンネル数の増大による放送コンテンツ数の増大、データ通信によるメタ情報付与などが可能になるが、それはすなわち放送局の作業量や、人件費、制作費の増大につながる。コスト面のほかにも、編集者・カメラマンの数の有限性から、無尽蔵にチャンネル数を増やすことは不可能である。この問題を解決できるような映像生成技術が、今求め

られていると考えられる。

これを解決できる映像の種類として、アマチュアのスポーツ映像がある。従来は、チャンネル数の制限や採算の面から放送局が積極的にアマチュアのスポーツ映像を放送していくことはなかったが、チャンネル数の増大と近年のスポーツブームにより需要が高まってきているといえる。自動的に映像の撮影・編集・配信できるシステムがあれば、映像の多様性を上げることが可能になる。

これまでもスポーツ映像に関する研究は多く行われている。映像上に直接軌跡を描いてその動きを検索するシステム [1] や、

スポーツ映像の意味内容を取得するために、番組構造を解析しストーリー分割する手法[2]、映像上の音声と画像・テキストからハイライトを検出しインデキシングする手法[3]など多岐にわたる。しかしこれらの映像はあらかじめプロのカメラマンによって撮影された映像に対して処理を行う手法である。

カメラマンの仕事を自動化するために、カメラそのものを知的ロボットによって動かすという研究[4]も行われている。しかし、試合進行を予測しながら撮影するのに膨大な計算量が必要になることや、予め撮影したデータを先読みして適切な予測をすることができないなど、人間と同程度のシステムを構築するのは難しく[5]、加えて、カメラ自体を動かす場合、いったん撮影した映像に対して変更することも難しい。また、カメラを動かして撮影した映像から選手を追跡する研究[6]も行われているが、正確な検出は難しく演算にも時間がかかるといった問題がある。

これに対し、デジタルカメラワークという技術を用いて映像を自動生成する手法がある[7]。デジタルカメラワークとは、高解像度の固定カメラにより映像を撮影し、各フレームをデジタル処理してクリッピングを行い、擬似的なカメラワークを実現するものである。クリッピングを行うので、解像度はもとの映像よりも下がってしまうが、現状の放送品質がSD(Standard Definition)であるのに対し、固定カメラをSDレベルの六個分に相当するHD(High Definition)で撮影すれば十分な品質を保持することが可能である。本手法ではズームイン・ズームアウト処理を行うため、実際には画質がSDより劣化するが、ハードウェア的には、より高解像度のカメラを使用することで、また、ソフトウェア的には高解像度化の手法を用いることにより、この問題は解決できると考えられる。

デジタルカメラワークが他の手法より優位である点は、最初に撮影した高解像度映像があれば何度でも映像を生成しなおせることである。映像生成のパラメータを変更することによって、特定の嗜好にあわせた映像に変更することも可能である。将来、サーバ型放送が普及し、その端末がデジタルカメラワークによって映像を処理する機能をもっていれば、視聴者ごとの嗜好にあわせた映像を生成することも可能である。また特定の選手だけを追跡するように設定すればサッカー教育用の映像を生成することも可能である。リアルタイムに映像を生成することはできないものの、予め撮影した映像であるために、少し先の状態を解析することができる。サッカーのように突発的なオブジェクトの移動が多発するスポーツなどの場合、カメラワークをリアルタイムで行い映像を生成することは難しいが、デジタルカメラワークを用いた映像の自動生成では可能である。

我々はこれまでに、カメラワークの二つの要素であるパンとズームのうち、パンのみを用いて映像生成を行った[8]。本研究では、ズームも加えることにより、より視聴しやすい映像生成を提案している。ズームを行うためにはボールや選手を追跡するとともに、その結果を用いてスローインやフリーキックなどのイベント検出を行う必要がある。これらに関連する研究として、映像を解析しオブジェクトの検出などからチームの評価を行う

研究[9]や、短時間動作記述と呼ばれるグラフを使いシーンの検索を行う研究[10]、チームスポーツの集団行動の解析を行う研究[11]などが行われている。これらの研究では、選手を抽出し動きを正確に評価する必要[12][13][14][15]がある。これに対して、本研究では個々の選手の動きを正確には追わず、ボールだけを正確に抽出することにより、ボールを中心とした選手の動きを簡易的に解析し、それをルール化することでイベントを検出している。

イベントを認識することにより、映像に対してメタ情報を付与したり、サッカーを理解するために、イベントに関するテキスト情報を付与することが可能になるため、映像の情報を高めることが可能になる。イベントをさらに正確に高速に認識することができれば、イベント情報から実況映像を自動生成することも可能になる。これにより映像の生成・編集までを自動的に行うことができるようになるといえる。

2. 提案手法の概要

本システムで用いる固定映像の撮影にはデジタルハイビジョンカメラを用いる。高解像度の映像を解析し、SD画質の映像を切り出す。ズーム処理がなければそのまま現行の放送で用いられているレベルの画質を保つことが可能である。しかし、本手法ではパンに加えてズームも用いるため、ズームの度合いを高めるとSD画質以下のものをSDにスケーリングする場合が生じ、画質は低下する。しかし、将来的な映像技術の発達により解像度の高いカメラが開発される可能性があること、また、ソフトウェア的にも高解像度化が可能であることから、本研究では画質の低下については扱っていない。

通常のビデオカメラは比率が3:4もしくは9:16となっているが、サッカーコート俯瞰した場合は横長なので、一台で撮影すると映像の上下の大部分が無駄になってしまう。そこでHDカメラ2台と反射板を用いて二つの映像を統合するシステム[16]が提案されており、それを使えばデジタル処理によってパノラマ映像を生成し、現在のカメラの性能を十分発揮することが可能となる。デジタルカメラワークを正確に実現するためには、サッカーコートの全景をとらえることが不可欠だが、そのためには大掛かりな装置が必要となってしまう。本研究では、デジタルカメラワークの有用性を示すことを優先し、コートの半分を撮影した映像を用いている。



図1 デジタルカメラワークによる画面のクリッピング



図 2 デジタルカメラワークにおけるパン処理



図 3 デジタルカメラワークにおけるズームイン処理

表 1 解像度規格

規格名	解像度	画面比率
1080i	1920x1080	16:9
1080p	1920x1080	16:9
720p	1280x720	16:9
480p	720x480	16:9
480i	720x480	16:9,4:3(SD)

今回は市販のものとしては最も解像度の高いカメラ (Victor GR-HD1) を用いたが、表 1 の 720p に該当するカメラであり、解像度としては SD レベル三つ分に相当する。図 1 は固定映像からのクリッピングを表している。このクリッピングの座標とサイズを随時変更することによって、デジタルカメラワークを実現する。図 2 にパン、図 3 にズームインの様子を示す。

提案手法における処理の流れを図 4 に示す。まず全景映像を取り込み、画像処理部で選手とボールを抽出し、特にボールについては座標の移動を追う。次に状況認識部でボールや選手の座標、保持時間などから状況の認識、イベント（スローイン・フリーキックなど）の検出を行う。最後にカメラワーク部でそれぞれの状況に適切なフレームサイズ、フレーム座標を選び最終的なカメラワークを決定する。処理の流れは状況認識、カメラワークの順だが、本論文では内容的なわかり易さを考え、3 章でカメラワーク、4 章で状況認識について述べる。

3. カメラワーク

状況認識部から渡された各フレームごとのパラメータを用い、クリッピング座標を連続的に変化させ、状況に応じて、クリッピングの解像度と位置を変化させることによって、固定映像からデジタルカメラワークを用いたサッカー映像を生成する。イベントが起こっているときはイベント情報も渡される。以下に映像生成を決定するための三つの要素について述べる。

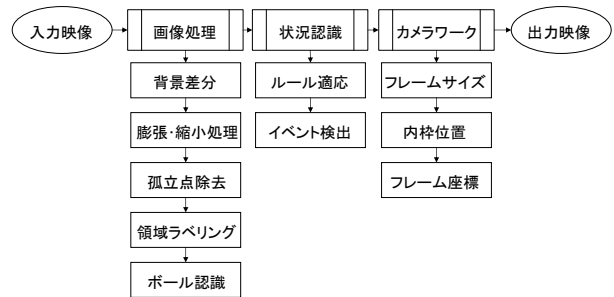


図 4 提案手法における処理の流れ

3.1 クリッピングサイズ

本研究では状況認識を行っているが、その最大の目的は映像のズーム処理である。これまではパン処理だけを行ってきた。それにズーム処理を加えることによってより、視聴のしやすい映像を作成することができる。本研究では、表 2 に示すような、タイトショット、ミドルショット、ルーズショットの 3 種類のクリッピングサイズを用いており、その相互切り替えの基準として状況認識を用いる。実際のクリッピングの各解像度の例を図 5 に示す。プロのカメラマンの撮影した映像を解析した結果、注目度の高いプレイのズーム映像を随所で挿入し、それ以外の一般的な部分は比較的広角な視野を連続的に変化させて撮影していることがわかった。このことから、各クリッピングサイズの変化は図 6 のように行う。

あまりボールが動かず、個々のプレイをよく確認したい重要なプレイにおいてはズームインしてタイトショットを用いる。ズーム処理はクリッピング解像度が断続的に変化するために、あまり頻繁に切り替わるとかえってみにくい映像になってしまう。そのため、一定時間以上の注目度の高いプレイが行われた場合のみにこれを実行する。本研究では、最低 2 秒以上に設定した。

比較的重要でないプレイや、フリーキックなどのボールの大きな移動が予想されるシーンではルーズショット、ミドルショットを用いる。ルーズショットとミドルショット間はそれぞれ一定の速さで変化させる。今回は、0.5 秒の間にクリッピングサイズの変化を行う。ルーズショット、ミドルショットの持続時間が、フレーム変化の時間よりも短い場合はクリッピングサイズの変化を行わずに、直前のフレームサイズを継続させる。

表 2 ズーム処理における各クリッピングの解像度 (単位:画素)

タイトショット	ミドルショット	ルーズショット
120x90	240x180	480x360

3.2 クリッピング座標

図 7 に示すように、クリッピング画像の内部に枠を設ける。あるフレームから次のフレームに移ったときに、その枠の中に依然ボールが存在していればクリッピングの座標は変化させない (図 7 左)。内枠からボールがはみ出していればそこに最短距離で追いつくようにクリッピング座標を変化させる (図 7 中

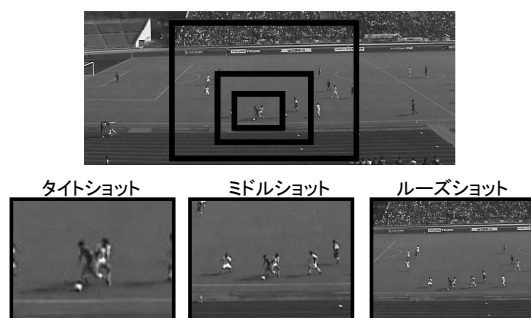


図 5 各解像度によるクリッピングの例

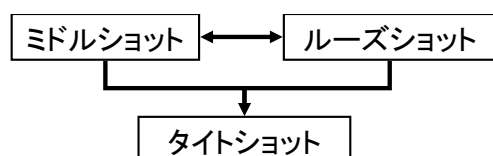


図 6 クリッピングサイズの変化

央・右)．ボールを完全に追従するようにクリッピングしていくと、微小な動きにも敏感に反応してしまい、画面が常に動いている状態になり、見にくくなってしまう．また、ロングパスなど、ボールが高速に突然動き出す場合は、内枠から大きくはみだしてしまうために、パン動作が大きくなってしまう．この問題は状況認識においてルールを設定し、ズームアウトを行うことにより回避できる．内枠を設けることにより、完全にボールを追うのではなく、大雑把に追うことによって、微小なボールの動きに反応させることなく、見やすい映像を生成する．これを毎フレームごとに処理していくことによって、デジタルカメラワークを用いた映像が生成される．内枠の大きさは、プロのカメラマンの映像を解析した結果に基づき、そのときの解像度の三分の一の大きさに設定した．

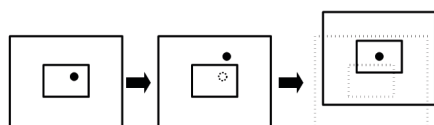


図 7 ボールの細かい動きに追従しない内枠の設定

3.3 内枠位置

クリッピング画像中に設けた内枠は基本的にはクリッピング画像の中心に設定している．しかし、シーンによっては中心では不具合がでるために、その位置の調整が必要である．

フリーキック、スローインや、ドリブルで進んでいる最中などは、プレイしている選手を中心に置くだけでなく、これからプレイが進む方向も画面に入れることにより、次に行うプレイのためにどんなフォーメーションをとっているのか、どんな動きをしているのかということを確認できる．そのためにはボールを存在させるための内枠の場所をゲームの進行方向と反対に設定することで、ゲームの進行方向も画面に入れることができる．図 8 はその変化を表現している．小さな白枠が内枠で、左

の大きなわくが内枠を中心に設定した場合である．ゴールキーパーが右方向にフリーキックを行う場面だが、この場合は視聴者の注目は右にも存在しているために、内枠を中心に設定した場合は右の選手が映像に入らない(図 8 左の大きい枠)．これに対して、内枠を攻撃と反対側の左に設けることによって、フリーキックの先の選手も映像中に捕らえることができる(図 8 右の大きい枠)．

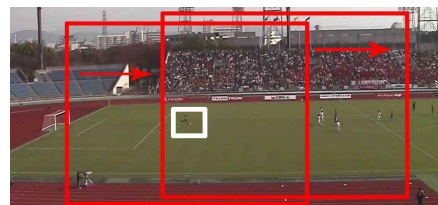


図 8 内枠位置の変化によるクリッピング座標の移動

4. 状況認識

画像処理部で処理した画像・データを用いてサッカーの状況認識を行う．本研究では、デジタルカメラワークの有用性を示すことが目的であるため、画像処理部のボール認識に失敗した部分は手動により座標を入力した．状況認識とは、映像中からイベントを検出したり、データを解析することによってその場面は視聴者にとってはどのようなシーン、すなわちどういうカメラワークで見たい場面なのかを判別することである．サッカーのような多選手のスポーツはパラメータが多く、すべての値を動的に扱うことは不可能である．このため、プロカメラマンが撮影したサッカー映像から、状況とカメラワークの関係を分析し、どういう場面でどういうカメラワークが使用されているかということルール化した．また、簡易的なイベント認識を行うためのルールも設定した．ここでは状況認識のためのルールについて述べる．

4.1 ズーム処理のためのルール

前節の図 6 で述べたクリッピングサイズを変更するためのルールについて述べる．

4.1.1 ルーズショットからミドルショットへの遷移ルール

ルーズショットの状態からミドルショットへ遷移が起こるのは、今までの状態よりズームインで撮影する必要がある場面である．サッカー映像を解析した結果、そのような状態になるのはゴールシーンが発生しそうな場面、ボールがゴールに近づいているときと、ボール付近の選手の密度が大きくなる場合である．

サッカーで最も重要なシーンはゴールシーンであり、その映像をよりズームインで撮影することは自然である．ボールの横方向の座標が、ペナルティエリアよりもゴール寄りになっている場合は、ゴールに近づいているシーンと判断し、ルーズショットの状態であればよりミドルショットの状態に遷移する．

ボール付近に多数の選手が集まっている場合は、広角で撮影する必要がなく、より細かい情報が確認できるように、よりズームインしてタイトショットで撮影するのが有効である．

ボールを中心に、ミドルショットの解像度範囲内に存在する選手の数が増えたと、ボール付近に選手が集まっていると判断する。選手の数が増えたと、6人から7人に相当する値を用いた。また、ボールが高速で飛んでいるときは、ルーズショットで撮影するように次節においてルールを設定している。しかし、ボールが飛んでいる最中に人の多いところを2秒以上通ると、上で述べたズームインのルールが適用されてしまうために、ボールが高速で飛んでいるときは用いないように、ルールに優先度をつけている。

4.1.2 ミドルショットからルーズショットへの遷移ルール

ミドルショットからルーズショットへのズームアウトは、今まで枠内に収まっていたものが収まらなくなった場合に起こる。そのような場面とは、ボールが高速で移動する場面、選手が散らばっていく場面である。

ボールが高速で動く場面、すなわちロングパスなどの状況では、ボールの存在する場所が急激に変化するため、ボールの存在する前と後の両方を同時に画面に納めることが好ましい。単位フレームあたりのボール座標の変化量が一定値を超えた場合に、この状況であると認識する。フレームあたりのボール座標の変化量を表した図9と実際の映像から、閾値をフレームあたり6画素としている。単にボール座標の変化量が一定値を超えるということであれば、同じ場所を行ったりきたりするときにも適応されてしまう。これを避けるために、座標も同時に2秒の間に増加/減少していることを確認する。加えて、ゴール前ではミドルショットで撮影するというルールを前節で設定しているが、ゴール前でシュートを放ったときにこのルールが適応されないように、座標の値も確認している。

選手が散らばっていく場合は、そのままの撮影範囲では撮影すべき選手が入らないために、ズームアウトしてルーズショットに収める。前節とは逆に、ボールの周りに存在する選手数が閾値を下回ったときにこの状況と判断する。このルールも同じく、ゴール前ではズームアウトしてルーズショットに変化しないようにボールの座標を確認する。

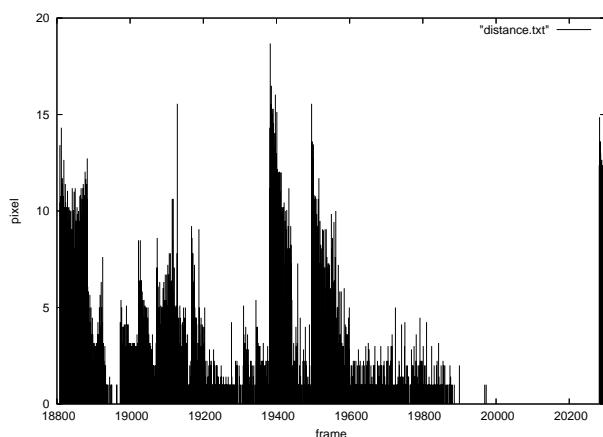


図9 フレームあたりのボールの移動量

4.1.3 タイツショットへの遷移ルール

TV放送のサッカー映像では、極端にズームインした映像が随所に挿入されている。選手同士の熾烈なボールの取り合いや、ドリブルで進んでいるシーン、注目の選手などを少しの間撮影することにより映像に幅を持たすことが可能となる。本手法では、選手の同定などは現時点では実装していないため、選手によるボールの取り合いをズームインしてタイツショットで撮影し、断続的に挿入する手法をとる。ボールの速度が一定値以下で、ボール付近に選手が少なくとも一人以上存在するときに、ボールの取り合いをしていると判断する。ボールの速度の閾値は、予備実験より平均してフレームあたり1.5画素以下としている。

4.2 内枠の位置に関するルール

前章で述べたように、本手法ではボールの微小運動に反応しないカメラワークを生成するための内枠を設けている。

通常は画面の中心部に設けているが、すばやい攻撃展開によりゲームの関心が移動していくときに、ボールを中心にとらえるのではなく進行方向に余裕をもって撮影することにより、次のプレイがどのように起こるのかを判断することができる。そのためのルールとして、総オブジェクト(選手)の平均座標が同じ方向に動いているときに、内枠を左右にシフトさせるというルールを設ける。総オブジェクトの平均座標 $A^{(k)}$ は、ラベリング処理によって計算された k フレーム目のオブジェクト $m(1 \leq m \leq n)$ の重心座標と重み $(P^{(m,k)}, W^{(m,k)})$ を用いて、以下の式(1)で表される。

$$A^{(k)} = \sum_{m=1}^n P^{(m,k)} W^{(m,k)} \quad (1)$$

4.3 イベント認識のためのルール

本研究におけるイベントは、現時点ではボールや選手の座標などを用いて簡易的に表現できる5種類のものである。それはフリーキック、ゴールキック、スローイン、コーナーキック、ペナルティキックである。これらのイベントは、ボールが一定時間以上静止する種類のものであり、ズームインへの変遷と同時に起こる。ズームインによるタイツショットへの処理が3回以上続いたとき、つまりボールが6秒以上静止状態になったときにイベントが発生したと認識し、その全体の状況を確認するために、一度クリッピングサイズをズームアウトする。その後、ボールの行く先を確認するために、 k フレーム目における総オブジェクトの平均座標 $A^{(k)}$ を用いて内枠の位置をずらすことにより、クリッピング座標を変化させる。イベントの判別を行うために、イベントごとに設定されている表3のルールを用いる。例として、ボール座標がコーナースポットにあり、選手が集まっている位置とボールとの距離が中程度であるときには、コーナーキックであると判断する。フリーキックのクリッピングサイズが二種類になっているのは、イベントを検出する座標が広いためである。ゴールに近いときはミドルショット、そうでないときはルーズショットとする。また、直接フリーキックと間接フリーキックの判別は行っていない。選手の集まってい

る位置は、総オブジェクトの平均座標 $A^{(k)}$ で近似している．選手の集まっている位置とボールとの距離は、タイトショットのクリッピングサイズの範囲である時に近い、ミドルショットの範囲の時に中、ルーズショットの範囲の時に遠いと判断する．

表 3 イベント認識ルール

イベント名	ボール座標	ボール・オブジェクト間距離	クリッピングサイズ	内枠移動
フリーキック	フィールドエリア	遠い	ルーズショット or ミドルショット	上下左右
ゴールキック	ゴールエリア	遠い	ルーズショット	左右
スローイン	タッチライン外	中間	ミドルショット	上下
コーナーキック	コーナースポット	中間	ミドルショット	上下
ペナルティキック	ペナルティスポット	中間	タイトショット	左右

5. 結果と考察

5.1 実験環境

実験に用いた映像は第 83 回全国高校サッカー選手権大会京都府大会決勝 京都朝鮮高級学校 対 桂高等学校の試合を用いた．この映像からデジタル処理により、デジタルカメラワークを用いたサッカー映像を自動生成した．この映像に加えて、プロカメラマンが撮影した地上波放送による中継映像と、従来の手法 [8] で生成された映像、デジタル処理をする前のコートの全景固定映像の合計 4 種類を比較の対象とした．7 人の評価者により次節の基準により映像を評価した．

5.2 評価基準

映像の評価基準としては表 4 のようなものが考えられる．全景固定映像に関しては 1 と 2、従来映像に関しては 1 の評価はできないが、それも映像の価値として判断する．

表 4 サッカー映像の評価基準

基準	評価
1. ズーム処理	良い <-> 悪い
2. パン処理	良い <-> 悪い
3. ショットサイズ	良い <-> 悪い
4. ショット持続時間	適当 <-> 不適当
5. 画質	きれい <-> 粗い
6. 試合の流れ	良い <-> 悪い

5.3 AHP を用いた主観比較法

映像の評価というものには絶対的な基準が存在しないために、視聴者の主観評価が必要となる．このような事象の比較をするためには、単純に各判断基準のスコアを合計するだけで計ることはできず、視聴者の嗜好により項目の重要度が異なることが多い．そのために、個人の嗜好を反映した一対比較法として有効である AHP(Analytic Hierarchy Process) 法が知られている．この手法では評価項目に重みをつけることが可能なため、個人の嗜好が反映され、正確な比較が可能となる．また、デジタルカメラワークの生成において、将来的には各家庭の嗜好を反映した映像を、HDD レコーダーなどによりデジタル処理して生成するということも考えられるため、この手法は有効であるといえる．AHP 法についての詳しい情報は、それを解説する論文 [22] を参照されたい．また、AHP の各値の計算を自動的に行うマクロが公開されており [23]、計算にはそれを用いた．

5.4 結果と考察

AHP を用いて各評価基準の重要度を求めた結果は、表 4 の評価基準番号順に、(0.058, 0.182, 0.087, 0.084, 0.105, 0.483) となった．試合進行が最も重要度が高いと判断され、その次にパンが続き、他はあまり差のない重要度となった．

重要度を加味して求めた各映像の総合評価値を以下の図 10 に示す．TV 映像の評価が最も高く、次に提案手法映像、次に HD 映像、従来手法映像と続いた．最も重要視される評価値である試合の流れが、本手法では高評価を得ており、全体における各評価の値の割合が TV 映像と類似していることから、全体としても高評価を得ている．試合の流れが従来手法よりも格段に上がった理由として、従来はボールにこだわらない動きを追跡していたが、本手法ではボール中心の動きに切り替えたことが考えられる．ズーム処理を新たに加えたことによって、従来手法と比較して提案手法の各評価値が飛躍的に高くなっている．また、ズームインを行うときに解像度を強制的に上げているために、画質の評価がやや下がっているが、この問題は将来的に、より高解像度のカメラを用いたり、また、低解像度画像を高解像度画像に変換する手法を研究することにより改善され则认为られる．提案手法が全景固定映像よりも高評価を得ていることから、単なる固定映像に提案手法の処理を行うことにより映像評価を上げることは可能であるといえる．このことから、放送局がコストの問題から従来放送コンテンツとして扱わなかった対象を、提案手法を用いることによって放送コンテンツにできる可能性は十分ある．

また、本論文ではコート全体ではなくコート半分を撮影した映像を用いたために、不完全なイベントが多数存在したが、認識できる範囲では、スローイン以外の約 90 % のイベントを検出することができた．スローインは 50 % 程度となった．これは、イベント検出の手法としてボールが静止している時間を用いているために、ボールを置いてすぐにプレーを始める場合などには対応できないからである．このことに関しても更なる研究が必要である．

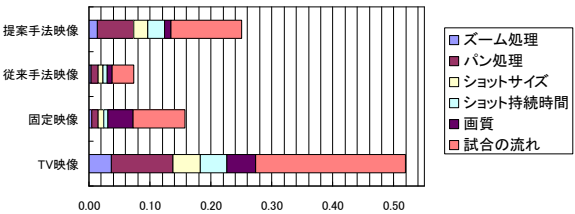


図 10 AHP 法による評価結果

6. ま と め

本論文では、デジタルカメラワークを用いることにより、サッカー映像を仮想的に自動撮影する方法として、ボールを中心に、映像生成のルールを用いて状況認識を行う方法を提案した．TV 映像と比較して評価は低かったが、映像撮影技術の基

本であるパンとズームの両方を実装することによって、映像の基本的な構成はTV映像とほぼ同じになった。

画質の評価が低かった点に関して、将来的に、より高解像度なカメラが開発されると考えられるが、解像度が上がったとしても無制限なデジタルズームは行えない。また、現状の解像度のカメラを用いて最大限の品質の映像を生成するための問題点として、デジタルズームにおける画質の劣化がある。現在はデジタルズームを行う際の画素の補間法に特別なものを用いていないので、この点について調査を進める必要がある。

また、提案手法による映像の評価値が、固定映像の評価値を超えたことは大きな意味があるといえる。固定映像の評価値を超えているということは、素材を編集することによる効果が認められるということを表している。本研究が直面していた問題は、放送局のコスト、人員不足や、チャンネル増大による映像資源の不足である。プロのカメラマンを用いないという点で、素人のカメラマンが撮影した映像とデジタルカメラワークによる映像を比較し、提案手法の評価値が優れていれば、より有効性が確認できる。加えて、メタ情報付与という観点で、現在は簡易な具体的イベントしか認識を行っていないが、状況解析のためのルールをさらに増やし、より一般的なイベントも説明することができれば、意味内容付与も自動で行うことができる。そのためには更なるサッカーの解析が必要となる。

文 献

- [1] 矢島 史, 角谷 和俊, 田中 克己, “映像上での動きの直接描画によるサッカー映像検索,” 情処学会研究報告-情報学基礎, Vol.2002 No.041, May.2002.
- [2] 新田直子, 馬場口登, “放送型スポーツ映像の意味内容獲得のためのストーリー分割法,” 信学論 (D-II), vol.J86-D-II, no.8, pp.1222-1233, Aug.2003.
- [3] 宮内進吾, 馬場口登, 北橋忠宏, “テキスト・音声・画像の協調的処理による放送型スポーツ映像におけるハイライト検出とインデクシング,” 信学会 (D-II), vol.J85-D-II, no.11, pp.1692-1700, Nov.2002.
- [4] 加藤大一郎, “新しい番組制作支援技術 知的ロボットカメラと放送番組への応用,” NHK 技研 R & D, No.48, pp.34-47, 1998.
- [5] 加藤, 山田他, “被写体を追尾撮影時の放送カメラマンのカメラワーク特性分析,” テレビジョン学会誌, Vol.50 Num.12, pp.1941-1948(1996.12).
- [6] 越後富夫, 宮森恒, 飯作俊一, “GMRP とオプティカルフローを利用したサッカー映像のオブジェクト抽出,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU '98), TP3-05, 1998.
- [7] 大西正, 輝泉正夫, 福永邦雄, “デジタルカメラワークを用いた自動映像生成,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2000), pp.I-331-I-336, Jul.2000.
- [8] 熊野 雅仁, 岩本 健, 有木 康雄, 塚田 清志, “ボールと選手に着目したデジタルカメラワークの実現法,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2004), pp.II-341-II-346, Jul.2004.
- [9] 藤村光, 杉原厚吉, “優勢領域に基づいたスポーツチームワークの定量的評価,” 信学論 (D-II), vol.J87-D-II, no.3, pp.818-828, Mar.2004.
- [10] 宮森恒, 越後富夫, 飯作俊一, “短時間動作記述によるスポーツ映像の表現と検索方式の検討,” 知能情報メディアシンポジウム, S-9, 1999.
- [11] 瀧剛志, 長谷川純一, “チームスポーツにおける集団行動解析のための特徴量とその応用,” 信学論 (D-II), vol.J81-D-II, no.8, pp.1802-1811, Aug.1998.
- [12] 三須俊彦, 苗村昌秀, 境田慎一, 鄭文涛, 金次保明, “複数情報の融合によるサッカー選手のロバーストな追跡法,” 信学技報, PRMU2001-67, 2001.
- [13] 大野義典, 三浦純, 白井良明, “サッカーゲームにおける選手とボールの追跡,” CVIM 114-7, 1999.
- [14] 高橋正樹, 三須俊彦, 合志清一, “オブジェクト抽出技術のスポーツ番組への応用,” SLDM 111-1, 2003.
- [15] 前田英作, 高橋裕子, 石井健一郎, “環境変動にロバーストな物体有無判定法,” 信学会 (D-II), vol.J74-D-II, no.12, pp.1731-1740, Dec.1991.
- [16] 田中健二, 鈴木健治, 佐藤正人, 荒川佳樹, “高精細度映像 (WHD : Wide/Double HD) 伝送システム,” 信学会 (D-II), vol.J84-D-II, no.6, pp.1094-1101, Jun.2001.
- [17] 松山 隆司, 和田 俊和, 波部 斉, 棚橋 和也, “照明に頑健な背景差分,” 信学会 (D-II), Vol.J84-D-II, no.10, pp.2201-2211, Oct.2001.
- [18] 境田 慎一, 苗村 昌秀, 金次 保明, “背景差分法と字空間 watershed による領域性長方を併用した動画像オブジェクトの抽出,” 信学会 (D-II), Vol.J84-D-II, no.12, pp.2541-2555, Dec.2001.
- [19] 土田 勝, 川西 隆仁, 村瀬 洋, 高木 茂, “背景差分法による物体検出を目的とした逐次モンテカルロ法による背景推定,” 信学会 (D-II), Vol.J87-D-II, no.5, pp.1062-1070, May.2004.
- [20] 松本 圭介, 須藤 智, 斎藤 英雄, 小沢 慎治, “サッカーシーンにおけるボール追跡に基づく最適視点決定システム,” 信学技報, PRMU2000-06, Jun.2000.
- [21] <http://vision.kuee.kyoto-u.ac.jp/lecture/dsp/kadai/2003/report3.html>
- [22] 片山 禎昭, “AHP によるシステム評価,” 情処研報告, IPSJ, Oct.1990.
- [23] <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/thc0456/AHP/>