

## カメラワーク情報をベースにした映像の特徴解析に関する検討

高木真一†\* 服部しのぶ‡ 横山和正‡ 小舘亮之\* 富永英義†‡\*

†早稲田大学大学院国際情報通信研究科

\*\* 早稲田大学国際情報通信研究センター

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-3-10 早稲田大学 29-7 号館

Tel: (03)5286-3831

E-mail: takagi@tom.comm.waseda.ac.jp

‡早稲田大学理工学部電子・情報通信学科

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

Tel: (03)5286-3385

あらまし 本稿では、映像より抽出したカメラワーク情報に注目し、映像の特徴解析手法の検討を行う。その第一歩として解析対象映像をテレビ放送のスポーツ中継番組を対象とし、カメラワーク情報の映像特徴解析のための情報としての有効性に関して検討を行う。具体的には、カメラワーク情報を時系列に発生するデータとしてとらえ、統計的な解析を試みることで、各種スポーツ映像群からスポーツ競技ごとに有意に異なる特性が存在することを統計的な解析によって示す。また、これだけでは分析することができなかった映像も、カメラワークの状態遷移に注目したカメラワークトランジションという概念を提案し、解析に適用することで、分析できることになることを示す。さらに、色情報の特性が大きく異なる複数の映像でも、同一競技であれば、映像メタデータ解析によって同一の特性が得られることを実験によって示し、カメラワーク情報が映像メタデータ解析手法のための情報として、有効性があることを示す。

キーワード カメラワーク スポーツ映像 データベース 統計的解析

## Statistical Analysis on Broadcasted Sports Video Using Camera Motion Parameter

Shin'ichi TAKAGI†\* Shinobu HATTORI‡ Kazumasa YOKOYAMA‡  
Akihisa KODATE\* Hideyoshi TOMINAGA†‡\*

† GITS, WASEDA University

\*\* GITI, WASEDA University

Bldg.29-7,1-3-10 Nishi Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0051 Japan

Tel: +81-3-5286-3831

E-mail: takagi@tom.comm.waseda.ac.jp

‡Dept. of Electronics Information and Communication Engineering, Waseda University

3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-8555 Japan

Tel: +81-3-5286-3385

Abstract In this paper, we propose a statistical analyzing method of camera motion parameters for categorizing broadcasted sports videos. We define two new features in the proposed method; "Camera motion extraction ratio" and "Camera motion transition". Camera motion parameters in the Video sequence contain very significant information for categorization of broadcasted sports video, because in most of sports video, camera motions are closely related to the actions taken in the sports, which are mostly based on a certain rule depending on types of sports. Based on the characteristics, we design a sports video categorization algorithm for identifying 6 major different sports types. In our algorithm, the features automatically extracted from videos are analyzed in a statistical manner. The experimental results show a clear tendency and the applicability of the proposed method for sports genre identification.

key words Camerawork Sports Video Data Base Statistical Analysis

## 1. はじめに

マルチメディアコンテンツに関する内容情報(メタデータ)の記述方式である MPEG-7 [1] が標準化され、数多くの記述子 (Descriptor)、記述スキーム (Description Scheme) が規定されたが、記述されたメタデータの有用な利用方法については標準化後の重要な検討課題となっている [2]。また、MPEG-7 では様々な記述ツールが用意されており、その多くを人手で与えるようなテキスト情報を利用したハイレベルな記述ツールでは、必ずしもコンテンツの特徴を明示的な語句によってテキスト情報で表現できるとは限らない。そのため、コンテンツのストリーム信号から抽出したローレベルな記述データを検索などのアプリケーションで直接的に利用すること以外に、テキスト情報では表現できないような特徴情報も、ローレベルな記述データ群を解析することで、定義・表現等することはメディア認識・理解の分野における継続的な研究課題と言える [4]。

そこで本稿では、MPEG-7 Visual Part (ISO/IEC 15938-3) において規定されているローレベルなメタデータ記述ツールの一つであるカメラモーション記述子 (Camera Motion Descriptor) に注目し、カメラワーク情報に関する映像特徴解析のための情報としての有用性について検討を行う。具体的には、テレビ放送のスポーツ中継番組を対象とし、カメラワーク情報を時系列に発生するデータとしてとらえ、統計的な解析を試みることで、各種スポーツ競技の映像群からスポーツ競技ごとに有意に異なる特性がある程度分析できることを実験によって示す。また、これだけでは分析することができなかった番組も、カメラワークの状態遷移に注目したカメラワークトランジションという概念を提案し、解析に適用することで、分析できることになることを示す。さらに、色情報の特性が大きく異なる複数の映像でも、同一競技であれば、映像メタデータ解析によって同一の特性が得られることを実験によって示し、カメラワーク情報が映像メタデータ解析手法のための情報として、有効性があることを示す。

## 2. スポーツ中継放送映像とカメラワーク情報

スポーツ中継放送映像は、カメラ設置位置の制約により、一般的に画像内に映る選手やグラウンド上のオブジェクトの位置などに制約がある。従って、特定のスポーツを特徴付ける代表的な画像が存在し、それをもとにシーンを構造化することができるかとされている [5]。しかし、代表的な画像は、ある1つのスポーツ競技に限定しても、その構図や色情報は試合の開催会場や試合の開催時間帯・開催時の天候等などの環境により大きく変化する。

一方、スポーツ競技は、競技の種類ごとに一定のルールが存在し、試合はルールに従って展開されるため、撮影される映像のカメラワーク情報は、ドラマやバラエティなどのスポーツ中継放送以外の映像と異なり、ある程度パターン化されていると考えられる。このパターンは、ルールの違いから発生するものであり、同一競技であれば、試合の開催会場、開催時間帯、開催時の天候等の撮影環境には依存しにくいと考えられる。

そこで、我々は映像に対してカメラワーク情報を時系列なデータとして捉え、さらにそのカメラワーク情報を基にしてカメラワークトランジションを定義する。この MPEG-7 によるカメラワーク情報の記述データを利用することの利点の一つとしてスポーツの競技判定が考えられるが、映像中の特定のカメラワークがあるところでは、ハイライトシーンの候補である傾向が強く、スポーツでない一般個人撮影の旅行映像のようなものに対しては編集支援環境が構築できるといった様々な応用が考え

られる [3][6]。代表画像をシステムで学習していく方式も提案されているが、時系列なデータとして捉えていないので、スポーツの競技判定以外の用途には必ずしもそのまま適用できない。

また、カメラワーク情報は、特殊効果を含む映像などを除けば、既存の自動抽出手法により比較的安定して取得可能なデータであると言え、近年のコンピュータの演算速度の向上を考えれば、取得に要する計算時間も少ないなど、利点は多いパラメータの一つと考えられる。よって本稿では、これらの点からカメラワーク情報はスポーツ競技映像を解析ためのメタデータとしての有用性が高いと考えた。

## 3. カメラワーク抽出手法

本稿では、解析対象とする映像シーケンスを代表的な映像圧縮符号化方式である MPEG で符号化された映像とし、符号化された動きベクトル情報の解析をベースとしたカメラワーク抽出手法 [7] を適用した。その具体的な抽出手法については、文献を参照されたいが、本方式では映像ストリームの GOP (Group Of Pictures) ごとに、カメラ固定 (FIX)、パニング (PAN)、ズーム (ZOOM) の他に、手ぶれなどの動きの非常に激しい状態である SHAKE をカメラワークとして抽出できるのが特徴である。また、いずれの GOP のカメラワークも FIX, PAN, ZOOM, SHAKE の 4 種類のいずれかに判定されるアルゴリズムになっている。

## 4. 解析対象映像

本稿では、主要なスポーツ中継放送番組である相撲、テニス、野球、サッカー、アメリカンフットボール、バスケットボールの 6 競技を対象とし、合計 9 種類 (リーグ) の映像を対象とした。2002 年に放送された各競技につき 15 試合ずつのスポーツ中継放送番組に対し、各試合ごとに試合開始時刻から 15 分間の映像を MPEG1 に符号化して用いた。但し、大相撲に関しては競技の特性が他競技と大きく異なることから幕内後半最初の取組から 15 分間の映像を用いた。また、大相撲、テニス、野球に関しては、異なる大会やリーグの映像をそれぞれ準備した。具体的には大相撲に関しては名古屋場所、秋場所の 2 種類、テニスに関しては全英オープンと全仏オープン、野球に関しては日本のプロ野球と米国のメジャーリーグを対象とした。サッカーはワールドカップ大会、アメリカンフットボールは米国 NFL、バスケットボールは米国 NBA を対象とした。また、全てのスポーツ中継番組映像には CM は含まれてない。なお、MPEG 符号化パラメータは、映像符号化ビットレート 1.5Mbps、フレームレート 30fps、GOP 構造 N=15、M=3、画像サイズ 352 画素 × 240 画素である。

## 5. カメラワークを用いた解析手法

ここでは映像から抽出されるカメラワーク情報を基に、各映像における各々のカメラワークの発生する確率と発生したカメラワーク相互間の状態遷移を用いた映像解析手法を提案する。

### カメラワーク発生確率

本検討で適用しているカメラワーク抽出法では、MPEG ストリーム中の GOP を単位として、時系列順にカメラワーク情報の抽出を行っている。そのため、1 つの映像シーケンスにつき、映像ストリーム中に含まれる GOP 個数分だけカメラワークが発生する。よって各映像中におけるカメラワーク  $x \in \{FIX, PAN, ZOOM,$

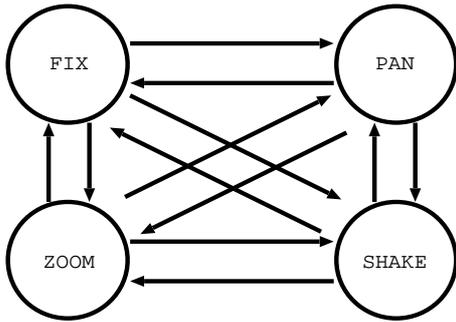


図1 カメラワーク・トランジション

$\{SHAKE\}$  の発生確率  $W_x$  の算出式は以下のように表される。

$$W_x = \frac{\text{ストリーム中の } x \text{ の発生個数}}{\text{ストリーム中の全 } GOP \text{ 数}} \times 100 \quad (1)$$

### カメラワーク・トランジション

新たな概念としてカメラワーク・トランジションを提案する。これは、カメラワークの種類だけ状態が存在し、時間の経過によって変化していくカメラワークの状態遷移を示すものである。その様子を図1に示す。

本稿では、ストリームの先頭 GOP から順に抽出されるカメラワーク  $X$  において、ある  $n$  番目の GOP で抽出されるカメラワーク  $X_n$  と  $n + 1$  番目の GOP で判定されるカメラワーク  $X_{n+1}$  が異なれば、カメラワークの状態遷移が発生する。 $n$  番目と  $n + 1$  番目でカメラワークに変化がなければ遷移は発生しない。FIX, PAN, ZOOM, SHAKE の4種類の状態があるので、FIX から PAN への遷移、FIX から ZOOM への遷移、PAN から FIX への遷移など合計12種類の遷移が発生する。本検討ではカメラワークトランジションに関する最初の検討であるので、遷移の方向性までは考慮に入らず、カメラワーク  $a$  から  $b$  への遷移とカメラワーク  $b$  から  $a$  への遷移を区別せずに、両者をカメラワーク  $ab$  間の遷移とみなす(但し  $a, b \in X$ )。カメラワーク・トランジションの遷移発生確率  $T_{ab}$  の算出式は以下のように表される。

$$T_{ab} = \frac{\text{カメラワーク } ab \text{ 間遷移発生回数}}{\text{ストリーム中の全遷移発生回数}} \times 100 \quad (2)$$

$a, b \in X$

## 6. カメラワーク情報の統計解析

### 6.1 カメラワーク発生確率

各競技ごとに FIX, PAN, ZOOM, SHAKE のそれぞれのカメラワーク発生確率  $W_x$  が算出されるが、放送番組のカメラ操作の最も基本である FIX の発生確率  $W_{FIX}$  に関するデータを表1に示す。NGY や AKI 等の記号は、各スポーツを表す記号である。ここでは、平均値  $\bar{x}$ 、標本分散値  $s^2$ 、歪度  $a_3$ 、尖度  $a_4$  を計算する。その算出式は以下のように表される。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (3)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1} \quad (4)$$

$$a_3 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{N s^3} \quad (5)$$

$$a_4 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{N s^4} \quad (6)$$

但し  $s = \sqrt{s^2}$

本検討では、各競技(大会・リーグ)15試合ずつのデータを使用したため、 $N = 15$  であり、 $x_i$  は各試合の FIX の発生確率  $W_x$  を示す。

表1より、競技の種類によって FIX 発生確率の平均値が大きく差が生じていることがわかる。狭い土俵を距離が離れたところから撮影している相撲は FIX 発生確率が高く、広いグラウンドのボールを常に追跡しながらカメラ操作をしているサッカーは FIX 発生確率が低くなっているなど、競技の性質による違いがカメラワークにも反映されていることがわかる。

また、歪度  $a_3$ 、尖度  $a_4$  を算出した。歪度  $a_3$  は、分布の対称性を示すもので、値が0に近いほど左右対称の発生分布と判断でき、尖度  $a_4$  は、分布のスソの広がりを示し、正規分布に近いほど値が3に近くなる。若干値に開きがあるものの、おおよそ  $\pm 1.000$  以下の誤差に収まっており、比較的正規分布に近い値を示しているのがわかる。よって、以下の解析はカメラワークの発生確率が正規分布に従っていると仮定する。

### 6.2 競技間の統計的差分の解析

表1では、表面的には競技ごとに違いが発生しているように見えるが、ここでは競技間でカメラワークの発生確率に統計的な差があるかを検討する。ここでは、一元配置の分散分析を行うことによって、各競技のカメラワーク発生確率の母平均の差の検定を行う。具体的には、全競技のデータを同時に比較することのできる方法として一般的な、多重比較を用いたテューキーの方法による検定を行う。

#### 各データ群の母分散の一様性の検定

テューキーの方法による検定を行うには、各データ群の等分散性が前提となるので、ここではまず、9個の各スポーツ種類群の母分散の一様性の検定をハートレイ検定によって行う。

仮説  $H_0$ : 各スポーツ競技間の母分散は互いに等しい。  
対立仮説  $H_1$ : 少なくとも一つの母分散は異なる。

表1より検定統計量  $F_{max}$  は以下のように表せる。

$$\begin{aligned} F_{max} &= \frac{\max S_i^2}{\min S_i^2} \\ &= \frac{51.158}{11.569} \\ &= 4.422 \end{aligned} \quad (7)$$

そして有意水準を5%とすると、各競技の繰返し数は15、スポーツ競技数は9であるので、

$$F_{max} = 4.422 < F_{(9,15)}(0.05) = 5.38$$

となり、仮説  $H_0$  を棄却することができない。よって、表1の等分散性が示された。

#### 各データ群のテューキーの方法による多重比較

まず、検定する競技(大会・リーグごと)の総数を  $a$  とし、各競技を区別するために1から整数の番号をふ

表 1 各競技の FIX 発生確率に関するデータ

	平均値 $\bar{x}$	標本分散値 $s^2$	歪度 $a_3$	尖度 $a_4$
大相撲名古屋場所 (NGY)	83.991	12.401	-0.732	3.775
大相撲秋場所 (AKI)	83.640	14.133	-0.818	2.799
全英 Open テニス (UKO)	69.712	51.158	-0.143	2.097
全仏 Open テニス (FRO)	65.980	23.449	-0.021	2.146
プロ野球 (NPB)	70.092	21.630	-0.480	2.214
米メジャーリーグ (MLB)	71.478	21.664	0.316	2.037
W 杯サッカー (WCS)	30.377	11.569	-0.634	2.782
米アメフト (NFL)	43.996	24.635	0.364	2.158
米バスケット (NBA)	49.442	27.454	0.330	2.274

単位 % . 但し, 小数点 4 桁以下四捨五入した値を記入

表 2 各競技の一元配置分散分析 (多重比較) による結果

	AKI	UKO	FRO	NPB	MLB	WCS	NFL	NBA
大相撲名古屋場所 (NGY)	0.351	14.279*	18.011*	13.899*	12.513*	53.615*	39.995*	34.549*
大相撲秋場所 (AKI)	-	13.928*	17.660*	13.548*	12.162*	53.263*	39.643*	34.198*
全英 Open テニス (UKO)	-	-	3.732	0.380	1.766	39.335*	25.715*	20.27*
全仏 Open テニス (FRO)	-	-	-	-4.112	-5.498	35.603*	21.983*	16.538*
プロ野球 (NPB)	-	-	-	-	-1.386	39.715*	26.095*	20.650*
米メジャーリーグ (MLB)	-	-	-	-	-	41.101*	27.481*	22.036*
W 杯サッカー (WCS)	-	-	-	-	-	-	-13.620*	-19.065*
米アメフト (NFL)	-	-	-	-	-	-	-	-5.445

\* 印のついた値が 2 つの競技間のデータに差があると判定されたもの .

表 3 各競技のカメラワーク・トランジション (FIX-PAN 間) に関するデータ

	平均値 $\bar{x}$	標本分散 $s^2$	歪度 $a_3$	尖度 $a_4$
米アメフト (NFL)	14.802	27.674	0.682	2.432
米バスケット (NBA)	44.760	51.636	0.607	3.407

単位 % . 但し, 小数点 4 桁以下四捨五入した値を記入

る . ここでは,  $NGY=1, AKI=2, UKO=3, \dots, NBA=9$  ( $a=9$ ) となる . また, 各競技ごとの実験に使用したデータセットの映像の個数を  $n_i$  とし, 競技  $i$  の  $j$  番目の映像データからのカメラパラメータ発生確率を  $x_{ij}$  と表現する . すると, 全体のデータの変動 (全変動)  $S_T$ , 競技間のデータの変動 (水準間変動)  $S_A$ , 競技内のデータの変動 (水準内変動)  $S_E$  は, 次のように表せる .

$$S_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij})^2}{N} \quad (8)$$

$$S_A = \frac{(\sum_{j=1}^{n_1} x_{1j})^2}{n_1} + \frac{(\sum_{j=1}^{n_2} x_{2j})^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum_{j=1}^{n_a} x_{aj})^2}{n_a} - \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij})^2}{N} \quad (9)$$

$$S_E = S_T - S_A \quad (10)$$

水準間変動と水準内変動の自由度はそれぞれ  $a-1$ ,  $a(n-1)$  であるので, 水準内変動の平均平方  $V_E$  は次のように表せる .

$$V_E = \frac{S_E}{a(n-1)} \quad (11)$$

そこで, スチューデント化された範囲の上側  $100\alpha\%$

点  $q(a, a(n-1); \alpha)$  を統計数表より求め, 競技  $i_1$  と競技  $i_2$  のカメラパラメータ発生確率の平均値を  $\bar{x}_{i_1}$ ,  $\bar{x}_{i_2}$  とすると,

$$|\bar{x}_{i_1} - \bar{x}_{i_2}| \geq q(a, a(n-1); \alpha) \sqrt{\frac{V_E}{n}} \quad (12)$$

ならば, 2 つの競技  $i_1$  と競技  $i_2$  間の母平均に有意な差があるということになる .

本稿では, 一般的な値である  $\alpha = 0.05$  として有意水準 5% で検定を行った . 表 1 と統計数表より  $S_T$  と  $S_A$  を計算し,  $V_E$  を求めると,

$$V_E = 23.121 \quad (13)$$

$$q(9, 126; 0.05) \approx 4.500 \quad (14)$$

となるので,

$$q(a, a(n-1); \alpha) \sqrt{\frac{V_E}{n}} \approx 5.587 \quad (15)$$

を得る .

表 2 に表 1 より計算した 2 つの競技  $i_1$  と競技  $i_2$  間のカメラワーク発生確率の平均値の差を示す . 各欄の絶対値を式 (15) の結果と比較し, 式 (15) より大きければ 2 つの競技間の母平均に有意な差があるということになる .

この検定の結果、2つの競技間の母平均に有意な差があると判定されたものに関して表2の各欄に\*印を添えた。

この結果より、大相撲名古屋場所と大相撲秋場所間、全英オープンテニスと全仏オープンテニス間、プロ野球と米メジャーリーグ間の同一競技内では母平均データに有意な差がないと判定されていることがわかる。つまり、カメラワーク情報の統計的解析によるデータ区別の結果とスポーツ競技の種類の違いが一致していることがわかる。しかし、全英オープンとプロ野球、米メジャーリーグ間、全仏オープンテニスとプロ野球間、米アメフトと米バスケット間の異なる競技間で、一部データに有意な差がないという判定がされてしまっている。

### 6.3 カメラワーク・トランジションを利用した解析

表3に、カメラワーク・トランジションにおけるFIXとPANの間の遷移発生確率を示す。

ここでは、6.2において、米アメフトと米バスケット間の異なる競技間で、カメラワークのFIX発生確率に差がないため、データに差がないという検定結果がされてしまっているが、それらがカメラワーク・トランジションのデータを解析することで、両者のデータに差が生じることを示す。つまり、母分散に有意な差がなく(等分散性)、母平均に有意な差が生じていればよい。

#### カメラワークトランジションの等分散性

まず、両者の母分散 $\sigma_{NFL}^2, \sigma_{NBA}^2$ に関して有意水準0.05で母分散の検定を行う。

$$\text{仮説} H_0 : \sigma_{NFL}^2 = \sigma_{NBA}^2$$

$$\text{対立仮説} H_1 : \sigma_{NFL}^2 \neq \sigma_{NBA}^2$$

NFLとNBAの標本分散を $s_{NFL}^2, s_{NBA}^2$ とすると、検定統計量 $T(s_{NFL}^2, s_{NBA}^2)$ は、以下のように表せる。

$$\frac{s_{NFL}^2}{s_{NBA}^2} \quad (16)$$

$T(s_{NFL}^2, s_{NBA}^2)$ は、自由度 $(n_{NFL}-1, n_{NBA}-1)$ のF分布に従う。

表3と統計数表より、

$$T(s_{NFL}^2, s_{NBA}^2) = 0.536 \quad (17)$$

$$F_{14,14}(0.975) = 0.339 \quad (18)$$

$$F_{14,14}(0.025) = 2.949 \quad (19)$$

を得られ、棄却域 $R$ に対し、

$$T(s_{NFL}^2, s_{NBA}^2) \notin R$$

であるので、仮説を棄却できず、両者の母分散に有意な差がないことが確認できる。

#### カメラワークトランジションの母平均の検定

両者の母平均 $\mu_{NFL}, \mu_{NBA}$ の差の検定を有意水準0.05で行う。

$$\text{仮説} H_0 : \mu_{NFL} = \mu_{NBA}$$

$$\text{対立仮説} H_1 : \mu_{NFL} \neq \mu_{NBA}$$

母平均の差 $\mu_{NFL} - \mu_{NBA}$ の統計検定量

$T(\bar{x}_{NFL}, \bar{x}_{NBA}, s_{NFL}^2, s_{NBA}^2)$ は、以下のように表せる。

$$T(\bar{x}_{NFL}, \bar{x}_{NBA}, s_{NFL}^2, s_{NBA}^2) = \frac{\bar{x}_{NFL} - \bar{x}_{NBA}}{\sqrt{\frac{s_{NFL}^2}{n_{NFL}} + \frac{s_{NBA}^2}{n_{NBA}}}} \quad (20)$$

すると検定統計量 $T$ は、自由度 $m$ の $t$ 分布に従う。この自由度は、

$$m = \frac{(\frac{s_{NFL}^2}{n_{NFL}} + \frac{s_{NBA}^2}{n_{NBA}})^2}{\frac{s_{NFL}^4}{n_{NFL}^2(n_{NFL}-1)} + \frac{s_{NBA}^4}{n_{NBA}^2(n_{NBA}-1)}} \quad (21)$$

で近似する。 $m$ が整数でない時は、その最も近い整数を $m$ と定める。表3と統計数表より、

$$T(\bar{x}_{NFL}, \bar{x}_{NBA}, s_{NFL}^2, s_{NBA}^2) = -13.028$$

$$\text{自由度} m \approx 26$$

$$t_{26}(0.025) = 2.056$$

であるので、

$$|T| \geq t_{26}(0.025) \quad (22)$$

となり、仮説 $H_0 : \mu_{NFL} = \mu_{NBA}$ が棄却される。よって、両者の母平均に有意な差があることが確認できた。

つまりこの米アメフトと米バスケットの映像では、FIXのカメラワーク発生確率だけでは、ほぼ同じ特性になっているが、カメラワークの状態遷移に関して差異が生じていることを示している。具体的には、米バスケット映像では、米アメフトと比較するとFIXとPANの間の状態遷移が多いというカメラワーク特性を示している。

以上により、カメラワーク発生確率だけでは特性に差が生じなくても、カメラワーク・トランジションのデータを解析することによって、より細かい特性まで分析できることが確認できた。

### 6.4 色情報の異なる複数同一競技試合の解析

ここでは、カメラパラメータ情報に関して、スポーツ競技が同一であれば試合の会場の違いや試合開催の時間帯・天候等に影響されることなく、安定してその競技の特性が解析できることを示す。

競技の開催会場による色情報が大きく異なる例として、テニス、サッカーを取り上げて検証をした。テニスの場合、全英オープンテニスは、緑色の芝コートで行われるのに対して、全仏オープンテニスは、赤色のクレイコートで行われるため、両者の主要色は大きく異なる。その様子を図2に示す。また、サッカーは、試合の開催時間帯が昼と夜とで色情報に大きな差が生じる。また、昼開催試合でも、グラウンドの部分的な領域がスタジアムの屋根によって影となり、輝度値に大きな差が生じていることがある。その様子を図3に示す。

テニスとサッカーの両者の場合それぞれについて、FIXカメラワーク発生確率を、6.3におけるカメラワーク・トランジションの場合と同じように、母分散と母平均の差を有意水準0.05で検定を行った。すると、母分散・母平均共に

$$\text{仮説} H_0 : \sigma_A^2 = \sigma_B^2$$

$$\text{仮説} H_0 : \mu_A = \mu_B$$

を棄却不可となり、分析した両者のカメラワーク情報に有意な差がないことが確認でき、会場や時間帯等の撮影環境の違いがスポーツ中継番組映像のカメラワーク情報に影響しないことがわかった。

## 7. むすびと今後の課題

本稿では、MPEG-7で規定されているカメラモーション記述子(Camera Motion Descriptor)に注目し、映像メタデータ解析手法の検討の第一歩として解析対象



全英オープンテニス (緑芝コート)



全仏オープンテニス (赤土コート)

図 2 競技の開催場所による色の違い



夜開催試合



昼開催試合 (手前半分がスタンドの影になっている)

図 3 試合開催時間帯の違いによる色の違い

映像をテレビ放送のスポーツ中継番組を対象とし、カメラワーク情報が映像メタデータ解析のための情報として有効性について検討を行った。具体的には、カメラワーク情報を時系列に発生するデータとしてとらえ、統計的な解析を試みることで、各種スポーツ競技の映像群からスポーツ競技ごとに有意に異なる特性がある程度分析できることを実験によって示した。また、これだけでは分析することができなかった番組も、カメラワークの状態遷移に注目したカメラワークトランジションという概念を提案し、解析に適用することで、分析できることになることを示した。さらに、色情報の特性が大きく異なる複数の映像でも、同一競技であれば、映像メタデータ解析によって同一の特性が得られることを実験によって示し、カメラワーク情報が映像メタデータ解析手法のための情報として、有効性があることを示した。

また本稿では、FIXのカメラワーク発生確率とFIXとPANの間のカメラワーク状態遷移発生確率しか分析データとして用いていないが、カメラワーク発生確率はFIX以外にPANやSHAKEの発生確率や、カメラワーク・トランジションについても他の状態遷移の発生確率が存在する。従って、これらの分析も組み合わせることにより詳細な映像メタデータ解析が行えると考えている。また、カメラワーク発生確率やカメラワーク・トランジションの状態遷移発生確率以外にも、同一カメラワークの継続時間長やショットの継続時間長なども有用な解析情報になると考えており、今後の課題としたい。

## 文献

[1] ISO/IEC 15938 International Standard, "MPEG-7: Multimedia Content Description Interface," 2002.

- [2] 堀修, "MPEG-7の概要と役割," オーディオビジュアル複合情報処理シンポジウム2001 ~ MPEG-7最新動向と将来展望 ~, pp.3-10, Sep., 2001
- [3] 遠藤斉, 片岡良治, "カメラモーションに基づく類似動画検索," 信学技報, DE99-55(1999-07), pp.147-152, Jul., 1999.
- [4] 馬場口登, "メディア理解による映像メディアの構造化," 信学技報, IE99-18 PRMU99-42 MVE99-38(1999-07), pp.39-46, Jul., 1999.
- [5] 杉山善明, 渋谷亜紀, 有木康雄, "DCT特徴に基づくTVスポーツ映像の自動判別," 信学技報, IE97-28, PRMU97-59, MVE97-44, pp.33-38, 1997-07
- [6] 金田瑞規, 土橋健太郎, 高木真一, 小館亮之, 富永英義, "映像編集支援のためのインデキシングパラメータ抽出手法の検討," 信学技報, IE2001-128, pp.13-18, 2001-12
- [7] 土橋健太郎, 小館亮之, 西塔隆二, 富永英義, "手ぶれを考慮したMPEG2からのカメラワーク検出の検討," 信学技報, CS2000-110 IE2000-120, pp.1-6, 2000-12.