

プレーに着目したスポーツ多視点映像の評価尺度

永井 有希^{†1} 丸谷 宜史^{†1}
梶田 将司^{†2} 間瀬 健二^{†1}

本研究は多視点映像から視聴者の興味に合った映像を自動的に構成することを目指し、Quality-of-View(QoV)という概念を用いて映像の評価モデルを提案する。この評価モデルは主観評価により得られた評価値と映像の物理的な観測値を適合させることで定められ、この方法によりさまざまな興味に対応した評価モデルを定めることができる。本稿ではビーチバレーの多視点映像に対し、プレーに着目した場合の評価モデルを定義した。結果的に、ボールとルボールに対するプレーを行う選手の映像での出現度とのプレーを行う選手の相手選手の中心度を用いて相関 0.91、決定係数 0.77 と高い適合度の評価モデルを定義することができた。

A Measure of Evaluation for Multi-View Sports Videos

YUKI NAGAI,^{†1} TAKAFUMI MARUTANI,^{†1}
SHOJI KAJITA^{†2} and KENJI MASE^{†1}

In this paper, we propose the evaluation model for videos with a concept called Quality-of-View. This evaluation model is established by adapting subjectivity evaluation and physical observation values of the video. We can establish an evaluation model corresponding to various interest by this method. In this paper, we defined an evaluation model that focus plays for a multi-view video of beach volleyball. As a result, we defined the evaluation model that factor are the appearance of a ball and main player and center degree of a sub player. The correlation between the evaluation model and the subjective values was that R was 0.91 and Adjusted R² 0.77, these were high degree.

^{†1} 名古屋大学大学院 情報科学研究科

Graduate School of Information Science, Nagoya University

^{†2} 名古屋大学 情報連携統轄本部

1. はじめに

複数のカメラで撮影し、視聴者が好みの視点を選択して視聴できる映像を多視点映像という。近年、スポーツイベントなどの多視点映像を視聴するためのシステムが数多く研究されている¹⁾²⁾。多視点映像は視聴者に視聴の自由度を与えるが、それが視聴者の負担となってしまうことが考えられる。多視点映像の視聴は視聴者の能動的な態度を必要とする。視聴者は常に視点を選択し続けなければならない。また我々は画一的に編集された映像を視聴する場合が多かったため、これまでの視聴スタイルとの違いから、操作に慣れない視聴者はどのように操作すれば自分の興味に合う視聴ができるか分からないと考えられる。

これらの問題を解決するための多視点映像視聴支援として、我々は多視点映像から視聴者の興味に合った映像を自動的に構成し提示することを目指し、これまで映像の静止画に対する評価手法について研究を行ってきた⁴⁾。本稿では、静止画から映像セグメントに対する評価へと拡張する。本研究では視聴者の興味に合った映像を選択するための指標となる尺度として、Quality-of-View(QoV)という概念を用いる。QoVとは、Shenら³⁾により提案された映像の評価尺度である。我々はShenらにより提案されたQoVを視聴者の興味を反映した評価尺度として定義するための手法を提案する。この手法では映像の『良さ』を主観評価により数値化し、その値と映像の物理的な観測値を適合させることで、映像のどのような観測値がどの程度映像の『良さ』に影響するかを調べ、影響のある要素とその要素の『良さ』への影響度により評価尺度を定義する。本稿ではビーチバレーの多視点映像を用いて、ビーチバレーの映像の『良さ』に影響する因子を分析するとともにプレーに着目した場合のビーチバレーの映像評価モデルについて述べる。

2. Quality-of-View を用いた映像評価手法

2.1 映像の構成手順

多視点映像からの視聴者の興味に合った映像の構成は(図1)のような手順で行う。始めに、映像を分割するポイントを決定する。分割された映像セグメントに対して計算機が評価を行う。各映像セグメントに対して最も評価の高い映像を決定し、評価の高い映像セグメント群を結合していくことで視聴者へ提示する映像を構成する。

本研究では、映像セグメントを評価する指標値を計算するための関数を QoV 評価関数

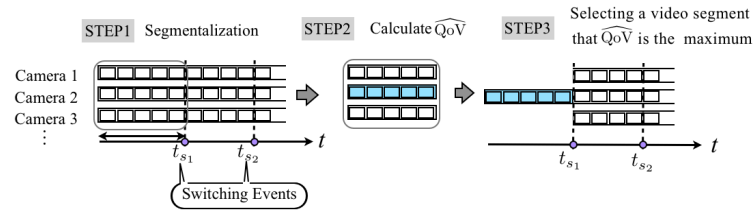


図 1 映像の構成手順

Fig.1 Steps of View Composition

(\widehat{QoV})として定義する。QoV 評価関数はある時刻区間の映像に対して、その映像が視聴者にとってどの程度『良い』映像かを推定する。QoV 評価関数の値が最も高い映像を組み合わせることにより映像を構成する。

2.2 Quality-of-View とは

本研究で Quality-of-View(QoV)とは、視聴者の興味や観点に基づき判断される映像の『良さ』を表す尺度である。また各視聴者が判断した映像の『良さ』を点数化した主観的指標を QoV 値と呼ぶ。カメラ c_i が映す時間区間 $[t_{\sigma_s}, t_{\sigma_e}]$ の映像を v_{ij} とし、この場合の視聴者 p の映像 v_{ij} に対する QoV 値を $QoV_p(v_{ij}, I)$ のように表現する。ここで I は視聴者 p の興味を表す。本研究の目的は、多視点映像の映像群から、視聴者の興味に応じて適切に映像を選択することである。これは言い換えれば、視聴者にとっての映像の『良さ』を表す QoV 値を推定することであり、計算機が映像を評価する評価モデルを的確に定めることが目的である。

2.3 QoV 評価関数の定義

映像の QoV 値を推定する評価関数を QoV 評価関数と呼ぶ。QoV 評価関数を制約と QoV 値に影響する因子に関して評価する関数の線形加重和で表す。カメラ c_i が映す時間区間 $[t_{\sigma_s}, t_{\sigma_e}]$ の映像を v_i とすれば、視聴者が興味 I を持つ場合の映像 v_{ij} に関する QoV 評価関数を式 (1) として表す。

$$\widehat{QoV}(v_{ij}, I) = \sum_{k=1}^{N_c} \text{Con}_k(v_{ij}, I) + \sum_{l=1}^{N_f} w_l f_l(v_{ij}, I) + c \quad (1)$$

Con_k は評価する際の制約を示し、 N_c は制約の数を示す。 f_l は映像の『良さ』に影響を与

える因子の映像 v_{ij} における値を求める関数であり、因子関数と呼ぶ。 N_f は因子関数の数である。また w_l は因子関数の重みであり、この値が大きいほど『良さ』に強く影響する因子であることを示す。 c は切片である。

映像の『良さ』を成り立たせている要素を因子と呼ぶ。映像の『良さ』の因子は複数存在するため、QoV 値を推定する QoV 評価関数は、各因子に関して評価する因子関数を組み合わせた多元評価関数として表現される。人間が感じる『良さ』の因子は多様であるが、本研究では画像の物理的な観測値から評価できる因子のみを対象とする。例えば興味対象の広域性などである。広域性は映像における興味対象の面積を求めることで評価できる。

制約は、ある条件下の映像に対する評価を無効とするものである。例えば映像セグメント自体の因子関数の評価が高った場合でも、前に選択される映像セグメントとの関係からそれを次に結合すると視聴者に混乱を招く映像となってしまうことがある。そのような場合には制約でその映像セグメントの評価を無効とすることで選択されることを防ぐ。なお本稿では映像セグメント自体の評価に焦点をあてるため、制約については議論を行わない。

映像制約を満たしている場合、QoV 評価関数は式 (2) のように重み付き因子関数と切片の和で表される。

$$\widehat{QoV}(v_{ij}, I) = \sum_{l=1}^{N_f} w_l f_l(v_{ij}, I) + c \quad (2)$$

因子関数の重みは、興味ごとに映像 v_{ij} ($i = 1 \dots M$) に対する視聴者の QoV 値と QoV 関数の値との二乗誤差を最小にするように求められる。本研究では主観評価実験により複数の映像に対する QoV 値を求め、この値と映像の物理的な観測値から評価された因子関数の値から重回帰分析を行うことで各因子関数の重みと切片を求める。主観評価実験により様々な興味を持つ場合の QoV 値を求めれば、各興味ごとに適切な重みと切片を求められ、様々な興味に対応した QoV 評価関数を設定することができる。

3. ビーチバレーのプレーに着目した映像評価モデル

3.1 ビーチバレー映像の時系列モデル

本節ではビーチバレーの多視点映像を対象に、プレーに着目した場合の評価モデルを定める。ビーチバレーは、選手 2 人がチームとなって試合が行われる。選手同士はつながりを持ちながら刻々と動作内容を変化させる。このようなビーチバレーの試合の時系列モデルを本研究では図 3 のように表現する。選手が起こすボールに対するイベントをプレーイベントと

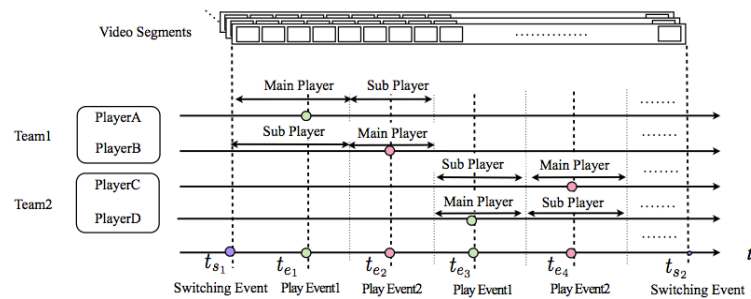


図2 ビーチバレーの時系列モデル
Fig. 2 Flow Models of a Beach Volleyball.

呼ぶ。ビーチバレーのプレイイベントとしては主に、サーブ、レシーブ、トス、スパイクの4つがある。プレイイベントを起こす選手を映像におけるメイン選手とし、メイン選手と同じチームの選手を映像におけるサブ選手として捉える。カメラ c_i が映す時刻区間 $[t_{start}, t_{end}]$ の映像を $V_i = (v_{i1} \dots v_{im})$ とする。映像 $v_{ij} (j = 1, \dots, m)$ は映像を切り替えるタイミング $t_{\sigma_1}, \dots, t_{\sigma_{m-1}} (t_{start} \leq t_{\sigma_1} < t_{\sigma_{m-1}} \leq t_{end})$ で分割された映像セグメントである。映像 v_{ij} が定義される時刻区間 $[t_{\sigma_{k-1}}, t_{\sigma_k}]$ において発生するプレイイベント ($e_1 \dots e_n$) が起こる時刻を t_{e_1}, \dots, t_{e_n} とすれば、時刻 $t_{\sigma_{k-1}}, (t_{e_1} + t_{e_2})/2, \dots, (t_{e_{n-1}} + t_{e_n})/2, t_{\sigma_k}$ でメイン選手、サブ選手は変わる。時刻区間 $[(t_{e_{\gamma-1}} + t_{e_{\gamma}})/2, (t_{e_{\gamma}} + t_{e_{\gamma+1}})/2]$ においてプレイイベント e_{γ} を起こす選手は映像のメイン選手であり、メイン選手と同じチームの選手はこの時刻区間でサブ選手である。

3.2 映像の『良さ』に影響する因子の候補

3.1 節の時系列モデルから、ビーチバレーの映像を評価する場合の QoV 評価関数を定義する。本稿では映像の物理的な観測値から評価できる映像の『良さ』に影響する因子の候補として i) 出現性 ii) 広域性 iii) 中心性 に注目し、それぞれ 1) 出現度 2) 広域度 3) 中心度を評価するための因子関数として定義する。これらを実評価するための因子関数は、興味対象の面積と位置を用いて計算される。興味対象の位置は、フレームにおける興味対象の領域の重心位置とする。本稿では映像を切り替えるタイミングは、ボールがネットを越える時刻とする。ボールがネットを越えるタイミングで切り離された各映像セグメントに対して、興味対象の 1) 出現度 2) 広域度 3) 中心度を評価する。興味対象として、メイン選手、サブ選手、ボール、メイン選手とサブ選手を足し合わせた領域を対象に注目し、複数の映像に関

するこれらの因子関数値と主観評価によって得た QoV 値を適合させることによりどんな興味対象に対するどの因子関数値が QoV 値を推定するための因子として有用かを調べた。

以降、1) 出現度 2) 広域度 3) 中心度を評価するための因子関数の定義を述べる。

3.2.1 出現度

出現度は時刻区間 $[t_{\sigma_{k-1}}, \sigma_k]$ の映像セグメント v_{ij} において、興味対象 O がどの程度映っていたかを示す尺度である。出現度は映像セグメント v_{ij} のフレーム ($s_{i1} \dots s_{in}$) に関して評価され、出現度を評価する因子関数を式 (3) で定義する。

$$f_{app}(v_{ij}, O) = \begin{cases} 0 & (\text{if } n = 0) \\ \frac{\sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O)}{n} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (3)$$

ただし $\text{App}(s_{il}, O)$ は興味対象 O の面積が 0 の場合に 0、それ以外の場合に 1 となる関数である。

3.2.2 広域度

広域度は時刻区間 $[t_{\sigma_{k-1}}, \sigma_k]$ の映像セグメント v_{ij} において、興味対象 O が映像に映っていた場合にどの程度大きく映っていたかを示す尺度である。広域度は映像セグメント v_{ij} のフレーム ($s_{i1} \dots s_{in}$) に関して評価され、フレーム s_{il} における興味対象 O の面積を $\text{Area}(s_{jl}, O)$ とすれば広域度を評価する因子関数は式 (4) で定義される。

$$f_{area}(v_{ij}, O) = \begin{cases} 0 & (\text{if } \sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O) = 0) \\ \frac{\sum_{l=1}^n \text{Area}(s_{il}, O)}{\sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O)} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (4)$$

3.2.3 中心度

中心度は時刻区間 $[t_{\sigma_{k-1}}, \sigma_k]$ の映像セグメント v_{ij} において、興味対象 O がどの程度中心に映っていたかを示す尺度であり、映像の x 軸方向と y 軸方向のそれぞれに関して定められる。興味対象の中心度は映像セグメント v_{ij} のフレーム ($s_{i1} \dots s_{in}$) に関して評価され、フレーム s_{il} における興味対象 O の重心位置を (x_{il}, y_{il}) とすれば x 軸方向と y 軸方向の中心度を評価する因子関数はそれぞれ式 (5) および式 (6) で定義される。

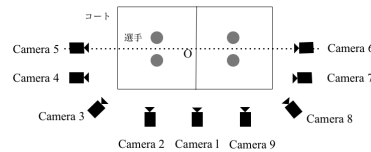


図3 多視点ビーチバレー映像のカメラ配置
Fig.3 Cameras Position of the Multi-View Video.



図4 撮影した多視点ビーチバレー映像の例
Fig.4 Sample: Multi-View Video of Beach Volleyball.

$$f_x(v_{ij}, O) = \begin{cases} 0 & (\text{if } \sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O) = 0) \\ \frac{\sum_{l=1}^n x_{il}}{\sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O)} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (5)$$

$$f_y(v_{ij}, O) = \begin{cases} 0 & (\text{if } \sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O) = 0) \\ \frac{\sum_{l=1}^n y_{il}}{\sum_{l=1}^n \text{App}(s_{il}, O)} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (6)$$

4. 主観評価値と映像観測値の適合による QoV 評価関数定義と評価

4.1 プレーに着目した映像の主観評価実験

ビーチバレーの多視点映像をプレーに着目した場合の良さについて評価してもらう主観評価実験を行った。図3に示すようにコートの周囲に並べたデジタルカメラ (CASIO EX-F1, 30fps, 640 × 480 pixels) を9台により撮影された多視点映像を用いた。コートのサイズは16m × 8mである。図4に撮影した多視点映像の一部を示す。

撮影した多視点映像を時間同期し、ボールがネットを越えるタイミングでセグメント化された映像63本 (7セグメント × カメラ9台) に対して評価を行った。主観評価実験の被験者は20代の男性10名である。映像セグメントに対して、「各動画はプレーをどの程度分かりやすく表していますか?」と質問し、0点から10点で点数付けしてもらった。点数付けの際と実験後にアンケートを実施し、映像に評価をする際にどのような基準で評価したかや評価に迷った点などを書いてもらった。

4.2 QoV 値の被験者間におけるばらつき分析

被験者の評価値はそれぞれ、各被験者ごとに平均0、分散1に正規化した。なお主観評価による点数は順序尺度であるが、本研究では便宜的に比例尺度として扱う。映像セグメント v_{ij} に対する被験者の正規化した評価値を各被験者の QoV 値とする。図5と図6に同じ時刻区間における各カメラが映す映像セグメントに対する被験者の QoV 値を示す。

各映像セグメントにおける被験者間の QoV 値の分散の平均は0.37であった。63本の映像セグメントのうち、分散の低い上位21本を評価が定まった映像、分散の高い映像上位21本を評価が分かれた映像とする。

被験者間で評価が定まった映像と評価が分かれた映像における各カメラの割合を図7に示す。評価の定まった映像ではカメラ3の割合が最も多く、次いでカメラ6の映像が多かった。逆に評価が分かれた映像はカメラ2の映像で、次いでカメラ1の映像が多かった。

評価の分かれたカメラ1とカメラ2について、被験者のアンケートからは、トスからサーブまでの流れやネット際のプレーが分かりやすかったという回答や、プレーが一部しか映っていないだったので評価を下げたという回答があった。これらのアンケート結果から、カメラ1やカメラ2においては、一部のプレーに対しては広域度が高いものの選手やボールの出現度が低く、どちらをより重要視するかに違いがでたのではないかと考えられる。

4.3 因子関数の QoV 値への影響度

定まった分散の低い上位21本の映像における被験者の QoV 値を目的変数に、平均0、分散1に正規化した映像の各因子関数の値を説明変数として単回帰分析し、QoV 値への影響度を分析した。この結果を表1-表4に示す。メイン選手に関しては、出現度と x 軸方向の

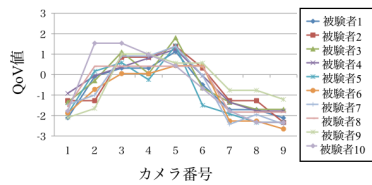


図 5 映像セグメントに対する視聴者の QoV 値例 1
Fig.5 Sample1: QoV Values of the Subjects.

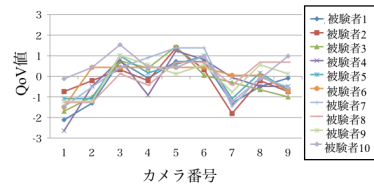


図 6 映像セグメントに対する視聴者の QoV 値例 2
Fig.6 Sample2: QoV Values of the Subjects.

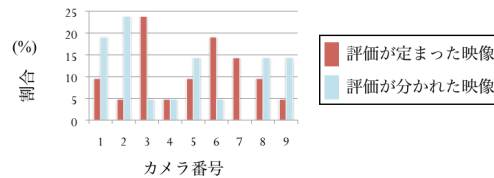


図 7 評価が定まった映像と分かれた映像における各カメラの割合

Fig.7 Percentages of the Cameras in the Low Variance Images and High Variance Images.

中心度が相関が 0.5 を超え、QoV 値を説明できる割合を示す自由度補正決定も 0.25 を超えたため、メイン選手の出現度と x 軸方向の中心度は QoV 値への影響がある因子と言える。またサブ選手に関しては、出現度と x 軸方向の中心度と y 軸方向の中心度に相関、自由度補正決定係数の値から QoV 値への影響がみられた。またボールに対しては、出現度と x 軸方向の中心度に相関、自由度補正決定係数の値から QoV 値への影響がある因子と考えられる。またメイン選手とサブ選手の和領域は、出現度はメイン選手とサブ選手のどちらも映像に映っていた割合を示し、広域度は映像に映っていた場合のメイン選手とサブ選手の和領域の大きさを示す。中心度はメイン選手とサブ選手の重心の平均位置の中心性を示す。メイン選手とサブ選手の和領域に対しては出現度、広域度、中心度ともに影響がみられなかった。全体としては、最も強い影響があったのがサブ選手の x 軸方向の中心度で、この因子関数の値のみで QoV 値を 61%説明できるという理論値となった。次いでメイン選手の出現度、ボールの x 軸方向の中心度、ボールの出現度の順で影響を示した。

4.4 影響のある因子関数による QoV 評価関数の定義と重み推定

QoV 評価関数を複数の因子関数の加重和により定義し、それらの因子関数の重みを重回帰分析により求める。4.3 節の単回帰分析の結果から、自由度補正決定係数が 0.25 を超え

る値を候補として抽出した。その結果、メイン選手の出現度と x 軸方向の中心度、サブ選手の出現度と x 軸方向と y 軸方向の中心度、ボールの出現度と x 軸方向の中心度が有用な因子の候補として抽出された。重回帰分析には各説明変数である因子関数値間に相関があると正しく適合できないため、抽出した因子関数の中で相関が 0.4 以上ある因子関数同士に関しては決定係数の低い方の因子関数を QoV 評価関数を構成する因子関数として外し、結果的にメイン選手の出現度、サブ選手の x 軸方向と y 軸方向の中心度、ボールの出現度が有用な因子として抽出された。

評価の定まった映像に対する QoV 値を目的変数、抽出された因子関数を説明変数とし重回帰分析をおこなった。得られた各因子関数の重みと式 (3)–式 (6) を用いて式 (2) にあてはめることで、カメラ c_i が映す時刻区間 $[t_{\sigma_{k-1}}, t_{\sigma_k}]$ の映像 v_{ij} に対するプレーに着目した

表 1 メイン選手の因子関数値と QoV 値の関係

Table 1 Correlations between Factor Functions Values and QoV Values about MainPlayer.

	出現度	広域度	x 軸方向の中心度	y 軸方向の中心度
相関 (R)	0.75	0.14	0.58	0.37
決定係数 (R ²)	0.56	0.020	0.33	0.13
自由度補正決定係数 (AdjustedR ²)	0.54	-0.032	0.30	0.089

表 2 サブ選手の因子関数値と QoV 値の関係

Table 2 Correlations between Factor Functions Values and QoV Values about SubPlayer.

	出現度	広域度	x 軸方向の中心度	y 軸方向の中心度
相関 (R)	0.57	0.011	0.79	0.54
決定係数 (R ²)	0.32	0.00013	0.63	0.29
自由度補正決定係数 (AdjustedR ²)	0.29	-0.052	0.61	0.26

表 3 ボールの因子関数値と QoV 値の関係

Table 3 Correlations between Factor Functions Values and QoV Values about the Ball.

	出現度	広域度	x 軸方向の中心度	y 軸方向の中心度
相関 (R)	0.64	0.31	0.64	0.23
決定係数 (R ²)	0.40	0.097	0.40	0.051
自由度補正決定係数 (AdjustedR ²)	0.37	0.049	0.38	0.00097

場合の QoV 評価関数は式 (7) として定義された。

$$\widehat{QoV}(v_{ij}, Play) = 0.16f_{app}(v_{ij}, MainPlayer) + 0.44f_x(v_{ij}, SubPlayer) + 0.21f_y(v_{ij}, SubPlayer) + 0.33f_{app}(v_{ij}, Ball) + 0.15 \quad (7)$$

各因子関数の重みは、平均 0、分散 1 に正規化した値で重回帰分析を行った標準偏回帰係数であり、QoV 値への影響度を表す値である。式 (7) のあてはまりの良さを図 5 に示す。相関が 0.91、自由度補正決定係数が 0.77 と、十分に良い精度で適合できたとと言える。

4.5 考 察

自由度補正決定係数が 0.77 であることから、今回の結果ではメイン選手とボールの出現度とサブ選手の x 軸方向、y 軸方向の中心度により QoV 評価関数を定義する事で 77% の QoV 値を説明できるという結果となった。これは 1) ボールに対するプレーイベントを起こすメイン選手とボールが映像に映っており、かつ、2) サブ選手が映像の中心に映っている映像が『良い』映像と評価されたということを示す。選手が映り続けられない映像は多視点映像のメリットを生かせる映像でもある。多視点映像では複数のカメラで撮影していることで一つのカメラから被写体が消えても他のカメラにより補える。選手の出現度の高い映像に高い評価をつけることは直感的にも合い、重要性の高い因子であると言える。2) サブ選手が映像の中心に映っている映像が『良さ』に影響した原因として、今回評価しなかった他の要素がこの値と関係しているのではないかと考えられる。たとえば相手チームの選手との関係やカメラ配置などである。今後はさらに異なる映像の観測値についてや条件を変えて撮影し実験を行うことで、この因子に関する考察を行っていくことが必要である。

表 4 メイン選手とサブ選手領域の因子関数値と QoV 値の関係

Table 4 Correlations between Factor Functions Values and QoV Values about MainPlayer and SubPlayer.

	出現度	広域度	x 軸方向の中心度	y 軸方向の中心度
相関 (R)	0.26	0.066	0.36	0.060
決定係数 (R ²)	0.066	0.0044	0.13	0.0036
自由度補正決定係数 (AdjustedR ²)	0.017	-0.048	0.082	-0.049

表 5 QoV 評価関数の評価

Table 5 Evaluation of the QoV Function.

相関 (R)	決定係数 (R ²)	自由度補正決定係数 (AdjustedR ²)
0.91	0.0.82	0.77

5. おわりに

本研究では視聴者にとっての映像の『良さ』を表す QoV という概念を用いて映像の『良さ』を評価するための評価モデルを提案した。ビーチバレーの多視点映像を対象とし映像の『良さ』に影響する因子を分析するとともにプレーに着目した場合のビーチバレーの映像評価モデルについて述べた。本手法では多視点映像の各映像セグメントの評価を行う関数を QoV 評価関数とし、QoV 評価関数を映像の物理的な観測値と主観評価で得た『良さ』の値とを適合させることにより QoV 評価関数を定義する。ビーチバレーの映像を対象として分析した結果、プレーのメイン選手とボールの出現度、またプレーのサブ選手の中心度の値が『良さ』に強く影響し、これらの値を用いて QoV 評価関数を定めることで主観評価の値と相関 0.91、自由度補正決定係数 0.77 と良い精度で評価関数を定めることができた。今後の課題として、より普遍的に有用な評価尺度の定義が行えるように、今回評価の対象としなかった映像の観測値を分析しより有用な因子を検討することが必要である。また様々なカメラ配置の映像を扱うことでカメラ配置に依存しない評価尺度へと拡張を行っていくことを検討している。

謝辞 本研究の遂行にあたり、多くの実験機会と有益な助言を頂いた中京テレビ放送株式会社の川本哲也氏らに深く感謝いたします。本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 CREST の支援と独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究「三次元映像通信・放送のための中核的要素技術」によって行われた。

参 考 文 献

- 1) Lou, J.G., Cai, H. and J. Li.: A real-time interactive multi-view video system, *Proc. ACM International Conference on Multimedia (MULTIMEDIA '05)*, ACM, pp.161 -170 (2005).
- 2) Tokai, S., Mase, K. and Fujii, T.: Pegged to Point Browsing: An Approach to Browse Multi-view Video with View Switching, and its Applications, *International Workshop on "Sensing Web" Proc.*, pp.41-46 (2008).
- 3) Shen, C., Zhang, C. and Fels, S.: A multi-camera surveillance system that estimates quality-of-view measurement, *IEEE International Conference on Image Processing (ICPC '07)*, Vol. 3, pp.193-196 (2007).
- 4) 永井有希, 丸谷宜史, 梶田将司, 間瀬健二: 視聴者の関心を考慮した Quality-of-View に基づく多視点画像の評価, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol. 110 No.414, pp.147-152 (2011).