

被写体追従視聴のための視点推薦型多視点映像視聴システム

富安 史陽^{1,a)} 村松 祐希^{1,b)} 飯田 涼太郎^{1,c)} Wang Xueting^{1,d)} 米澤 朋子^{2,e)} 平山 高嗣^{1,f)}
間瀬 健二^{1,g)}

概要: 多視点映像とは、複数台のカメラを使用し異なる視点からあるシーンを同時に撮影した映像のことである。本研究では、多視点映像の視聴において、視聴者が自身の嗜好に即して視点選択を行いながら映像を視聴するための多視点映像視聴システムを提案する。本システムは、Web による多視点映像配信を想定し、ストリーミングによる映像視聴方式を採用した。また、直感的なインターフェースとして、俯瞰画像上に設置したカメラアイコンの選択による視点切り替えとデブスカメラにより測定した視聴者の頭部位置情報に基づき視点切り替えを実現した。さらに、視点選択の負担を軽減するための機能として、個人の視聴嗜好に基づき視点推薦する方法と構図などを考慮した一般的な知識に基づき視点推薦する方法の2つを提案する。

Multi-View Video Viewing System by Viewpoint Recommendation for Target Tracking Viewing

FUMIHARU TOMIYASU^{1,a)} YUKI MURAMATSU^{1,b)} RYOTARO IIDA^{1,c)} XUETING WANG^{1,d)}
TOMOKO YONEZAWA^{2,e)} TAKATSUGU HIRAYAMA^{1,f)} KENJI MASE^{1,g)}

Abstract: Multi-view video gives an image sequence of an object or an event taken from different physical viewpoints. We have developed a multi-view video viewing system that the user can select an arbitrary viewpoint and watch the object from there. The system employs video streaming technology based on video delivery service with Internet, and provides two intuitive viewpoint selection methods, which enable the user to select a camera with a bird's eye view and using head pose. Additionally, we have proposed two viewpoint recommendation methods to release the user from effort on continuously selecting viewpoints; one is an approach based on an individual preference extracted from an edited video with personal viewpoint sequence, and the other is an approach based on a general knowledge for image and movie such as a composition.

1. はじめに

近年、臨場感のある映像表現として、多視点映像や自由視点映像が注目されている。多視点映像とは、複数台のカメラで異なる視点から同時に撮影した映像である。一方、

自由視点映像とは、多視点映像に対して視点間の映像を補間したり、3次元復元を行うことにより任意の視点を生成した映像である。このような映像の利点として、視聴者が個々の嗜好に即して視点を切り替えながら映像を視聴することができる。これにより、従来の編集された映像とは異なり、インタラクティブな映像視聴が可能となるため、より臨場感を感じながらコンサートの映像やスポーツ映像などを楽しむことができる。

しかし、これらの映像は高い視聴自由度を持つがゆえに、その自由度自体が視聴者の負担となることがある。例えば、「視聴対象を見失いやすい」、「視聴したい視点を常に選り続けなければならない」、「どのように操作すれば自分の好みに合った視聴ができるかわからない」などである。

¹ 名古屋大学 大学院情報科学研究科 社会システム情報学専攻
〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町1

² 関西大学 総合情報学部
〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1

a) tomiyasu@cmc.ss.is.nagoya-u.ac.jp

b) muramatsu@cmc.ss.is.nagoya-u.ac.jp

c) iida@cmc.ss.is.nagoya-u.ac.jp

d) wang@cmc.ss.is.nagoya-u.ac.jp

e) yone@kansai-u.ac.jp

f) hirayama@is.nagoya-u.ac.jp

g) mase@nagoya-u.jp

この問題を解決するために、様々なインタフェースや視聴支援方法が提案されている [1]-[7].

本研究では、視聴者の嗜好に即した視点を選択する視点推薦型の多視点映像視聴システムを提案する。我々は、放送番組に付随して多視点映像や自由視点映像が Web を介してインターネット配信される未来を想定している。視聴者は、インターネット配信される映像をストリーミング視聴することで、放送番組と併せて視聴することも好きな時間に映像を楽しむことも可能となる。また、タブレット端末などをコントローラにして視点の切り替えを行ったり、ディスプレイを覗き込むことで視点が切り替わるといった直感的で操作しやすいインタフェースを設計している。さらに、視点選択の負担という視聴時の課題に対して、視聴者のニーズを入力することで、視聴者の嗜好に即した視点を推薦するシステムを開発している。これにより、推薦される視点の映像を視聴しつつ興味を持ったシーンでは、視聴者が視点を切り替えることで多視点映像の利点を生かした多角度的な視聴が可能となる。また、提案する視聴支援方法は、視点数が増加した際にも適用できるものである。

以降、2章で関連研究について紹介し、3章で本システムの概要について紹介する。4章で多視点映像の撮影およびデータ処理について説明し、5章で本システムの各機能について詳細を述べ、6章でまとめる。

2. 関連研究

我々は、多視点映像を視聴するシステム [6][7] や視聴時の支援 [8]-[15] について様々な研究を行ってきた。

初めに PC 内に全ての多視点映像を保持することでローカルな環境下で動作する多視点映像視聴システム (Peg-Scope Viewer: PSV) を開発した [6]。次に、多視点映像の普及を考え、Web を介した映像配信を前提とする多視点映像視聴システム (Web-Peg-Scope Viewer: W-PSV) を開発した [7]。一般的な Web を利用した映像サービスには、ダウンロード方式とストリーミング方式があるが、PSV が前者であり W-PSV が後者である。W-PSV は、階層型マルチビューストリーミング方式を採用し、サーバから希望視点の映像をリアルタイムにストリーミングできる。

多視点映像視聴時の支援として、釘付け視聴方式を提案した [8]。本視聴方式は、視聴対象を常に画面の中心に位置づける (釘付けする) ように、平行移動させた映像を提示する方式である。これにより、視点切り替え時に、視聴対象を見失わないようにすることができる。また、釘付け視聴方式の有用性を視線配布の分析によって評価している [9]。

さらに、多視点映像は、常に視点を選択し続けなければならないといった課題がある。この課題に対して、システムが視点を推薦するといった形式の視聴支援を研究している。複数視聴者の多視点映像視聴履歴に基づいた支援として、朝倉ら [10] は、視点遷移予測モデルを提案し、次時

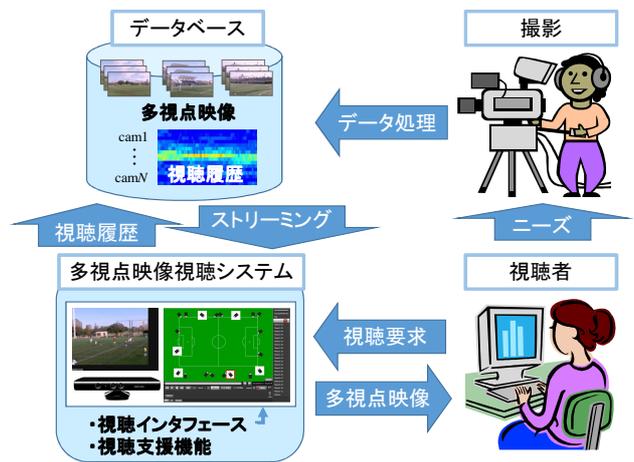


図 1 システム概略図

Fig. 1 Overall of proposed system

刻で選択される確率の高い視点の予測を行っている。丹羽ら [9][11] は、多くの視聴者が視聴した視点をつなぎ合わせて視聴例を作成し、映像の見どころを提示している。永井ら [12][13] は、C.Shen ら [14] により提案された画像の見えの良さを評価する尺度である Quality-of-View(QoV) の考えに基づき、視点の推薦を行っている。注目対象の大きさや向き、フォーメーションなどを特徴として、「特定の選手に興味がある」、「プレー自体に興味がある」などの興味に即した視点を自動選択する手法を提案した。村松ら [15] は、多視点の中から選択された視点に視聴者個人の視聴嗜好が現れると考え、QoV の考えに基づきその視点映像から得られる尺度値を学習することで、個人特化した視点推薦手法を提案している。

本研究では、これらの研究を応用し、視聴者のニーズに対してシステムが視点推薦を行うインタラクティブな多視点映像視聴システムを提案する。

3. システム概要

本システムの概略を図 1 に示す。図は、多視点映像の撮影から視聴者に映像が届くまでの一連の流れを示している。多視点映像の撮影では、複数台のカメラを用いて映像が撮影される。カメラだけでなく被写体の 3 次元的な位置が測定できるセンサなどを併用することも想定される。

次に、撮影された多視点映像やセンサ情報は、Web 上のサーバに蓄積される。また、多くの視聴者が多視点映像を見たときの視聴ログを視聴履歴として収集することで、視聴支援などに応用することができる。

クライアントは、主にインタフェースと視聴支援機能からなる。基本的な機能は、映像の提示と視点の切り替え支援、視点の推薦である。

4. 多視点映像の撮影とデータ処理

以下では、サッカー映像を対象に説明するが、多視点映像の撮影およびその後のデータ処理は汎用的なものである。

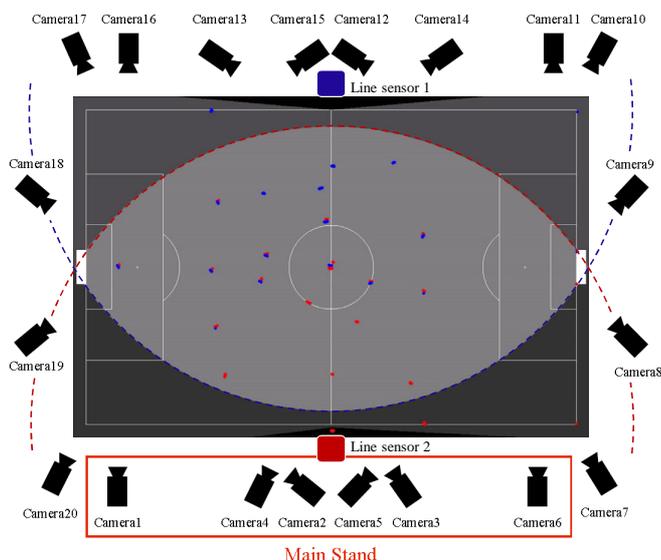


図 2 多視点映像撮影時のカメラ配置
Fig. 2 Multi-camera configuration

4.1 多視点映像の撮影

本システムでは、多視点映像と各映像上での視聴対象の位置が情報として必要である。そこで、これらの情報を取得するために必要な、多視点映像の撮影とサッカー選手（視聴対象）の 3 次元的位置の計測方法について説明する。

図 2 に示すようにサッカーフィールドの周囲に 20 台のデジタルカメラ (CASIO EX-F1, 30fps, 1920×1080 pixels) を並べ撮影を行った。Camera1~Camera6 は観客スタンド上に、その他のカメラはフィールド上に設置した。また、サイドラインとセンターラインの交点に、それぞれラインセンサ (SICK LMS511, スキャン角度 $-5^{\circ}\sim 185^{\circ}$ (分解能 0.1667°), 最大測定範囲 65m, 25Hz) を並べ、フィールド上での選手位置を測定した。ラインセンサは、半円状に赤外線を飛ばし、その平面上にある物体の座標を測定する。本撮影では、選手の腹部周辺を測定するため、地上から約 90cm の位置に測定面が地面と平行になるようにセンサを設置した。センサを 2 台用いるのは、サッカーフィールド全体を測定するためであるが、両サイドより測定しているためオクルージョンに対してある程度頑健に測定できている。各ラインセンサの測定範囲を点線で、測定した選手位置を点群で、それぞれ青色と赤色で分けて描画している。

4.2 データ処理

次に、撮影した多視点映像と選手の位置データを、本システムに表示できる形式に変換する処理について説明する。以下の処理で求める画像上での選手位置及びボール位置を、本提案システムの釘付け視聴における釘付け点として利用する。処理は大きく分けて 5 つのステップからなる。

4.2.1 時刻同期処理

取得した多視点映像とラインデータは、時刻ずれが生じる。そこで、目視で映像やデータを確認しながら、手動に

より各映像とラインデータの時刻同期を行う。

4.2.2 ラインデータ座標系での選手座標算出

取得したラインデータより、ラインデータ座標系での選手座標値を算出する。図 2 に示すように、2 台のラインセンサを使用しているため、2 つのラインデータ座標系 (1: 青・2:赤) が存在する。そこで、初めに手動により目視で確認しながらラインデータの座標系を合わせる。この時、ラインデータは地面に対して平行な座標系であるとし、ラインセンサで測定されたゴールポストを基準に用いた。

次に、ラインデータを統合し、サッカーフィールド上の各物体の座標を一意に決定する。ラインデータの角度分解能は 0.1667° であり、ラインセンサからの距離にもよるが、各物体について 10 点~30 点程のラインデータが測定される。そこで、K-means 法でクラスタリングを行う。クラスタ数は、フィールド上で観測されうる選手 22 人、審判 3 人、ゴールポスト 4 本、コーナーフラッグ 4 本の合計 33 とする。この処理を全フレームに対して行う。

最後に、各フレーム間で最近傍探索を行いクラスタの対応付けをすることで、選手の追跡を行う。まず、選手や審判などの初期値を手動により与える。そして、ラインデータ座標系での 80cm を閾値として、フレーム間でこれ以下のクラスタ同士を最近傍探索により対応付ける。この閾値は、オクルージョンなどによりデータが欠損することがあり、誤ったクラスタと対応付けられるのを抑制するためである。対応付けに失敗したものは手動により修正する。その後、追跡結果に対してデータの補間や平滑化を行い、ラインデータ座標系での選出座標とする。

4.2.3 ホモグラフィの算出

各画像座標系とラインデータ座標系間のホモグラフィ変換行列を求める。ホモグラフィ行列は、平面から平面への変換である。そこで、ラインデータは腹部の 3 次元位置を測定したものであるが、以降の処理では、ラインデータ座標系をフィールド座標系に垂直投影したデータとして扱う。

手動により参照画像とラインデータから対応点を算出する。この対応点を用いてホモグラフィ行列を計算する。次に、求めたホモグラフィ行列を用いてラインデータを画像上に投影する。この投影結果を目視により確認し、映像との誤差が最小になるように上記処理を繰り返し行う。対応点の基準として、フィールドのラインやゴールポストなどを用いるのがよいが、画像全体から偏りなく対応点を取得することが難しい場合は、選手も対応点とすることでホモグラフィの精度を向上することができる。

4.2.4 画像座標系での選手座標算出

4.2.3 により求めたホモグラフィ行列を用いて、ラインデータを各視点の映像に投影することで、画像座標系での選手位置を求める。本手法は、ラインデータを介して行っており、この処理により全視点間で選手同士の対応付けも同時に行うことができる。

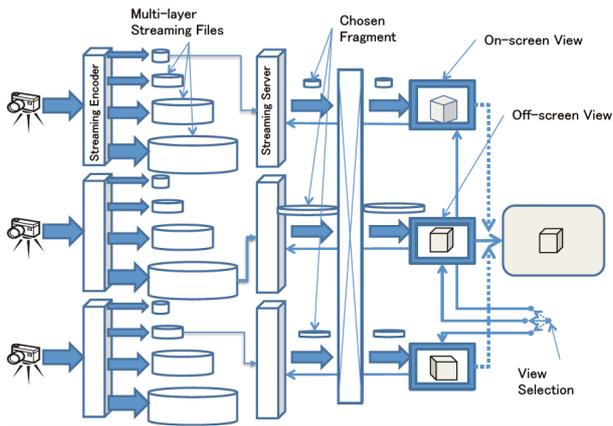


図 3 階層型マルチビューストリーミング方式

Fig. 3 Framework of synchronized multi-view streaming

4.2.5 両座標系でのボール位置算出

A. Iwatsuki ら [16] より, 一般的なサッカー映像視聴者は, サッカーボールに注目して映像を視聴しているという報告がされているように, サッカー映像において, ボールは重要な意味を持つ.

しかし, 映像からボールを自動抽出することは難しい. なぜなら, 映像上でボールは小さく, 選手などの影に隠れて見えないことが多いからである. また, ラインセンサは, 一平面上の物体形状を計測するため, 高さの変化するボールの位置は測定することができない.

そこで, ボールが地面から離れる瞬間 (キックやバウンド) を目視で確認し, 手動でボールの画像座標系位置を算出した. 本処理では, 空間変換を行うことができず, ラインデータ座標系と画像座標系間の平面変換を行うため, ボールは全てサッカーフィールド上に存在するとし, 浮き球は考慮しない. また, 手動により取得したボールデータ間は, 線形補間する. 4.2.3 で求めたホモグラフィ行列を用いて, 画像上でのボール位置をラインデータ座標系に投影する. 次に, ラインデータ座標系からその他の視点にさらに投影することで, 全視点におけるボール位置を算出することができる. ボールの自動追跡は今後の課題である.

5. 多視点映像視聴システム

我々は, Web による多視点映像配信サービスを想定しており, T. Marutani ら [7] が提案した階層型マルチビューストリーミング方式を採用している.

5.1 階層型マルチビューストリーミング方式

階層型マルチビューストリーミング方式 [7] は, サーバ上に複数のビットレートでエンコードした多視点映像を置き, 視聴要求に最適なビットレートの映像を適宜選択しながら, 全視点分の映像をリアルタイムにストリーミングするものである (図 3). 例えば, 今視聴している視点を高ビットレート映像, 次に選択される可能性の高い視点を中



図 4 インタフェース略図

Fig. 4 Proposed interface

ビットレート映像, その他の視点映像を低ビットレート映像とする. これにより, 最低限の帯域使用で全視点の映像を同期してストリーミングできるため, 視点切り替え時に遅延を生じることなく多視点映像を視聴することができる.

5.2 インタフェース

本多視点映像視聴システムのインタフェースは, 多視点映像表示画面と 2 つの視点切り替え機能からなる (図 4).

多視点映像映像表示画面 図 4(a) では, コントローラにより選択された視点の映像が表示される.

ディスプレイに対する頭部位置を利用したコントローラ 図 4(b) では, ディスプレイに対する頭部位置に応じて視点の切り替えと映像の拡大を行う. サッカーのように撮影対象の空間が広域で障害物がない場合, 空間を取り囲むようにカメラを配置して撮影することが多い. このようなカメラ配置の多視点映像では, 被写空間の周囲を歩き回るといったイメージで視点を切り替えられると直感的である.

そこで, 本システムでは, 現在の視点に対して, 右側の視点に切り替えたい場合は右方向に頭部を移動させ, 左側の視点に切り替えたい場合は左方向に頭部を移動させると, その方向の視点に切り替わるようにした. また, 映像を拡大して見たい場合は, ディスプレイに頭部を近づけると映像が拡大される. 頭部の位置測定には Kinect を用いており, Kinect により取得した頭部中心の座標 (x, y, z) に基づ

いて、上記の処理を実現している。図 4(b) 中の赤い点線は、視点切り替えの閾値を表しており、これを頭部中心が越えると視点が切り替わる。連続的に視点を切り替える際には、頭部が赤い点線を越した状態で停止すればよい。

俯瞰視点型コントローラ 図 4(c) では、俯瞰画像上にカメラアイコンを描画する。視聴者は、このカメラアイコンを選択することにより視点を切り替えることができる。俯瞰視点型コントローラをタッチパネルディスプレイなどに表示することで、指を使って選択することが可能である。現在選択している視点のカメラアイコンが赤色の枠で囲われて表示される。カメラアイコンの位置は撮影時にカメラを配置した位置を表している。

また、俯瞰画像に被写体情報などを別途表示することで、コンテンツ全体の内容把握をサポートすることができる。俯瞰画像下部には、基本的な映像視聴機能を実装してある。具体的には、左側から映像の再生・停止や映像の速度変更、釘付け点の表示 ON/OFF、視点切り替えによる視聴対象の自動追跡 ON/OFF、映像の拡大率変更などである。釘付け点と視点推薦については、後述する。

5.3 多視点映像の視聴支援

本提案システムでは、釘付け視聴方式による視聴対象の追従機能と複数視点の中から視聴者のニーズに即した視点を推薦する機能を実装した。さらに後者は、2つの推薦手法として個人嗜好型と映像評価を実装した。

5.3.1 釘付け視聴方式

S. Tokai ら [8][9] は、視聴対象を常に画面中央に表示するように、画像を平行移動して表示させる釘付け視聴方式を提案した。これにより、視点を切り替えても視聴対象が常に画面中央に表示されるため、視聴対象を見失うことがなくなる。図 4(a) に本システムにより釘付け視聴した様子を示す。中央に存在する青色選手の足元に描画された赤色の丸を、**釘付け点**と呼ぶ。釘付け点は、視聴対象の画像上での位置を表しており、この点を画面中央に表示するように画像を平行移動している様子が確認できる。また、図 4(c) の右側には釘付け点リストがある。これは、視聴対象の一覧を表しており、このリストから視聴対象を選択することにより各対象について釘付け視聴することができる。

5.3.2 個人嗜好型視点推薦支援

視聴者自身が編集した映像に基づき、個人の視聴嗜好を学習することで、次の視聴からその学習結果に基づいた視点推薦をすることができる [15]。本システムでは、視聴嗜好を学習するために画像から得られる特徴量として、特定の視聴対象に着目した際の5つの尺度を用いる (図 5)。各尺度は、ある時区間において、視聴対象がある視点の映像にどのように映るかを表している。

- (1) **出現尺度** f_{app} : 視聴対象が映像に映る時間の割合。
- (2) **距離尺度** f_{dist} : カメラと視聴対象との距離。

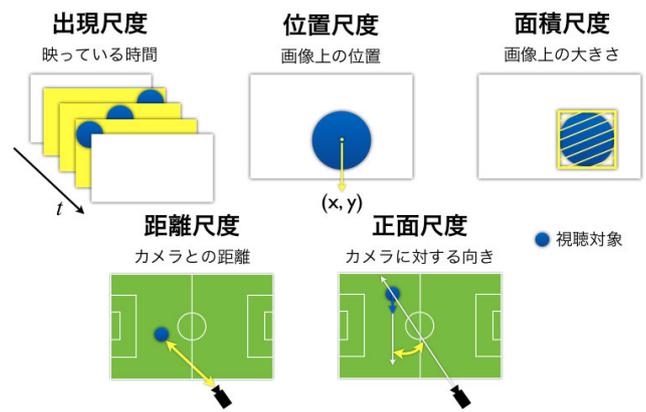


図 5 尺度の模式図

Fig. 5 Scale of individual taste

- (3) **面積尺度** f_{area} : 映像上での視聴対象の大きさ。
- (4) **位置尺度** f_x, f_y : 映像上での視聴対象の位置。
- (5) **正面尺度** f_{front} : 視聴対象のカメラに対する向き。

各視点ごとに上記尺度を用いて選ばれた視点画像と選ばれなかった視点画像の識別境界を学習し、自動視点選択の評価実験を行った。学習データとテストデータは、17シーンのサッカー多視点映像 (13~35 秒) に対して 6名の被験者 (20代男性、サッカー経験は特になし) が視聴しながら編集した 17シーンの単一映像である。この編集結果より、ある時刻において、視聴者が選択した視点映像を「視聴嗜好に即している」、その他の視点映像を「視聴嗜好に即していない」として 2 値の教師信号として学習した。特徴ベクトルは、上記尺度の組み合わせである。評価は被験者ごとに Leave one-scene out 交差検定で行い、ある時刻において全視点の識別器の出力確率のうち、上位 N 位以内に被験者が選択した視点が含まれている割合 (累積一致率 $R_a(N)$) を評価基準として用いた。

累積一致率を全シーンで平均した結果を図 6 に示す。上位 2 位までの累積一致率は、被験者全体の平均では約 80% を示しており、被験者 1、被験者 4 に関しては約 90% を示している。この結果から、個人嗜好学習により、視点の推薦が行えることが分かる。また、実際に視点を推薦する際には、急な視点の切り替えが発生しないように時系列を考慮して、全識別器の出力確率のうち上位 N 位の中から適切に視点を選択する。

5.3.3 一般知識型視点推薦支援

5.3.2 では、視聴対象に限定して、映像から得られると考えられる特徴に基づいて 5 つの尺度を定義した。一方で、一般的に知識化・定式化された人間の経験則に基づく、画像や映像に対する評価基準というものも世の中には存在する。我々は、このような基準を尺度として定義し利用することで、さらに汎用性のある一般的な映像や画像に対しても視点の推薦が行えると考えている。ここで、新しく 2 つの尺度を定義する。

- (1) **シーン尺度** f_{pos} : イベントの発生と発生場所との関係。

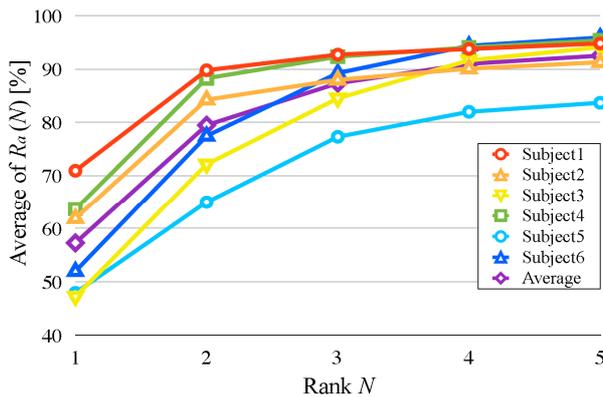


図 6 ボールを視聴対象とした時の上位 N 位までの累積一致率
 Fig. 6 Cumulative matching rate of ball viewing

(2) 構図尺度 f_{img} : 三分割法による視聴対象と構図との関係。

本システムでは、5.3.2 で定義した出現尺度 (f_{app}) と距離尺度 (f_{dist}) にこの 2 つの尺度を加えた 4 つの尺度を用いて映像評価を行い、視点の推薦を実装している。

この支援方法は、多視点映像のみから視点を推薦するため、視聴履歴を必要としない利点がある。また、視聴者の視聴要求に対して、尺度の組み合わせ方を変更したり、各尺度に重み付けを行うなどすることで様々なシーンに対応できる。しかし、尺度に依存するため、尺度の標準化が必要となる。

6. おわりに

本研究では、視点推薦することにより視聴支援を行う多視点映像視聴システムを提案した。本システムは、リアルタイムストリーミング視聴、俯瞰画像と頭部位置を利用した 2 つの視点切り替え方法を実現し、個人嗜好学習と映像に対する一般知識に基づく 2 つの視点推薦方法を提案した。

また、本システムにて表示できる多視点映像コンテンツの生成方法について説明した。本稿では、サッカーを例に取り上げたが、複数台のデジタルカメラとラインセンサを用いる手法は、汎用性のある手法である。

今後の課題として、多視点映像視聴システムとしては、視線情報やジェスチャなどを用いた操作方法を検討する。本稿では、頭部位置の測定に Kinect を使用しているが、バイアクセスを許す Web アプリとカメラを連携させることで汎用性の高いシステムに拡張していく。視聴支援では、オンライン学習によるリアルタイム個人嗜好型視点推薦や、各映像の評価に個性を持たせることで様々な視点が推薦されるような仕組みの確立を目指す。データ処理では、手動で行っている部分があり、その自動化を行う。

謝辞 本研究は、NICT 委託事業、総務省 SCOPE の支援を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] T. Kanade, P.J. Narayanan, "Virtualized Reality: Perspectives on 4D Digitization of Dynamic Events," Computer Graphics and Applications, IEEE vol.24, no.3, pp.32-40, May-June 2007.
- [2] 北原格, 橋本浩一郎, 亀田能成, 大田友一, "サッカーの自由視点映像提示における気の利いた視点選択手法," 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.12, no.2, pp.171-179, June 2007.
- [3] T. Horiuchi, H. Sankoh, T. Kato, and S. Naito, "Interactive music video application for smartphones based on free-viewpoint video and audio rendering," Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia, pp. 1293-1294, Nara, Japan, Oct.-Nov. 2012.
- [4] T. Matsuyama, S. Nobuhara, T. Takai, and T. Tung, "3D Video and Its Applications," Springer-Verlag, London, 2012.
- [5] J. Kilner, J. Starck, and A. Hilton, "A comparative study of free-viewpoint video techniques for sports events," Proc. the 3rd European Conf. on Visual Media Production, pp.87-96, 2006.
- [6] K. Mase, K. Niwa, and T. Marutani, "Socially assisted multi-view video viewer," Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces, pp.319-322, Alicante, Spain, Nov. 2011.
- [7] T. Marutani, K. Mase, T. Fujii, and T. Kawamoto, "Multi-view video contents viewing system by synchronized multi-view streaming architecture," Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia, pp.1277-1278, Nara, Japan, Oct.-Nov. 2012.
- [8] S. Tokai, T. Kawamoto, T. Fujii, and K. Mase, "Pegged to point browsing: An approach to browse multi-view video with view-switching, and its applications," ICPR 2008 workshop on Sensing Web, pp.41-46, Tampa, USA, Dec. 2008.
- [9] T. Hirayama, T. Marutani, D. Tanoue, S. Tokai, S. Fels, and K. Mase, "Agent-Assisted Multi-Viewpoint Video Viewer and Its Gaze-Based Evaluation," The 6th Workshop on Eye Gaze in Intelligent Human Machine Interaction, 2013.
- [10] 朝倉淳, 平山高嗣, 丸谷宜史, 加藤ジェーン, 間瀬健二, "多視点映像の視聴履歴を用いた視点遷移予測モデルの検討," 人工知能学会第 27 回全国大会, pp.2G1-1, June 2013.
- [11] 丹羽宏介, 東海彰吾, 川本哲也, 藤井俊彰, 丸谷宜史, 梶田将司, 間瀬健二, "多視点映像視聴支援の為のソーシャルな視聴履歴の利用," 情報処理学会研究報告. EC, vol.2011, no.1, pp.1-6, March 2011.
- [12] 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, vol.110, no.414, pp.147-152, Feb. 2011.
- [13] 永井有希, 丸谷宜史, 梶田将司, 間瀬健二, "プレーに着目したスポーツ多視点映像の評価尺度," 情報処理学会研究報告. EC, vol.2011, no.21, pp.1-6, March 2011.
- [14] C. Shen, C. Zhang, and S. Fels, "A multi-camera surveillance system that estimates quality-of-view measurement," Proc. IEEE International Conf. on Image Processing, no.3, pp.193-196, San Antonio, USA, Sept. 2007.
- [15] 村松祐希, 平山高嗣, 間瀬健二, "多視点映像における個人の視聴嗜好に即した視点画像推定手法," 画像電子学会第 267 回研究会, 大阪大学, 大阪府吹田市, 2013.
- [16] A. Iwatsuki, T. Hirayama, and K. Mase, "Analysis of Soccer Coach's Eye Gaze Behavior," International Workshop on Advanced Sensing/Visual Attention and Interaction, Nov. 2013.