

テキストと動きの時空画像による類似プレイ検索

Similar Play Estimation with Space-Time Map of Textures and Motions

吹場 拓郎[†] 青木 恭太[‡]
TAKURO FUKIBA KYOTA AOKI

1. はじめに

近年コンピュータや携帯電話などの電子機器の普及に伴い、動画を視聴する機会が増えている。そして、それと同時に動画の中から視聴者が希望する場面を検索するシステムの必要性も高まっている。

類似映像検索には、様々な種類の方法がある。例えば、スポーツ映像のカメラワークの特徴を利用して検索を行う方法[1]や、動画の輝度値の分布に着目して検索を行う方法[2]、固有空間内の軌跡の類似性に基づいて検索を行う方法[3]、不変特徴量に基づいて検索する方法[4]、特徴点の色情報を照合することで検索を行う方法[5]、画像の断面の色を抽出して検索する方法[6]などがある。また、類似映像検索の方法においては動き、不向きが存在する。カメラから異常を検出する方法においては動画内の色情報に着目するよりも、動きに着目したほうがよい場合が多い。それに対して、アニメーションなどの動きに法則性が少ない動画などでは動きに着目するよりも、色情報に着目したほうがよい場合が多い。このように動き、或いは色情報に着目した類似映像検索には長所と短所が存在する。そこで、本研究では MPEG-1 動画に含まれる動き補償ベクトル情報と色情報を組み合わせて検索する方法を野球映像における類似プレイ検索に適用した結果を報告する。

2. 類似プレイ検索

本研究では、動き補償ベクトル情報と色情報を使用する。

類似プレイ検索を行うまでの過程を図 1 に示す。

検索したい場面の時空画像（以下、テンプレートと表記）と検索対象の時空画像の比較を行う。検索対象の時空画像に対してテンプレートを 1 フレーム分ずつずらして順次比較する。動き補償ベクトル情報から作成された時空画像での検索では $R(\text{red}), G(\text{green}), B(\text{blue})$ の値の内、 R と G の値の相関を計算する。 R には X 軸の動き補償ベクトル情報、 G には Y 軸方向の動き補償ベクトル情報が存在する。色情報から作成された時空画像での検索では X 軸方向と Y 軸方向の RGB 成分の値の平均がそれぞれ保存されているので、 RGB 各成分の値の相関値及び色差を計算して比較する。

2.1. 時空画像

本研究では類似プレイ検索を行う際に色情報を保持した画像と動き補償ベクトル情報を保持した画像を利用するが、これらの画像をそのまま処理すると膨大な処理量となる。各画像に対して X, Y 各方向への投影を作成することで情報量の削減を行う。画像の行と列それぞれに対して輝度平均を計算し投影分布とする。 X 軸への投影画像と Y 軸への投影画像を横に連結することで 1 枚の画像を作成し、時間方向に連結することで時空画像を作成する。1 次元投影を行う前の画像が動き補償ベクトル情報を保持していた場合、時空画像には X, Y 軸各方向の動き補償ベクトル情報の平均が保存されている。また、色情報を保持した画像から作成された時空画像には行と列それぞれの RGB 値の平均が保存される。図 2 に時空画像の作成手順を示す。

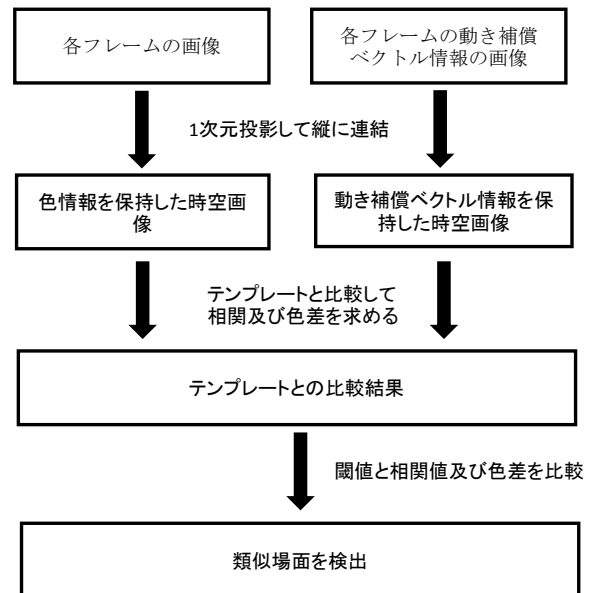


図 1 類似プレイ検索の過程

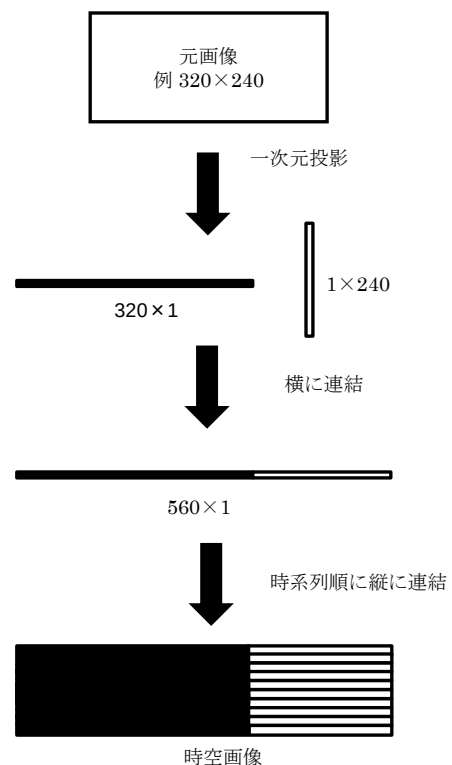


図 2 時空画像作成手順

[†] 宇都宮大学工学研究科

2.2. 検索方法

テンプレートと検索対象の時空画像の比較によって得られた相関値を正規化し、類似度ベクトルとする。動き補償ベクトル情報の場合は R と G、色情報の場合は RGB それぞれの類似度ベクトルと色差に対して閾値を設定する。全ての類似度ベクトルの値が対応するそれぞれの閾値を超えていた場合に類似した場面と判定し、色差では閾値よりも小さい値だった場合に類似した場面と判定する。投球動作を検出する場合、テンプレートと実投球シーンの開始位置にずれが発生する可能性があるため、類似度ベクトルの論理積が実投球シーンの開始位置から 60 フレーム以内に存在していた場合は投球シーンの検出に成功しているとする。

2.3. 色差の計算

以下に色差の定義式に関して記述する。

RGB 表色系から XYZ 表色系に変換するために以下の(1)から(3)の式を用いる。色差を求めるためには、テンプレート中の 1pixel の RGB それぞれの値とそれに対応した位置の検索対象の時空画像の 1pixel の値が同時に必要である。

$$X = 0.412453 \times R + 0.35758 \times G + 0.180423 \times B \quad (1)$$

$$Y = 0.212671 \times R + 0.71516 \times G + 0.072169 \times B \quad (2)$$

$$Z = 0.019334 \times R + 0.119193 \times G + 0.950227 \times B \quad (3)$$

変換した XYZ 表色系を $L^*a^*b^*$ 表色系に変換するために以下の(4)から(6)の式を用いる。 X_n, Y_n, Z_n それぞれの値は D65 光源下を想定し、 $X_n=95.045, Y_n=100, Z_n=108.892$ に設定している。

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (4)$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (5)$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (6)$$

テンプレートの 1pixel から得られた $L^*a^*b^*$ それぞれの値とそれに対応する検索対象の時空画像の 1pixel から得られた $L^*a^*b^*$ それぞれの値を(7)の式に代入することで色差 E を求める。ここで、テンプレートの $L^*a^*b^*$ それぞれを $L0^*a0^*b0^*$ とし、検索対象の時空画像の $L^*a^*b^*$ を $L1^*a1^*b1^*$ とした場合、 $\Delta L = L1^* - L0^*$, $\Delta a = a1^* - a0^*$, $\Delta b = b1^* - b0^*$ とする。

$$E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (7)$$

3. 実験と結果

本研究では高校野球の映像中の投球動作に着目して類似プレイ検索を行った。実験対象動画には MPEG-1 形式で 320×240, 30fps の 70 分間の高校野球の試合を使用した。動画中に存在する投手の投球動作数は 168 回で総フレーム数は 132485 である。また、色情報で検索する場合には投球動作の検出をすることはできないので、投手と打者が対峙している場面を検出する。動画中には投手と打者が対峙している場面が 31648 フレーム存在した。動き補償ベクトル情報を使用して検索を行う場合のテンプレートは投球動作中の連続した 20 フレームから作成した時空画像を使用する。色情報を使用して検索する場合は投球動作中の 1 フレームの時空画像をテンプレートとする。閾値は F 値(検索精度の尺度)がより高い値になるように設定する。F 値の計算式は(8)に示す。閾値の設定には Excel のソルバーを使用した。

$$\frac{2 \times \text{正解率} \times \text{適合率}}{\text{正解率} + \text{適合率}} \quad (8)$$

表 1 に実験結果を示す。動き補償ベクトル情報で検索を行った場合、検出率 60.1%、誤検出率 31.4%、F 値 0.64 となった。色情報の相関値で検索した場合、検出率 89.1%、誤検出率 10.9%、F 値 0.89、色情報の

表 1 実験結果

	投球検出率	誤検出率	F 値
動き	60.1%	31.4%	0.64
色相関	89.1%	10.9%	0.89
色差	90.7%	9.4%	0.9
色相関と動き	92.8%	18.9%	0.865
色差と動き	80%	17.2%	0.81

色差で検索した場合は検出率 90.7%、誤検出率 9.4%、F 値 0.9 であった。色情報を使用して検索したほうが動き補償ベクトル情報で検索するよりもすべての場合で優れているが、動き補償ベクトル情報での検索結果は類似プレイの検索結果を表しているのに対して、色情報での検索結果では類似した場面の検索をしているので単純に比較することはできない。また、動き補償ベクトル情報と色情報を組み合わせて検索した場合、動き補償ベクトル情報単体での検索に比べてより高い精度の検索結果を得た。

4. まとめ

動き補償ベクトル情報単体での類似プレイ検索に対し、動き補償ベクトル情報と色情報を組み合わせることにより高い精度での検索が可能であった。また、動き補償ベクトル情報と色情報の組み合わせで類似プレイ検索を行った場合の中でも、色の相関と動き補償ベクトル情報の相関を組み合わせた場合が最も精度の高い検索結果となった。

本論文での提案方式では動画中の動きと色に着目しているため、今回実験で使用した野球などの固定カメラで撮影したスポーツ動画や監視カメラでの異常検出等に向いていると思われる。

今後はテンプレートの数を増やすことでの検索精度向上の可能性、野球以外の動画での類似プレイ検索、精度を落とさずに検索速度を向上させる方法などを検討する。

参考文献

- [1] 片岡 良治, 遠藤 齊: “カメラモーションに基づく類似動画検索” 電子情報通信学会技術研究報告. DE, データ工学 99(202), pp147-152
- [2] 高橋 秀和, 児玉 明, 金田 和文, 山下 英生: “輝度分布の相関と色空間情報を利用した動画検索方式の検討”
- [3] 藤本 泰史, 岩佐 英彦, 横矢 直和, 竹村 治雄: “固有空間内の軌跡の類似性に基づく動画検索” 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 96(435), 49-56, 1996-12-19
- [4] 鈴木 一史, 加藤 俊一, 大津 展之: “同値類に基づく回転不変特徴量を用いた 3 次元物体モデルの類似検索” 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-パターン処理 J86-D-II(8), 1234-1243, 2003-08-01
- [5] 木村 昭悟, 川西 隆二, 大塚 和弘, 柏野 邦夫: “重み付き特徴点照合に基づく高速画像検索” 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 105(118), pp7-12, 2005-06-09
- [6] Ricquebourg, Y, Boutheymy, P: “Real-time tracking of moving persons by exploiting spatio-temporal image slices” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence Volume 22 Issue 8, August 2000
- [7] 青木 恭太: “動きに基づく類似映像検索,” 信学論, vol.J92-D, no.10, pp.1743-1745, October, (2009).
- [8] 片岡 良治, 遠藤 齊: “MPEG 符号化情報に基づく類似シーン検出方法,” 情報処理学会論文誌, NoSIG3, 41, pp37-45, (2000).