

November 8, 2019

時間重みと外的基準を用いた動作評価手法

はじめに
手法について
動作評価実験
終わりに

富山県立大学 情報基盤工学講座

1. はじめに
2. 手法について
3. 動作評価実験
4. 終わりに

November 8, 2019

背景

背情報化社会の発展に伴い、動画画像認識の研究が盛んにおこなわれている中、スポーツ分野に注目すると、卓球の球の回転速度を測定したり、バレーのワンタッチがあったかどうかの判定や、自分の動きを詳しく分析することによって技術の向上を目指すなど動画画像処理の技術が使われる。だが出来栄えを評価するスポーツ（フィギュアスケートなど）の評価は審査員の判断（外的基準）も用いられる。

目的

これまで動画処理が分析する内容は客観的な物理情報だけである。経験値のあるエキスパートによる外的基準と動きを分析した客観的基準を統計的な枠組みにより対応づけ、汎用かつ実用的なシステムを構築する。

はじめに

手法について

動作評価実験

おわりに

これまでの研究

～複数の人間が歩行する映像からの人数の同時計測～
動き特徴として対象の切り出しが不要でかつモデルを用意する必要がない

立体高次局所自己相関（CHLAC）特徴が使用され、この特徴と外的基準（人数）を重回帰分析により対応付け、高精度な同時計測が可能

↓

この研究では映像フレームごとの重要度は考慮されていない。

- ・ CHLAC 特徴

- ・ 外的基準

この2つを重回帰分析により重み付きで対応付ける。

先行研究で追及されなかったフレームごとの重要度に関しては、

- ・ 時間的伸縮も考慮し、

- ・ フレームごとの重要度を表す時間重み考慮し、

→予測性能の向上をはかる。

結論

時間重みを考慮した CHLAC 特徴と映像の外的規準を、線形判別分析及び重回帰分析により関係づけ、映像から自動的に動作評価を可能にする手法の提案した。映像の時間的伸縮を吸収するためフーリエ級数展開による連続関数として時間重みを導入、外的規準に従い最小二乗規準による最適化を行った。

CHLAC とは

1 「CHLAC」 立体高次局所自己相関特徴法

動画像認識の方法の一つ。

2次元画像を対象とする HLAC に時間軸を加えることで 3次元に拡張したもので、動画像中に出現する対象の「形」と「動き」を表現することが出来る。

映像の中の対象物の画像特徴量。

長所

画像全体に現れる時空間変動をコンパクトに表現できる
対象物が複数いた場合でも、各々の動作に対応する特徴量の和により表現可能

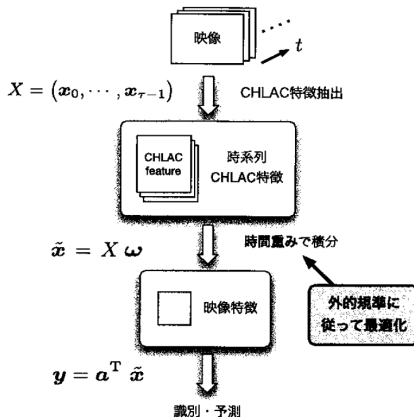


図 1 時間重みを用いた動作評価手法の概略

- ω = 時間重み
- α = 重回帰分析により得た係数

時間重みを用いた映像特徴の抽出

7/17

CHLAC 特徴の重み付き積分により映像全体に関する特徴（映像特徴）を抽出する。

γ フレームの映像から抽出される時系列の CHLAC 特徴を、 $x_t \in R^d$ 、時間重みを、 $\omega_t \in R$ としたとき、映像特徴は、

$$\tilde{x} = \sum_{t=0}^{\tau-1} \omega_t x_t$$

で表される。

（ R は動画像中の範囲、 d は CHLAC 特徴の次元数）

7/17

時間重みを用いた映像特徴の抽出

8/17

この時間重み ω_t は離散的でかつ、有限区間で定義されるのでそのフーリエ級数変換は、

$$\tilde{\omega}_t = \sum_{n=0}^{\tau-1} \xi^{(n)} f_t^{(n)} \quad (3)$$

$$\xi^{(n)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\tau}} \sum_{t=0}^{\tau-1} \omega_t & (n=0) \\ \frac{1}{\sqrt{\tau}} \sum_{t=0}^{\tau-1} \omega_t \cos \frac{2\pi}{\tau} \frac{(n+1)}{2} t & (n=1, 3, \dots) \\ \frac{1}{\sqrt{\tau}} \sum_{t=0}^{\tau-1} \omega_t \sin \frac{2\pi}{\tau} \frac{n}{2} t & (n=2, 4, \dots) \end{cases}$$

$$f_t^{(n)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\tau}} & (n=0) \\ \frac{1}{\sqrt{\tau}} \cos \frac{2\pi}{\tau} \frac{(n+1)}{2} t & (n=1, 3, \dots) \\ \frac{1}{\sqrt{\tau}} \sin \frac{2\pi}{\tau} \frac{n}{2} t & (n=2, 4, \dots) \end{cases}$$

とおく.

8/17

さらにこの $f_t^{(n)}$ と時系列の CHLAC 特徴 (x_t) の積を $h^{(n)}$ と定義すると

$$\tilde{x} \simeq \sum_{n=0}^{m-1} \xi^{(n)} h^{(n)}$$

に変換できる

m…基底関数 (γ) の数を上位 m 個の低周波成分の限定する

側転の映像と、その出来映えを表す外的規準（1～5点からなる総合評価）を用いて成功、失敗の識別実験及び評価値の予測実験を行う。

設定：小学校の体育の授業で撮映した生徒 65 人分のサンプル映像を用意、フレームレートは 29.97 とする。

外的規準評価法：

体育教師 3 人が 1 人 1 人の映像に対し 1 ～ 5 点で評価。3 人の平均を総合評価点とする。

この評価点を量的外的規準とし、総合評価値の予測実験を行う。

総合評価予測：

65 人の側転映像から得られる時系列の CHLAC 特徴と、量的外的規
準の総合評価を使用し、側転の総合評価値の予測実験を行う。

* 時間重みの最適化方法

- ・ 最小二乗規準による最適化

外的規準が各データ（生徒）に得点として与えられている場合（量的データの場合）、時間重みの最適化は最小二乗規準を用いる
外的規準として量的データが付与されている N 個のフーリエ重み付き CHLAC 特徴 H_i の最小二乗規準を

$$J(\boldsymbol{\xi}) = \sum_{i=1}^N \left(y^{(i)} - \hat{\mathbf{a}}^T H_i \boldsymbol{\xi} \right)^2 + \lambda \|\boldsymbol{\xi}\|^2$$

と定義。

$\mathbf{a}'$ は偏回帰係数、 $y^{(n)}$ は、 $\mathbf{x}$ の外的規準。

側転動作評価実験：評価値予測

14/17

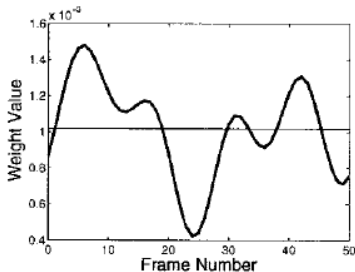
このように最小二乗規準で時間重みを最適化する。予測器は重回帰分析、Leave-one-out 法で平均二乗誤差の評価を行う。

表 2 側転の総合評価値の予測結果

時間重みの最適化手法	平均二乗誤差
最適化なし	0.518
最小二乗規準	0.411

表 2 のように時間重みの最適化を行うことで予測精度が向上することが分かった。

14/17



最小二乗規準による時間重み

このグラフから開始直後、中間の重みが強いことが分かる。

側転動作評価実験：評価値予測

16/17



(a)「失敗」



(b)「成功」

実際にフレーム25の時の失敗した人と成功した人の画像を比較してみると膝などが大きく違うことが分かる。

→時間重みが強いつレームの時、評価するポイントとしてあげられることを意味する。

つまり時間重みの導入より、動作の識別、評価の予測精度が向上する。

16/17

まとめ

- ① 時間重みを考慮した CHLAC 特徴と映像の外的規準を、線形判別分析及び重回帰分析により関係づけ、映像から自動的に動作評価を可能にする。フーリエ級数展開による連続関数として時間重みを導入、外的規準に従い最小二乗規準による最適化を行った。

今後の課題

- ① 時間重みの最適化を基底関数に位相を加えることで時間重みの位相も同時に最適化する手法への拡張が考えられる。
- ② 重み付けを行う対象を時間方向だけでなく空間方向へ拡張することも可能性としてあげられる。