

圧縮特徴空間内での繰り返し照合を用いた 長時間映像からの同一区間映像の高速検出

Fast retrieval of identical video segments in a long video stream
with an iterative comparing process in the compressed feature space

野田和広[†] 目加田慶人[‡] 井手一郎[†] 村瀬洋[†]
Kazuhiro Noda Yoshito Mekada Ichiro Ide Hiroshi Murase

[†]名古屋大学 Nagoya University [‡]中京大学 Chukyo University

Abstract: To retrieve all the identical video segments from a long video stream, an iterative comparing process is required, in which the amount of computation increases in multiple order. We propose a method for iterative comparison in a feature-compressed space, so that the global amount of computation should be cut down by converting part of the iterative comparison to a linear-ordered feature compression process. According to a preliminary experiment, we estimate that the computation time should remarkably decrease when we apply the method to a longer video stream.

1 はじめに

記憶装置の高性能化により、長時間の映像データを蓄積できるようになってきている。これに伴い、大量の映像を高速に検索する技術が必要とされている [3]。

従来、長時間映像中から特定の映像を探し出す映像探索手法 (図 1(a)) は多数提案されている。本研究ではこれらの手法とは異なり、長時間映像中に存在する不特定多数の同一区間映像 [2] を、映像中から全て検出することを目的とする (図 1(b))。例えば、従来のテレビCM調査システム [1] では、キーとなる新規のCMを手で映像中から抽出し、データベース化する必要があったが、本手法により新規CMのデータベースの自動構築が可能となる。

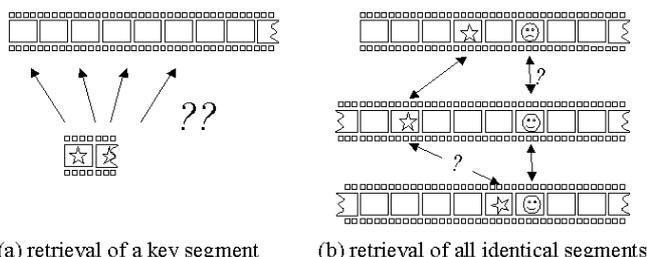


Figure 1: Comparison of conventional and proposed methods

通常の映像探索では、キーの映像と長時間映像中の区間映像との照合を、区間を少しずつしながら 1 回ずつ行えばよいので、長時間映像の時間長に比例して計算量が増加する。一方、不特定多数の同一区間映像を全て検出する場合は、事前にキーとなる区間映像を特定できない。したがって、長時間映像中のある区間映像をキーと考え、その区間映像と長時間映像中の他の区間映像を少しずつしながら照合し、1 回ずつ照合したら、キーを少しずつして、再度全ての区間映像との照合を繰り返すことになり、時間長の 2 乗オーダーに比例して計算量が増加してしまう。

本研究では、この繰り返し照合の処理を、圧縮特徴空間内で行うことで、計算量を削減する手法を提案する。

2 同一区間映像の高速検出手法

上記の問題を解決するために、圧縮した特徴空間内で繰り返し照合を行う手法を提案する。本手法は長時間映像中の各区間映像に対し、特徴量の次元圧縮を行う。そして低次元の特徴空間内での繰り返し照合により同一区間の候補を絞り、次の段階でより高次元の特徴量で照合することにより、同一区間を検出する (図 2)。次元圧縮に要する計算量は、長時間映像の時間長に対し線形オーダーである。従って本手法の意義は、長時間映像から同一区間映像を全て検出する際に行う繰り返し照合 (2 乗オーダー) を、一部線形オーダーの次元圧縮に置き換えることで、全体の計算量を抑制する点である。つまり次の式を実現する。

$$cn^2 \implies an + bn^2 \quad (c \gg b) \quad (n: \text{number of frames})$$

なお、特定の映像を探す、通常の映像探索に本手法を適用しても効果は少ない。なぜなら次元圧縮段階で、映像探索時に行われる処理とほぼ処理量が等価な演算が入ってしまうためである。

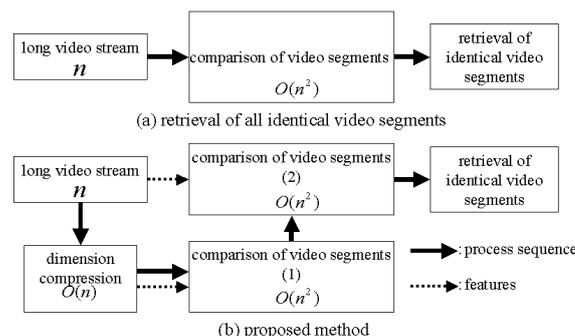


Figure 2: Computation-cut by feature compression

本手法の処理手順を簡単に説明する．長時間映像の照合以前に行う準備処理と，照合を行う映像検出処理とに分離して述べる．

2.1 準備処理 (オフライン)

映像の照合以前に行う処理として，事前に集めた種々の映像から固有ベクトルを生成する．ここでは，十分多くの映像を集めれば，一般的な映像の性質を推定できると仮定している．

2.2 映像検出処理 (オンライン)

特徴次元圧縮 照合を施す映像に対し，次元圧縮を行う．本手法では 2 段階で次元圧縮を行う．第 1 段階ではフレーム単位の次元圧縮，第 2 段階では連続する複数のフレームをまとめた次元圧縮を行う (図 3)．

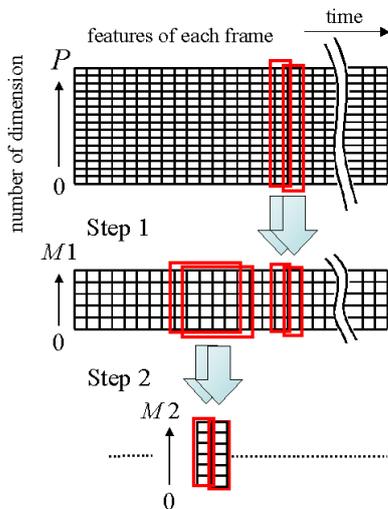


Figure 3: Feature compression

区間映像間の照合 次元圧縮を行った映像特徴を用いて，長時間映像中の各区間映像の間で繰り返し照合を行い，同一区間映像の候補を検出する．その候補に対し，本来のより高次元の映像特徴を用いて詳細に照合する．

事後処理 以上の処理により検出した区間映像の両端を，フレーム単位で調整し，検出結果として出力する．

3 実験と考察

サンプル映像に対し，本手法，本手法において 1 段階目の次元圧縮のみ行う手法，圧縮しない手法を適用したときの結果を比較，検証する．

実験の結果からより長時間の映像に適用したときの計算時間を予測したところ，図 4 のように，より長時間の映像に適用するほど，提案手法の効果が大きくなることが期待される．

また各手法において，同一区間映像以外の類似した区間映像が検出されたが，誤検出は無かった．

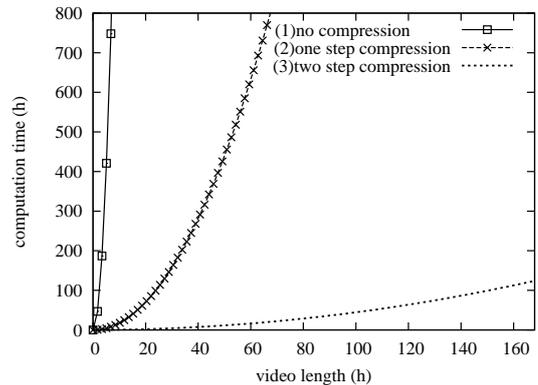


Figure 4: Estimated computation time when applied to a longer video

4 おわりに

本稿では，長時間映像中の全同一区間映像の高速検出のために，圧縮特徴空間内で繰り返し照合を行う手法を提案した．実験と考察により，1 週間程度の長時間の映像に対して適用したときに，大幅に計算量を削減できる見通しを示した．今後の課題として，より長時間の映像での実際的な評価，従来の映像探索手法との併用，新たな特徴次元圧縮法の検討等を考えている．

謝辞

本研究の一部は，文部科学省・日本学術振興会科研費及び，21 世紀 COE 補助金によった．

参考文献

- [1] 柏野邦夫, 村瀬洋: “音や映像を瞬時に探すアクティブ探索法”, NTT R&D, vol.49, no.7, pp.407-413, 2000.7
- [2] 山岸史典, 佐藤真一, 浜田喬, 坂内正夫: “大規模映像アーカイブにおける同一映像断片探索の高速化”, 画像ラボ, pp.15-18, 2002.8
- [3] 木村昭悟, 柏野邦夫, 黒住隆行, 村瀬洋: “音や映像の高速探索のための動的分割に基づく特徴次元削減法”, 信学技報, PRMU2002-167, pp.127-131, 2002.12

名古屋大学大学院情報科学研究科
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
Phone: 052-789-3308, Fax: 052-789-3807
E-mail: knoda@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp