

最適矩形波近似による代表ビデオフレーム選択

5P-1

伏木田 勝信 樋渡 良継 脇 英世†

通信・放送機構 東京臨海部リサーチセンター †東京電機大学

1. はじめに

映像（ビデオ）検索方式の検討を行ってきたが [2,3,4,5]、ビデオインデックスの自動作成は、効率的な映像検索システム実現のため不可欠である。今回、ビデオインデックス自動作成の中核となる代表ビデオフレームの最適選択方式について、新方式の提案を行い客観評価実験を行ったので報告する。

2. ビデオインデックスの自動作成

ビデオ検索システムは、図1に示すように、前処理としてビデオデータのインデックスを自動作成するビデオインデックス自動作成部、ビデオデータベースを持つVODサーバ、ビデオから抽出したインデックスファイルとイメージ検索エンジンを搭載、類似画像検索を行う検索サーバ、そして検索要求を出すクライアントで構成される [2,4]。

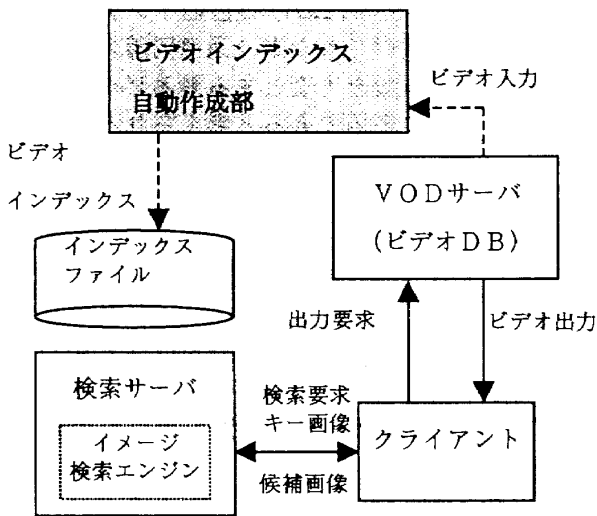


図1 ビデオ検索システムの概要

ビデオインデックスとして代表フレーム抽出を行う方式としては、等時間間隔に選択する方式、前後のフレーム間の特徴パラメータ値の差分を用いる方式などが知られているが、まだ、十分効率が良く、信頼性の高い方式は確立されていないと思われる。

Representative video frame selection method using optimum step-wise wave function approximation/ Katsunobu Fushikida, Yoshitsugu Hiwatari and †Hideyo Waki / Tokyo Waterfront Research Center, TAO Japan  
† Tokyo Denki University

3. 最適矩形波近似による代表フレーム選択方式

ここでは、代表フレーム選択方式として、図2に例示するように、原ビデオの特徴値列 ( f(t) ) を最適に矩形波近似するビデオフレームを代表として選択する方式を提案する。本方式は、定められた評価関数に対して最適性の保証された代表フレームを選択でき、ロバストな方式であると考えられる。

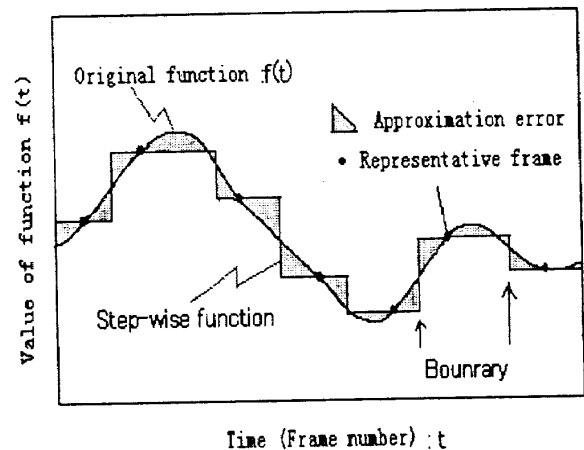


図2 矩形波関数 (Step-wise function) 近似方式

4. DPを用いた最適選択アルゴリズム

N個のビデオフレームを含むブロックにおいて、ビデオの特徴ベクトル系列 { F<sub>n</sub> : n=1,2, ..., N } に対する、I個の最適矩形波近似を行う代表フレームと代表する区間の境界はダイナミック・プログラミング法 (DP法) を用いて、次に示される漸化式を解くことにより同時に求めることができる [1]。

$$G(n,i) = \text{Min}_{1 \leq l < i \leq n} \{ G(n-1,i-l) + D(n,i;n-1,i-l) \} \quad (1)$$

ここで  $i=1,2,\dots,I$  and  $n=1,2,\dots,N$

$$D(n,i;n-1,i-l) = \text{Min}_{0 < j < i-l} \left\{ \sum_{k=i-l+j}^i d_{i,k} + \sum_{k=i-l}^{i-l+j} d_{i-l,k} \right\} \quad (2)$$

$$G_{\min} = \text{Min}_{1 < l < I} \{ G(N,I-l) + \sum_{i=I-l}^I d_{i,I-l} \} \quad (3)$$

ここで  $d_{ij}$  は I 番目と j 番目の特徴ベクトル間の距離 (  $d_{ij} = d(F_i, F_j)$  ) を表す。

$G$  は評価関数で距離 ( $d$ ) の積算値である。

最適な代表フレーム番号と境界位置は (3) 式の  $G_{min}$  に付随して求められる。

### 5. 代表フレーム選択実験と結果

代表フレームの選択実験を以下の3種類の方式について客観評価実験を行った。

- (1) 等時間間隔選択方式: Equ.
- (2) 差分と閾値を用いた選択方式: Dif.
- (3) DPによる最適矩形波近似方式: DP

ビデオデータベースとしては、サッカー、野鳥ビデオなどの約180秒のAVI形式(30フレーム/秒)のビデオサンプルを用いた。

評価関数としては、特徴ベクトルとしてRGBヒストグラムを用いる方式と2フレーム間の相違ピクセル数をフレーム間の距離として用いる方式との2通りの場合について実験を行った。

図3に評価関数として、RGBヒストグラムに基づいたものを用いた場合の3方式の比較結果を示す。DPアルゴリズムを用いた最適矩形波近似方式(DP)によれば、代表フレーム数を1/2程度にしても、等時間間隔方式(Equ.)、などと比べ近似誤差が同程度以下であり、提案した方式が有効であることが確認された。評価関数として、2フレーム間の相違ピクセル数に基づいたものを用いた場合もほぼ同様の結果が得られた。

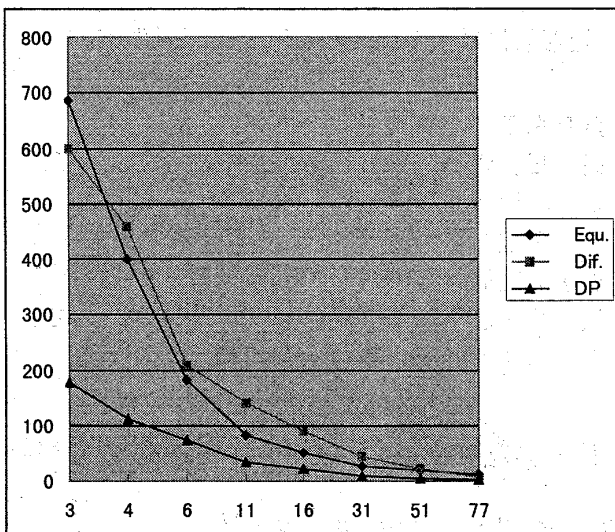


図3 3方式 (Equ., Dif., DP) の比較。横軸は代表フレーム数、縦軸は評価関数値を表す。

ビデオインデックスの自動作成方式を検討するための実験システムはPC上(Windows 95/NT)に作成した。選択された代表フレーム等を表示する実験システムの画面例を図4に示す。

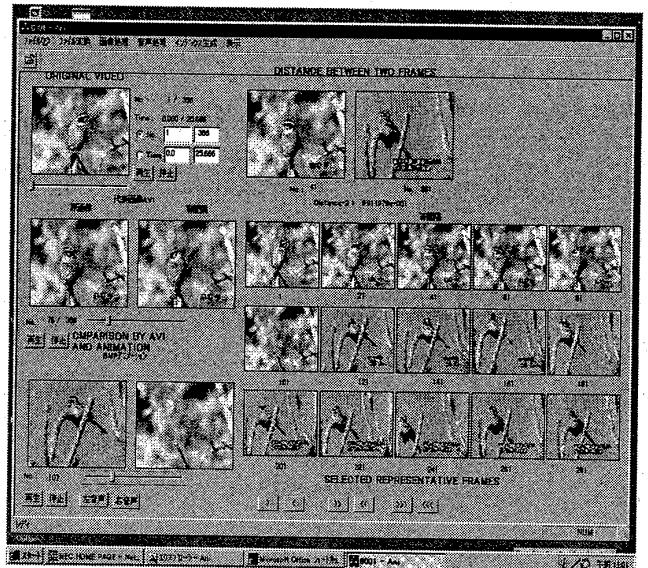


図4 実験システム画面例 (右下が代表フレーム)

### 6. 応用等についての検討

・ここでは、ブロック毎の代表数を固定としたが評価関数値等に基づいて代表数を変えて選択する方式も容易に構成することができる。

・処理量を考慮すると等時間間隔選択方式とDP方式との併用方式が現実的である場合も考えられる。

・本方式は、映像検索における自動インデキシングを目的として検討されたが、通信回線の容量変化に応じてフレーム数を可変とする最適ビデオ圧縮方式としても有効に適用できると考えられる。

### 7. まとめ

DPアルゴリズムを用いた最適矩形波近似方式による代表ビデオフレーム選択方式について提案し、客観評価実験により、従来方式に比べ、近似誤差を変えずに1/2程度に代表フレーム数を低減することができることを実証し、その有効性を確かめた。

残された課題としては、音と画像を用いたマルチモーダル映像検索方式 [3,5] に適した評価関数の検討および主観評価実験による評価等がある。

参考文献: [1] 伏木田、最適矩形波近似を用いた可変フレーム周期音声分析合成方式、日本音響学会講演論文集、1978-5。 [2] 伏木田、樋渡、イントラネットを利用した対話型分散画像検索システム、電子情報通信学会総合大会'97、1997-10。 [3] 樋渡、伏木田、マルチモーダルインデックスによるパラレル画像検索方式、DICOMO '98、1998-7。 [4] K. Fushikida, Y. Hiwatari, H. Waki, Content-based Image Query Method using Parallel Retrieval Scheme, ICCIMA '98, 1998-2。 [5] K. Fushikida, Y. Hiwatari, H. Waki, Content-Based Video Retrieval Method using a Visualized Sound Pattern, IFIP VDB-4, 1998-5。