

マルチメディアデータベースの効率的な類似検索方法の研究

—京都アート・データベースのための高度情報検索方法の研究—

川越恭二

Abstract: We require the efficient searchable system for Kyoto culture information such as digitalized paintings, pictures, films and so on.

Especially, under the environment where the mass quantity of the digitalized multimedia database would be produced more than ever in the future, there will be high needs of the efficient researching systems.

Therefore, in this research project, we intend to develop a new method which applies the ever proceeding analogical searching methods of the time-series data to the multimedia data, and at the same time, research for the method and its application for searching the mass multimedia data efficiently.

In this report, we describe our point of view in the efficient analogical searching methods as well as discuss picture, music, and movement data by proposal methods, and analogical searching method and its evaluation results aiming at the web sites.

As a result of this evaluation, it was revealed to reduce the time for the analogical searching management dramatically without degrading its quality.

1. はじめに

映像，音楽，行動，Webサイトなどのマルチメディアデータベース への検索処理は，データの持つ特性から非常に時間のかかる 処理であり，また，検索処理精度も低下するという問題が 存在する．特に，類似したデータを取り出す類似検索処理は 完璧な結果を得るには一つ一つ類似性を調べる必要がある． 検索品質の低下を抑えしかも処理時間的な効率を改善する 新たな方法が強く求められている．さらに，マルチメディアデータには 先のように様々なメディアが存在し各々独立に検索方法を開発 することはリソースの増加と招くほか，検索結果の有効性が不明確 となってしまう．

そこで，本研究では，マルチメディアデータの類似検索処理 を統一的に扱うことが可能な方法を提案する．提案する方法は， 類似検索だけでなく，今後は情報分析に不可欠なデータマイニングの 基本方法としても適用可能であると考ええる．以降に，まず，マルチメディア類似検索 方法の基本的考え方を述べたのち，映像，音楽，行動，マルチメディアWebサイト への類似検索処理方法と評価結果について記述する．

2. マルチメディアデータ類似検索

マルチメディアデータの類似検索を行う際，マルチメディアデータ間の距離あるいは類似度の定義 と個々のマルチメディアデータ検索処理の効率化を図ることが重要である． しかし，類似性判定は人間の主観的判断に通常は依存するため，

以降では，マルチメディアデータの情報を k 次元ユークリッド空間で記述し，類似性をユークリッド距離によって定義する．

しかし，このユークリッド距離を用いて個々のデータ間の距離を調べ最も距離の近いデータを求める操作は非常に処理時間のかかる方法である．そこで，オリジナルな空間とは異なるより低次元の特徴空間に変換し，その特徴空間での類似性を求めて効率化を図る方法が提案されている．例えば，画像では，カラーヒストグラムに変換し，ヒストグラムの類似性を 用いて画像の類似性を判定する方法である．しかし，オリジナルな空間と 特徴空間とが距離の順序関係を正しく保持していることはまれである．Faloutsos は，類似検索の精度を維持するために必要な不等式を 提案した[1]．これを no false dismissals の保証と呼ぶ． $D_{feature}(F(O_1), F(O_2)) \leq D(O_1, O_2)$ ここで， D および $D_{feature}$ は各々オリジナル空間，特徴空間での距離関数である．また， F は特徴空間への変換関数， O_1, O_2 は比較するマルチメディアデータ でありどんな 2 つのペアでも上記の不等式が成立しないといけない．この不等式が成り立てば，特徴空間で類似していない対象物は，オリジナル空間でも 類似していないということを保証でき，特徴空間での検索処理結果の妥当性を 保証する．しかし，特徴空間で類似していても，オリジナル空間で類似している ということは保証されない．図1参照．

特徴空間への変換関数の例としては，カラーヒストグラム，離散フーリエ変換，Harr基底でのWavelet変換がある．

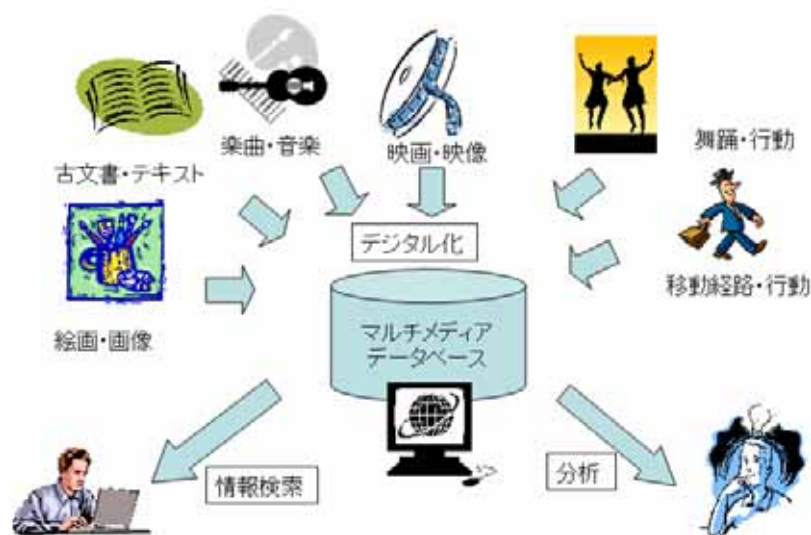


図 1. マルチメディア類似検索の考え方

DFT(離散フーリエ変換) の変換式を 下記に示す．

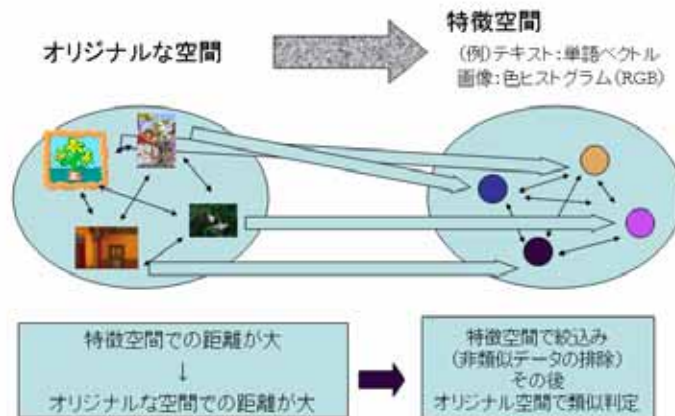


図 2. 多段階フィルタリング

$$X_f = 1/\sqrt{n} \sum_{i=0}^{n-1} x_i \exp(-j2\pi f_i/n)$$

$$f = 0, 1, \dots, n-1$$

マルチメディアデータはデータ量およびデータ件数とも大量であるため，上記のようなカラーヒストグラム，DFT等の単一の特徴空間では 十分ではない．そこで，本研究では，多段階に特徴空間に変換しフィルタリングを行う 多段階フィルタリングを提案し実現を行った(図2)．以降に，映像データ，音楽データ，行動データ，Webサイトデータを対象として本方法の 実現と評価結果について説明を行う．

3. 映像データの類似検索

映像データを対象とし，映像自体を問合せとして与え，その映像を 部分的に含むような類似した映像を検索する方法を開発した．

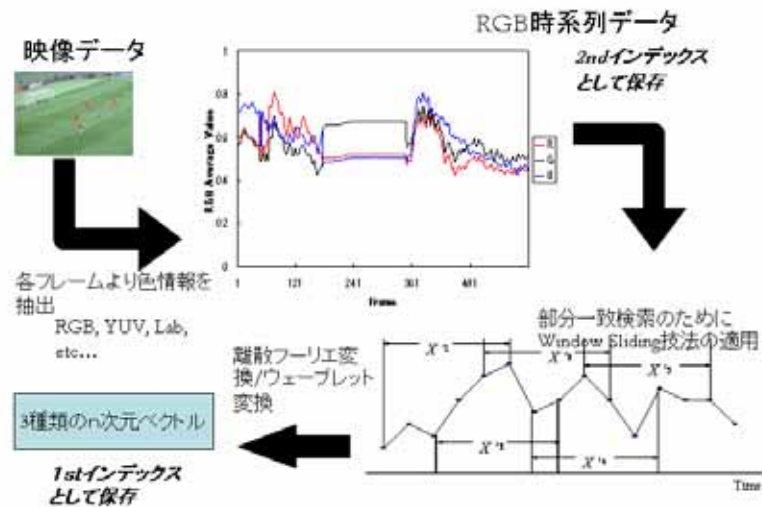


図 3. 映像データの類似検索

映像データは他の種類のデータと比較してデータ容量が大きいため、インデックスのデータ量を抑えることと、大量の映像データの中から、利用者の望む映像を効率よく探し出すために、全く関係のない映像データを効率よく排除する必要がでてくる。

この問題を解決するために、まず映像データの各フレームからRGBのヒストグラムを求め、各々時系列データに変換する。さらに、これらRGBの3種類の時系列データを DFTの変換を行う。類似検索処理は、まずDFTを用いて第一フィルタリングを行い、類似していない映像を排除する。さらに、RGBの3種類の時系列データでフィルタリングを行い、最後にオリジナルな映像間での比較を行い類似している映像順に出力する。（図3参照）

評価結果を図4に示す。図に示すように段階的に類似検索フィルタリングを行うことで、効率的かつ高品質な結果を得ることができる。

	実行時間
2-Phase Filteringを用いた提案方法	0.19
時系列データのみを使用した場合	1.0

再現率=出力結果内の正解データ数/正解データ数

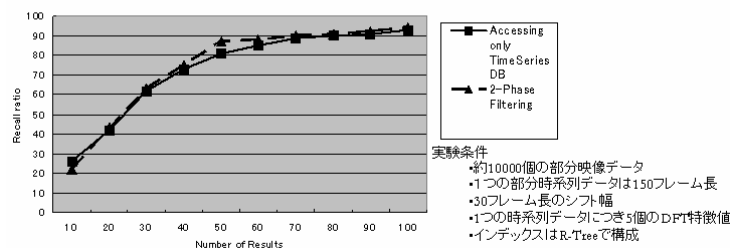


図 4. 映像データの類似検索方法の評価結果

4. 音楽データの類似検索

音楽データの類似検索には、楽曲の印象を用いた類似検索方法があるが、MIDI データを用いたメロディによる類似検索方法を対象とする。類似検索を行うために、下記の2種類のインデックスを用いる。まず、楽曲の音の高低、強弱のデータを抽出し時系列データのインデックスと、この時系列データのDFTへの変換によって求めたインデックスである(図5)。したがって、類似検索処理は、まずまずDFTを用いて第一フィルタリングを行い、類似していない映像を排除する。さらに、2種類の時系列データでフィルタリングを行い、最後にオリジナルな楽曲間での比較を行い類似している楽曲順に出力する。

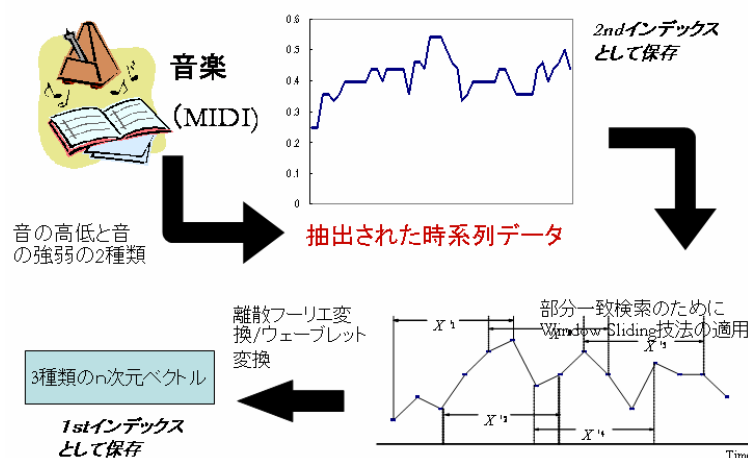


図 5. 音楽データの類似検索手法

評価結果を図6に示す。図に示すように段階的に類似検索フィルタリングを行うことで、効率的かつ高品質な結果を得ることができる。

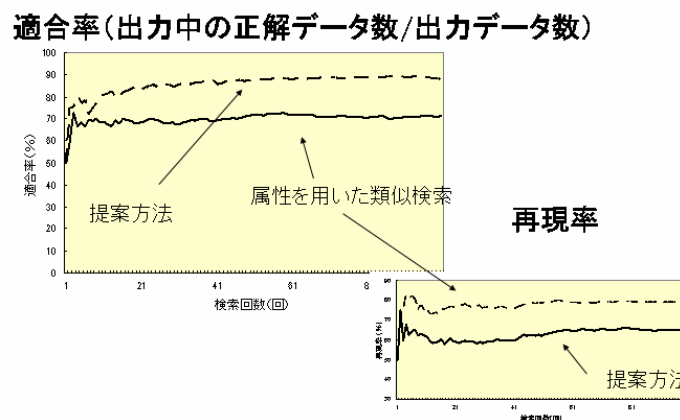


図 6. 音楽データの類似検索手法の評価結果

5. 行動データの類似検索

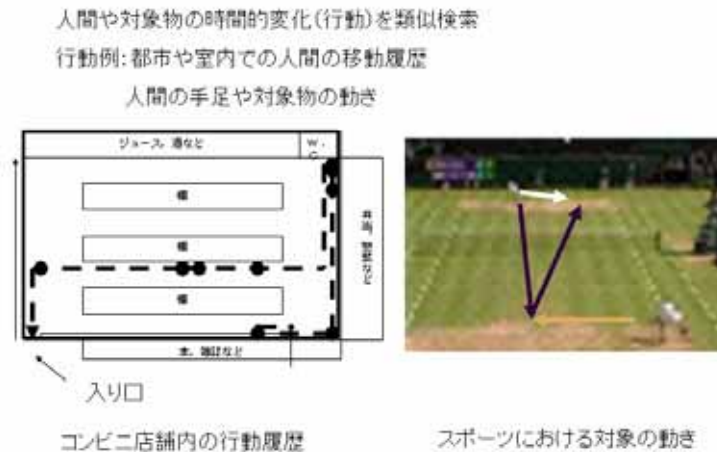


図 7. 行動データの類似検索手法

人間や対象物の動きのデータベースから、特定の動きを入力しその動きと類似した動きを検索する行動の類似検索処理を開発した。

動きの応用としては、スポーツでの選手とボールの動き、および建物内での人間の行動の2種類を取り上げた。具体的には前者はテニス、後者はコンビニでの顧客の動線である。行動データベースを構築するには動きを記述する必要がある。これらの応用共通に平面上での時刻ごとの対象の存在する位置の座標値をデータとする。したがって、対象ごとに X_i, Y_i の2種類の時系列データが格納される。

類似検索を行うために、複数の時系列データのDFT変換したインデックスを用いる。音楽や映像と異なる点は、状況を示す属性を合わせて検索条件とすることが多いという点である。例えば、テニスではゲームカウント、後者では顧客の性別や年齢層などの特徴を用いて検索を行う。したがって、類似検索処理は、DFTを用いてフィルタリングを行ったのち、上記の属性による条件検索を行う(図7)。

テニスへ応用したときの評価結果を図8に示す。図に示すように本方法によって品質が低下することなく効率的な検索を行うことが明らかとなった。なお、コンビニでの行動データベースへの適用も同様の有効性を示した。

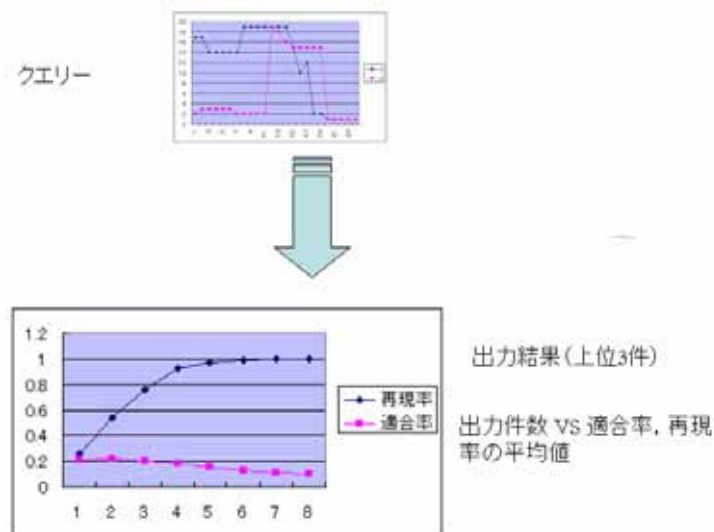


図 8. 行動データの類似検索方法の評価結果

6. マルチメディアWebサイトの類似検索

一般に、テキストや画像、音楽、映像等のメディア情報の特徴量空間は、多次元であると考えられる。このため、これらの複合体であるWebサイトではインデックスの次元数が膨大なものとなり、比較計算量が増加し、検索処理やフィルタリングに時間がかかるという問題が発生する。

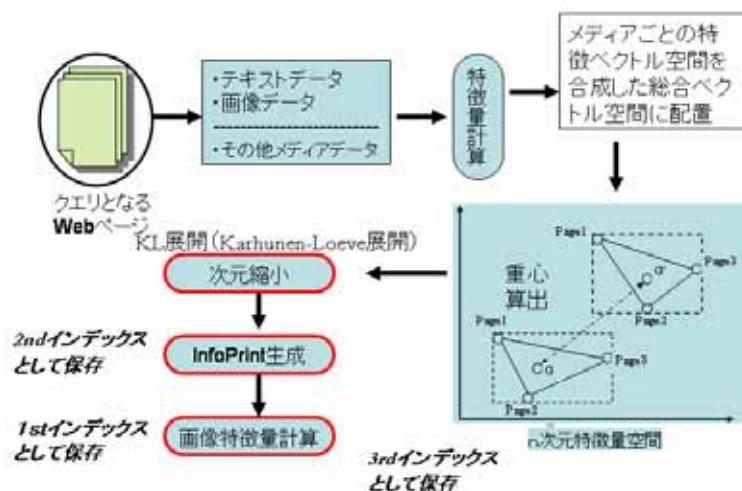


図 9. Webサイトの類似検索方法

そこで、Webページ集合のインデックスである多次元特徴ベクトルを、1枚の情報紋と呼ぶ2次元画像データ（以下、InfoPrintと記す）に変換し、その画像データInfoPrintの特徴をインデックスとして用いる方法を提案した。

InfoPrintに変換する理由は、量的に均質な情報に圧縮でき、多次元の情報に圧縮させることが可能で、画像の類似検索手法の適用が可能となり、最後に人間にもビジュアルであるという点である。また、情報紋としてマンデルブローフラクタルを用いる。マンデルブローフラクタルが持つ特徴より、多次元の情報からの変換が可能であるということや、後の類似画像の検索であるフィルター処理を考慮した際、マンデルブローフラクタルが特徴的な図形であり、画像の比較に適していると考えるからである。この情報紋InfoPrintの特徴をインデックスとして格納し、Webページ集合 検索処理におけるフィルタリングとして利用する。

情報紋を用いたWebサイトの類似検索処理を図9に示す。

情報紋の類似性と情報紋を作成するための変数との関係および 情報紋と用いたときの検索結果例を図10に示す。

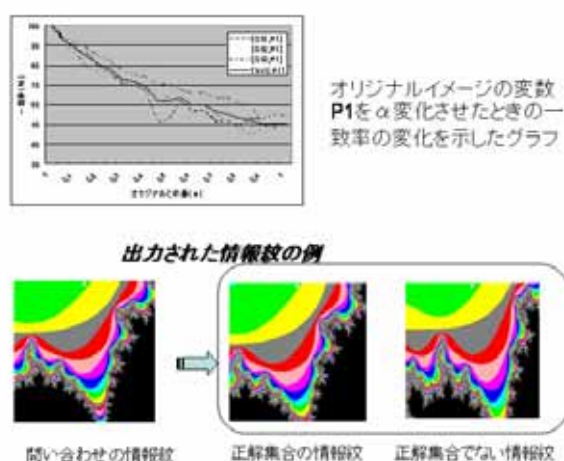


図 10. 情報紋

- 3種類の200次元の特徴ベクトルを持つ擬似データを用意
1. ランダムな分布に従った数値集合のデータ:1200件
 2. 正規分布(ガウス分布)に従った数値集合のデータ

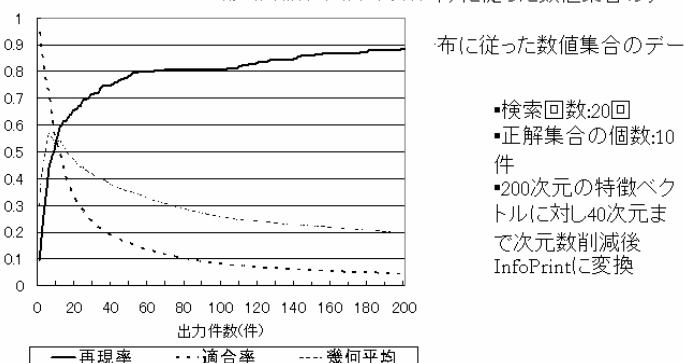


図 11. 類似検索手法の評価結果

評価結果を図11に示す．図に示すように情報紋を用いることで，効率的 かつ高品質な結果を得ることができる．

7. おわりに

本研究では，マルチメディアデータを対象とする効率のよい多段フィルタリングを用いた類似検索 方法とその評価結果について記述した．

今後は，更なるメディアへの適用を行うとともに，品質向上，処理効率の改善を行う予定 である．さらに，類似検索処理方法を 発展させ，分析に不可欠なデータマイニング方法の効率化，高品質化を目指した 方法を開発する予定である．特に， 新たなメディアとして，歴史や行動における出来事(イベント)を対象とした類似検索 処理方法およびデータマイニング方法を開発する予定である．

参考文献

- [1] Christos Faloutsos: Searching Multimedia Databases By Content, Kluwer Academic Publishers (1996)
- [2] H. Hase and K. Kawagoe: New Efficient Video Similarity Searching Method with 2-Phase Filtering, Proc. of 2003 IEEE PACRIM' 03, pp.245-248 (Aug. 2003)
- [3] K. Kawagoe and T. Ueda: A Similarity Search Method of Time Series Data With Combination of Fourier and Wavelet Transforms Proc. of IEEE 9th TIME-2002, pp.86-92, July, 2002
- [4] 並河 ,川越: 情報紋Infoprintを用いたマルチメディア情報の類似検索手法 情報処理学会データベース研究会報告, Vol.2003, Jan., 2004
- [5] 福村,川越: 特徴空間とメロディ空間を用いた楽曲の類似検索方法, 情報処理学会データベース研究会報告, Vol.2003, No.5, 129-3, pp.17-24, Jan., 2003