

理 20-8

早稲田大学大学院理工学研究科

# 博 士 論 文 概 要

## 論 文 題 目

画像に含まれる有意情報の抽出とによる画像情報  
そのアクセス手法に関する研究  
への の

Research on Extraction of Significant Information of Image  
and Method to Access Significant Information

申 請 者

高 橋 克 直

Katsunao TAKAHASHI

電子・情報通信学専攻 情報ネットワーク  
システム研究

2000年10月

ユーザが真に必要とするマルチメディアコンテンツへの情報アクセス環境を現実とするためには、ユーザがマルチメディアコンテンツを自由に作成・配信し、ユーザが望むマルチメディアコンテンツやエッセンスの情報を、ユーザが望む形態で得るための、広義の通信技術が必要となる。しかし、マルチメディアコンテンツをデジタル圧縮し作成することは容易に可能であるが、検索に用いられる言葉、あるいはエッセンスの情報を抽出することがアクセス機能実現のために不可欠であるが、実現は困難な問題である。

上記を鑑み、本論文の研究テーマの要点は、発達するネットワーク環境とアクセス可能なコンテンツの増大に際し、曖昧な情報表現に基づく情報コンテンツの有意情報へのアクセス機能の実現にある。換言すると、ユーザが必要とする情報を得るための情報、つまり検索のための文や単語などで表現するユーザが意図する概念情報と、ユーザが必要とする情報、つまり現実の対象やその対象から抽出される情報とを、特定するための通信技術の確立にある。これは、システムが現実の対象の情報の中から、ユーザが意図する概念情報に合致する情報、有意情報を抽出し、効果的に用いることにより実現される。

ユーザが意図する概念情報は、曖昧な記憶から作成され、ユーザ個人の主観的な感情に支配されていることが多い。システムが扱う情報は、本来、正確な情報であり、現実の事象に対し計測などの手段を施し作成され、客観的な数値に基づく情報である。情報検索を行うときには、ユーザの主観的な情報に対し、システムの客観的な情報をいかに対応させるかが重大な課題となる。今日、Internet で多く用いられているキーワード検索では、検索精度の向上のために、キーワードを増やす方法と、人間の感性に合うキーワードを付与する方法がある。前者は全文を登録することで、後者は人間が内容を理解することで実現される。検索時には、ユーザは検索したい情報コンテンツから連想されるキーワードを多数用意し、検索システムは履歴を利用するなどの方策を行い、検索精度の向上を図るが、多数の余計な情報コンテンツを結果として示すことが多い。

ユーザが示す概念的な情報と、システムが抽出する有意情報は、情報コンテンツの一種のエッセンス的な情報、そしてダイジェスト的な情報と捉えることができる。ユーザは現実の事象に対する概念イメージを曖昧な言葉で表し、システムは現実の対象を客観的に表す。本論文の目的は、ユーザとシステム間のコンテンツ表現の一致を試るものである。有意情報をダイジェスト的な意味合いの情報として捉えると、本論文の研究目的はダイジェスト情報抽出機能の実現、ダイジェスト情報による検索機能の実現、ダイジェスト情報提示機能の実現と言い替えることができる。

本論文では、動画メディアに関して、ユーザが意図する概念情報とその情報に合致する現実の対象を見つけるための有意情報と、有意情報を用いたアクセス手法の研究と、地図メディアに関して、ユーザが意図する概念情報に合致する現実の対象の情報の中から、有意情報を抽出する技術と有意情報の効果的な提示手法、有意情報へのアクセス手法の研究を行い、その結果を示す。

動画メディアを対象として、ダイジェスト情報を「画紋」と名付け、動画を識別するための普遍的な識別情報が備わるか否かを、現行のテレビ放送を用いて、色ずれなどで

発生する画紋の変形に対処する色補正や、動画検索実験を通して論ずる。さらに、画紋の中から特徴情報を抽出し、動画識別情報として有効かどうかを実験を通して論ずる。そして、画紋と動画コンテンツとの関係付けを行う手法を提案し、画紋を用いる動画情報インフラストラクチャを提案する。地図メディアを対象として、地図図面に描かれる膨大な量の情報を、構造化する手法として、ODA の概念を地図に拡張した「地図のドキュメントアーキテクチャ」という概念を提案している。本概念により、地図情報を論理的・レイアウト的に構造化して扱うことが可能となる。次に、ユーザが欲するナビゲーション情報の形態をユーザの意志、すなわちユーザの意図する概念情報に相当するダイジェスト情報をシステムに与えることで、現実の地図情報の中から、有意情報を抽出し、編集・加工しユーザに目的地までのナビゲーション情報を提示する有意情報地図作成手法について説明し、ダイジェスト情報による有意情報の抽出に関して論ずる。本論文は全7章から構成される。

第2章～第5章では、動画メディアを対象として、動画を識別するための識別情報を提案し、本識別情報により内容記述を行い、デジタル動画アーカイブの中から、ユーザが望む動画を高速・高精度に検索する動画検索手法と、デジタル動画アーカイブに動画を蓄積するときに有効と考えられる MPEG の分離符号手法に関して説明する。第6章においては、地図情報の論理分類手法とその構造記述を行い、ユーザが望む地図を作成する手法について論じる。

第1章は「序論」であり、研究の背景と目的、論文の概要を述べている。

第2章「動画識別情報「画紋」」では、動画を識別するための普遍的な情報として、「画紋」という概念を定義・提案している。既存の動画を識別するための情報は、登録者が付与するキーワードであったり、複雑な抽出アルゴリズムによる情報であることが多い。ここで提案する画紋は、人間の指紋や DNA (DeoxyriboNucleic Acid) に相当する情報を動画の中から見つけ出すことを目的としている。その手がかりは色情報のダイジェスト情報で定義される。例えば、各フレームの平均色情報を3次元色空間上に配置すると、軌跡が構成される。この情報が画紋である。また、画紋の出発点ともなる、現行テレビ放送の動画アーカイブ化を想定し、現行テレビ放送に現れる重複映像の割合を調査した結果を記し、重複映像除去システム実現の要求条件をまとめている。また、現行のテレビ放送は様々な要因により色が変化する。このとき、色情報を基本とする画紋を色補正する手法を用いて、普遍性に関して考察を行う。画紋の概念は第2章～第5章で用いる基本となる概念である。

第3章「画紋を用いた高能率動画検索法」では、画紋の3次元軌跡情報を2次元波形に投影し、他の画紋波形と重ね合わせることで動画検索を実現する方法を提案している。第2章の色補正手法を用いずに、画紋波形には、普遍的な動画識別情報が残存しているという仮説のもと、現行テレビ放送を動画アーカイブ、CMを検索する動画と仮定し、CM 送出確認実験を行い、画紋の動画識別情報としての有用性と普遍性を確認した。動画検索は、画紋波形を拡大・縮小・移動し重ね合わせ、2画紋間の分散を閾値処理する

手法であり、約 50 時間、71CM、総数 368 回を検索する実験で、検出洩れ 0、過剰検出 0 を達成している。また、画紋の蓄積フォーマットを XML の DTD として定義している。これにより、動画像をデジタルアーカイブに登録するときに、XML により構造記述することが自動ででき、動画像検索を容易に実現できる。本章の内容は MPEG-7 にも提案している内容であり、その提案の概要を説明している。

第 4 章「画紋の DCT 特徴による動画像アーカイブのための高効率な階層的動画像検索法」では、膨大な量の動画像が蓄積される動画像アーカイブでの使用を想定し、検索速度の飛躍的な向上を実現する方法を提案している。第 3 章で用いた画紋波形に DCT 演算を適用し、DCT 画紋を抽出する。DCT 画紋の低周波部分を 3 次元空間上に配置し、他の DCT 画紋と 3 次元形状を比較することで、高速に候補動画像を絞り込むことが可能となる。絞り込まれた候補動画像に対し、第 3 章の動画像検索手法を適用し、高速度、かつ高精度な検索を実現している。これにより、第 3 章の動画像検索手法の 13 倍速、実時間の約 20,000 倍速を実現している。また、DCT 画紋の蓄積フォーマットを XML の DTD として定義している。これにより、動画像をデジタルアーカイブに登録するときに、XML により構造記述することが自動ででき、高速度、かつ高精度な動画像検索を容易に実現できる。そして、DCT 画紋をキー情報として動画像に登録することにより、DCT 画紋をたどることで、動画像検索（候補動画像の絞り込み）を実現する方法を説明している。

第 5 章「画紋を用いた動画像アーカイブのための動画像スクランブル手法」では、MPEG 圧縮符号化時に、動画像識別情報を表す画紋を用いて、各フレームの画素値を操作することで、再生動画像の品質を劣化させる手法を提案している。提案手法で作成される MPEG ストリームは、MPEG シンタックスを満たしており、画紋を用いずに再生した場合でも、MPEG 再生装置の動作が不安定になることはなく、低品位の動画像が再生される。また、実験に用いたシーケンスでは、提案手法を用いることで、MPEG の符号長が削減でき、高画質化が図れることを述べる。

第 6 章「地図のドキュメントアーキテクチャに基づく地図情報の論理分類・構造化と有意情報地図作成に関する研究」では、ODA の概念を地図に拡張した地図のドキュメントアーキテクチャの概念を説明し、本概念に基づき、国土地理院発行の地図に描かれている情報を論理的に分類・構造化する手法と、構造化された地図情報を階層化して扱い、ユーザにナビゲーション情報を提示する有意情報地図の作成手法を提案している。地図の道路網情報とテキスト情報を論理側面とレイアウト側面から構造化し、XML を用い記述している。有意情報地図の作成は、地図のドキュメントアーキテクチャの処理モデルを提案し、地図情報を論理的に編集する過程と、表示レイアウトを編集する過程の 2 ステップで実現している。これにより、人間が望む地図を、システムが有意情報地図として作成できる。

第 7 章「結論」では、本論文で得られた結果を統括し、結論を述べる。