

学 位 論 文 題 名

ビデオデータベースの内容検索に関する
メディア・アーキテクチャ的研究

学位論文内容の要旨

近年マルチメディアデータベースの研究分野においてビデオデータベースに関する研究が盛んになっており、ビデオ映像データに対して同一の枠組みで表現、蓄積、検索を行う手法が未だ確立されていないことが問題となっている。本研究は、関係データベースの上に IntelligentPad というオブジェクトベースの環境を被せ、ビデオデータベースシステムのアーキテクチャ、ビデオ映像の内容記述法、ビデオ映像のビジュアル検索を実現する統合的に機構を提案している。

ビデオ映像情報をデータベース化するためには、ビデオ映像データを扱えるビデオデータベースシステムのアーキテクチャが必須となってくる。ビデオ映像は空間領域と時間軸を有し、現れるオブジェクトがいずれも分節化されていないという特性を持っている。このようなビデオ映像情報をデータベース化し検索する際に、そのまま取り扱うことは困難である。

本研究は、ビデオ映像中に現れる意味のある映像オブジェクトに関する分節化の情報とその属性値とを、対象とするすべての映像オブジェクトに関してまとめた情報をメタデータと定義し、メタデータの管理に基づくビデオデータベースシステムのアーキテクチャを提案している。このシステムアーキテクチャは、RDBMS システムを用いて、ビデオのメタデータを管理し、間接的に BLOB 形式のビデオ映像データを管理・アクセスする。このように関係データベースの上にオブジェクトベースの環境を実現するビデオデータベースシステムアーキテクチャにより、ビデオ映像データのような大容量のファイル空間を扱ったり、従来のデータベースの資産を利用することができるようになった。

ビデオ映像は、映像オブジェクトの時間的・空間的關係などの情報を含むが、それは明示的に示されていない。このような映像情報をデータベース化し検索するために、もともと生データとして与えられているビデオ映像データの内容記述、すなわち、オーサリングと、ビデオ映像データの構造化をどのように行うかということは、ビデオデータベースを構築する上での最も重要な課題である。

本研究は、ビデオ映像オブジェクトを分節化し、参照可能にするために、映像中の特定の映像オブジェクトを覆う最小の矩形をリファレンスフレームと呼んで導入し、リファレンスフレームに基づくビデオ映像の内容記述法を提案した。リファレンスフレームに基づくビデオ映像の内容記述法では、シーンとリファレンスフレームという 2 種類の分節単位によりビデオ映像の内容情報を構造化することができる。さらに、本研究はビデオ映像の空間属性だけではなく、時間属性

も含めてビデオ映像の全フレームに対して内容を記述する方法を提案した。

ビデオ映像の全フレームに対する内容記述の方法では、映像オブジェクトの位置やサイズなどの空間属性を記述するとともに、映像オブジェクトが現れる時刻（フレームナンバー）もリファレンスフレームの属性として追加することにより、ビデオ映像シーケンス中における映像オブジェクト間の空間関係の時間変化を記述することができる。このようなビデオ映像の内容記述を用いて、映像オブジェクト間の時空間関係に関する内容検索が可能になった。これらの内容検索を実現するためには、その検索要求をどのような構成要素から組み立てればよいか、特にビデオ映像の持つ時系列的な属性をどう扱うかなどの処理方法を確立することが必要である。

本研究は、個々の映像フレームにおける2つの映像オブジェクト間の二項空間関係を48種類の型に分類し、これらの二項空間関係の型をA1、A2などの記号を用いて表現する。これらの記号を順次並べた記号列を用いることにより、二項空間関係の型の時間変化を記述することができる。これらの記号列の正規表現を二項時空間関係記号系列の正規表現と定義した。この定義では、二項時空間関係記号系列の正規表現と、それとマッチする映像フレームシーケンスを再帰的に定義した。これによって、各二項空間関係の型を満たすビデオ映像フレームとその変化系列を満たす映像フレームシーケンスを規定することができる。ビデオ映像フレームシーケンスの空間・時間属性に関する検索条件を指定することも可能である。さらに、本研究は二項時空間関係記号系列の正規表現を検索条件として用いて、ビデオ映像の検索を行うために、二項時空間関係記号系列の正規表現A、 $\alpha + \beta$ 、 $\alpha \cdot \beta$ 、 α^\dagger に対応するSQL検索式への展開法を与えた。

本研究は、複数の二項空間関係記述の時間変化の系列をビジュアルに指定するために、二項時空間関係記号系列の正規表現の定義に従って、二項時空間関係記号系列の正規表現の和、積、閉包演算パッドを用意する。演算パッドの上に貼り付けたパッドは演算対象に対応する。映像オブジェクトとそれらの間の二項空間関係を示すために、映像オブジェクトを示す映像オブジェクトパッドと、これらの間の二項空間関係を示す空間関係パッドを用意する。これらのパッドを用いることにより、映像オブジェクト間の空間・時間関係をビジュアルに規定して、検索要求を指定することができるようになった。

開発したプロトタイプシステムでは、SQL検索要求言語を用いてビデオのメタデータの内容に関して検索条件を記述し、これを満たすビデオ映像を検索することができる。ビジュアル検索要求をSQL検索条件に変換する作業は自動的に行われる。

最後に、本研究で提案された手法により、既存のデータベース技術をもとに、映像フレームシーケンス上のオブジェクト間の空間・時間関係のような動的かつ連続的な内容記述が可能となり、ビジュアル検索要求を用いた内容検索の実現が可能であること、又、従来提案された方法に比べて、映像オブジェクトの名称、これらの間の時空間関係の変化など意味的な情報が検索条件として指定でき、検索対象のビデオ映像シーケンスに関し何らの制約も課さないのも、柔軟性の高い検索が実現できることが明らかになった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 田 中 譲

副 査 教 授 原 口 誠

副 査 教 授 嘉 数 侑 昇

学 位 論 文 題 名

ビデオデータベースの内容検索に関する メディア・アーキテクチャ的研究

近年マルチメディアデータベースの研究分野においてビデオデータベースに関する研究が盛んになっており、ビデオ映像データに対して同一の枠組みで表現、蓄積、検索を行う手法が未だ確立されていないことが問題となっている。

本論文は、関係データベースの上に IntelligentPad というオブジェクトベースの環境を被せ、ビデオデータベースシステムのアーキテクチャ、ビデオ映像の内容記述法、ビデオ映像のビジュアル検索を実現する統合的な機構を提案している。

ビデオ映像情報をデータベース化するためには、ビデオ映像データを扱えるビデオデータベースシステムのアーキテクチャが必須となってくる。ビデオ映像は空間領域と時間軸を有し、現れるオブジェクトがいずれも分節化されていないという特性を持っている。このようなビデオ映像情報をそのままデータベース化し検索することは困難である。

本論文は、ビデオ映像中に現れる映像オブジェクトに関する分節化情報とその属性値とを、対象とするすべての映像オブジェクトに関してまとめた情報をメタデータと定義し、これを関係データベースで管理することにより、種々のビデオ内容検索を可能にするビデオデータベースシステムのアーキテクチャを提案している。このシステムアーキテクチャは、メタデータを格納した関係データベースの検索処理によって、間接的に BLOB 形式のビデオ映像データを管理・アクセスする。

ビデオ映像は、映像オブジェクトの時間的・空間的關係などの情報を含むが、それらは明示的には示されていない。このような映像情報をデータベース化し検索するために、ビデオ映像の内容記述と構造化をどのように行うかが重要な課題である。

本論文は、ビデオ映像オブジェクトを分節化し、参照可能にするために、特定の映像オブジェクトを覆う最小の矩形をリファレンスフレームと呼んで導入し、この属性の記述によりビデオ映像の空間属性だけでなく、時間属性も含めてビデオ映像の全フレームに対して映像内容を記述する方法を提案している。

この方法では、映像オブジェクトの位置やサイズなどの空間属性が記述できるだけでな

く、映像オブジェクトが現れる時刻（フレームナンバー）もリファレンスフレームの属性として記述することができ、これらを組み合わせることで映像オブジェクト間の空間関係の時間変化を記述することができる。このような映像内容記述法を用いて、映像オブジェクト間の時空間関係に関する内容検索が可能になった。

本論文は、個々の映像フレームにおける2つの映像オブジェクト間の二項空間関係を48種類の型に分類し、これらの二項空間関係の型を記号を用いて表現している。これらの記号を順次並べた記号列を用いることにより、二項空間関係の型の時間変化を記述することができる。これらの記号列の正規表現を二項時空間関係記号系列の正規表現と定義し、それとマッチする映像フレームシーケンスを再帰的に定義している。これによって、各二項空間関係の型を満たすビデオ映像フレームと、その変化系列を満たす映像フレームシーケンスを規定することができる。ビデオ映像フレームシーケンスの空間・時間属性に関する検索条件を指定することも可能である。本論文は二項時空間関係記号系列の正規表現を検索条件として用いてビデオ映像の検索が行えるように、二項時空間関係記号系列の正規表現のSQL検索式への展開法再帰的に与えている。

本論文は、二項空間関係記述の時間変化系列をビジュアルに指定できるように、二項時空間関係記号系列の正規表現の和、積、閉包演算パッドを提案している。演算パッドの上に貼り付けたパッドは演算対象に対応する。映像オブジェクトを示す映像オブジェクトパッドと、これらの間の二項空間関係を示す空間関係パッドを用意し、これらのパッドの貼り合わせによって、映像オブジェクト間の空間・時間関係をビジュアルに規定し、検索要求を指定することができるようになった。

開発されたプロトタイプシステムは、ORACLE データベースを用い、ビジュアルに指定した二項時空間関係記述を与えたとき、対応するSQL検索要求が自動的に生成され、条件を見たすビデオシーケンスが検索結果として出力される。

これを要するに、著者は、ビデオ映像データベースについてオブジェクト間の時空間関係に関する内容記述法とこの記述を満たすビデオシーケンスの検索処理法に関して新知見を得たものであり、マルチメディアデータベース工学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。