

分散発展型データベースシステム技術の研究

田中 克己†, 有木 康雄††, 上原 邦昭†††, 大本 英徹††††
西尾 章治郎‡, 小西 修‡‡, 横田 一正‡‡‡, 河野 浩之‡‡‡

† 神戸大学大学院自然科学研究科 †† 龍谷大学理工学部 ††† 神戸大学工学部
†††† 京都産業大学工学部 ‡ 大阪大学工学部 ‡‡ 高知大学理学部 ‡‡‡ 京都大学工学研究科

本研究は、コンピュータネットワーク上に分散した多種多様なデータファイルやデータベースを統合して、これらの各構成要素の自律的機能や協調作業を通じ、データベース構造が時間的・空間的に発展していけるようなデータベースシステムの構築技術の研究を行うものである。このために「漸進型/自己組織型データベース」、「移動携帯型データベース」、「エージェント型分散データベース」の3つの重要課題に焦点を絞り、基盤技術の開発研究を行う予定であり、本報告ではその概要について述べる。

Research on Distributed and Evolutional Database System Technologies

Katsumi Tanaka†, Yasuo Arikii††, Kuniaki Uehara†††, Eitetsu Oomoto††††
Shojiro Nishio‡, Osamu Konishi‡‡, Kazumasa Yokota‡‡‡, Hiroyuki Kawano‡‡‡

† Graduate School of Science and Technology, Kobe University
†† Faculty of Science and Technology, Ryuukoku University
††† Faculty of Engineering, Kobe University
†††† Faculty of Engineering, Kyoto Sangyo University
‡ Faculty of Engineering, Osaka University
‡‡ Faculty of Science, Kouchi University
‡‡‡ Graduate School of Engineering, Kyoto University

The research on distributed and evolutional database system technologies aim at integrating various data files and databases distributed over computer networks. The main objective of the research is to explore a new database technologies, which support temporal and spatial evolution of database structures through autonomous and cooperation of database components. For the purpose, we focus on the three research topics: *incremental and self-organizing databases, mobile databases, and agent-oriented distributed databases*. In this paper, we will give an overview of the research.

1 はじめに

1.1 漸進型/自己組織型データベースの研究

動画像データベース、都市情報データベース、科学データベース、文書データベース、協調作業支援データベース等においては、ユーザによるオーサリング作業やデータの分析作業や協調作業が進むにつれて、データ構造が漸進的に変化したり、また、徐々に組織化されていくという特徴を有している。従来のシステムが、データベース構造をあらかじめトップダウンにユーザが決定した上でデータを格

納する方式を採用しているため、このようなデータベース応用の基盤として既存システムが十分に活用できないという問題が生じている。

そこで我々は、この問題の主な原因は、従来のデータベースシステムが構造(スキーマ)主導であった点に起因していると考え、これを克服するために、半構造化状態のデータ(インスタンス)主導のデータベースシステムを開発することが重要と考えるに至った。これに関連して、神戸大学では、従来から、インスタンス主導型のオブジェクトデータベースシステム(Obase[1, 2, 3, 4])や、データ構造を漸進的に追加できる動画像データベース(OVID[8])や科

学データベース [7] や都市情報 VRML オブジェクトデータベース [6] の研究が行われている。

さらに、このようなシステムの機能向上を図る上で重要なのはデータベースから自己組織的にデータベース構造を生成する機能であり、このため、映像や音声情報からのカットやキーワードの自動抽出に基づく内容検索やデータベース構造の自動生成や、知識表現やデータベースからの概念獲得機構の研究が欠かせない。神戸大学においても、取得した文献情報から自己組織化マップを用いてデータベース構造を自己組織的に生成する研究 [5] や、自己組織化マップの映像情報クラスタリングへの適用の試みが行われている。

本研究では、データベースの構造を事前に確定することが困難な応用システム開発のために、分散環境で順次段階的・自己組織的に情報構造を進化・生成する機構の研究を行うもので、科学データベース分野に特化した研究（米国ブラウン大学）があるものの、インスタンス主導型データベースとデータベースの自己組織化機構を組み合わせた点に独創性があり、他に例を見ない特色となっている。

1.2 移動携帯型（モバイル）データベースの研究

情報機器の小型化および無線通信ネットワーク技術の発展により、移動ユーザ間のコミュニケーションを効果的に支援する「移動携帯型情報機器用データベース」は、今後ますます普及し、多くの新しい応用分野を切り開くものと予想される。このような移動携帯型データベースにおいては、ユーザの視点、ユーザの状況や位置、ユーザの環境などが頻繁に変化し、システム自身がこのような変化に動的に適応した形で内容や処理機能を変更できる機能が必要となる。現在、モデリング能力が極めて高いとされるオブジェクト型のデータベースシステムであっても、ユーザの状況・視点・位置に応じてデータベースの構造やデータ自身を動的に切り替えるような技術は未成熟であり、理論・実際の両方の立場からの研究が必要な分野となっている。

この分野の研究は、米国やわが国において研究が始まった段階であり、例えば、小電力バッテリーでも対処できる効率の良い質問処理機構の開発（米国ラトガース大学）や、回線切断に対処できるようなエージェント型質問処理方式の開発（米国 Oracle 社や Sybase 社など）、ビューによる移動ユーザのデータ集約機構の研究（阪大）などが行われている。

本研究では、さらに、移動携帯型データベースと ATM 等の高速ネットワーク技術との連携方式、モバイルデータベースモデルとその質問処理方式、状況に適応しデータベース

やハイパーメディアへの多様な視点を柔軟に切り替える機構、携帯型機器の小型化に応じたデータベースインタフェース機構、ユーザの位置・状況や環境の変化を監視し能動的にデータベースやシステム自身を制御する機構の開発という、従来に無い新しい視点も加えて、移動携帯型データベースシステムの基盤的研究開発を行うもので、このための準備研究は、神戸大学や大阪大学のこれまでの成果があり、十分に整っていると考えられる。

1.3 エージェント型データベースの研究

分散した複数のデータベースの同時利用が一般化し、多種多様な情報データベースが存在する状況では、これら複数のデータベースにまたがる形の検索を行なう場合、「どこにどの情報があり、どのようにアクセスすればよいか」といった知識を各データベースがそれぞれ動的に持ち、ユーザからの要求に対して複数のデータベースが相互に協調しながら処理要求に答えるような、いわば、「データベースエージェント」と呼べるような機能と、ユーザのアクセス履歴や傾向を把握し適宜ユーザを支援するいわば「ユーザエージェント」の機能が必要となる。

データベース分野にエージェント指向技術を適用する試みは、各所で始まったばかりであり、例えば、WWW における情報探索を行う WWWW（米国コロラド大）、Lycos（米国カーネギーメロン大）や、異種データベースの統合・協調を行う SIMS（米国内南加大）などがある。

本研究では、京都市大や高知大学の従来のエージェント型データベースの研究成果をもとに、演繹オブジェクト指向技術や能動型データベース技術を中心にして、データベースエージェントとユーザエージェントの相互協調機構、ユーザの特性を記憶し検索処理を支援するユーザエージェント機構や、共同作業支援のための柔軟な並行処理制御方式等の研究を行う。

2 データベースの内容検索と自己組織化機構の研究（龍谷大学）

本研究では、ニュース番組を対象として、意味を表現する音声、内容をまとめる文字、情景や状況を伝える映像といったメディアを計算機によって受容し、その内容を理解するというプロセス（自己組織化）を通して記事の内容を分類し、希望する内容によってニュースデータを検索することを目的としている [9, 10, 11]。この研究により、ニュース番組をデジタル化し、音声・文字・映像メディアを用

いてデータ ベース化することにより、記事内容で検索したり、逆にデータベース化を予約することのできる情報ベースシステムの構築が可能となる。

まず、ニュースデータを記事単位に切り出し、音声・文字・映像というメディアを受容してニュースデータを分類する構造化の過程と、後に構造化された記事を検索する過程が必要である。この構造化と検索の過程を同時に行うことにより、必要な情報のみをデータベース化する選別（情報フィルタ）の過程も可能となる。それぞれの大きな内容は次の通りである。

● 構造化

- (1) 単位化・映像のカット検出：記事の切り出し
 - (2) インデックス化：音声単語スポッティング、文字切り出しと文字単語の認識、フェイススポッティング、特定オブジェクトスポッティング
 - (3) 記事の分類：インデックスを統合して分類
 - (4) 記事要約：要約とハイライトの抽出
 - (5) 時間的な流れの要約：同じ内容の記事のグルーピング、時間的な内容追跡
 - (6) 記事の連想：関係の深い記事の抽出、多国語ニュース間の関係付け
- (1)～(6)のうち、当面の研究課題は(1)～(3)であり、(4)～(6)は将来的な課題と考えられる。

● 検索

- (1) 記事検索：インデックスや分類結果を用いた検索
 - (2) コンテンツ検索：認識によるダイナミック・ハイパーリンク（顔の問い合わせ、音声単語、文字単語、オブジェクトの問い合わせ）
 - (3) 連想検索：意味内容による検索、記事間の関係付け（リンク）を利用した検索
- (1)～(3)のうち、当面の研究課題は(1),(2)であり、(3)は将来的な課題と考えられる。

● 選別（情報フィルタ）

検索したい記事をインデックスまたは分類分野、内容によって予約しておき、構造化の段階で選別する（内容予約型ビデオ）。

3 データベースの知識表現と概念獲得機構の研究（神戸大学）

近年、いわゆるマルチメディアデータを取り扱うための研究が盛んになされているが、動画像のように複雑な対象

については、従来のデータモデルでは十分に記述することができないという問題が指摘されている。このため、文章や動画像などの複雑な構造を持つデータをモデル化することを目的として、グラフに基づくデータモデルの研究が提案されている。これは、グラフ表現などの柔軟で構造的な表現でデータを記述し、データの表現力と拡張性をともに向上させることを目的としたものである。しかしながら、グラフ表現はデータの照合にかかる計算量が大きいため、データの格納構造、検索効率の改善が大きなテーマとなっている。この問題のアプローチとしては、アルゴリズムの並列化、データ集合からの自己組織化などの手法が提案されている。本研究は後者のアプローチをとり、動画像をラベル付き有向グラフとしてとらえ、複数のデータに共通する特徴に従ってデータ集合を自己組織化し、共通部分に対する照合を一度で済ませて、データの格納構造および検索効率を改善するという手法を開発する。一般に、データ集合からの自己組織化問題では、集合があらかじめ与えられる場合には構造の最適化が問題となり、逐次的に与えられる場合には構造のインクリメンタルな更新アルゴリズムが必要となるが、本研究では両者の利点を融合したシステムを開発する。

具体的には、まず動画像を R. Schank の提案した知識表現形式である概念依存構造 (Conceptual Dependency, 以下 CD 表現と略す) を用いて映像のシナリオとして記述することについて検討する。さらに、CD 表現により記述されたシナリオから、頻繁に現れる場面（以降では、エピソードと呼ぶ）を発見し、自己組織的に階層構造を構築し、記憶量の削減や柔軟なエピソード検索が可能 なシステムを開発する [12, 13]。

エピソードは事象間の時間関係の集合として表現する。それぞれの事象は、意味ネットワークの一種である CD 表現によりラベル付き有向グラフで記述する。また、CD 表現では動詞を 11 個の基本 ACT の組合せで表現するために、意味的に類似している文章が共通する構造を持つという特長がある。しかしながら、元々、簡単な文章を理解・生成するための意味表現を実現することを目的としており、全てのエピソードを記述できるわけではなく、状況に合わせて表現力を強化する必要がある。そのため、概念間の関係には CD 表現で定義されている数種類の因果関係の他に、after, before などの Allen による時間区間の 13 種の関係を導入する。

エピソードをラベル付有向グラフとして表現することにより、複数のエピソードに頻繁に現れる場面の発見問題を

部分グラフの発見問題に置き換えることができる。グラフ表現されたエピソードからの部分グラフの発見プロセスは以下のように行なわれる。まずグラフ中の一つの節点からスタートし、その節点から伸びている辺を逐次選択し部分グラフを拡張していく。MDL原理に基づいて、モデルである部分グラフの記述長とモデルを用いて記述した元のグラフの記述長との和が短縮される限り、部分グラフの拡張を続けていく。なおMDL原理とは、データから未知の情報源の確率モデルを推定するための選択原理の一つとして、情報理論の枠組で提案されたものである。元のグラフとモデルとのマッチングには、ある程度のグラフ間の相違を許し柔軟性を持たせている。この柔軟なマッチングにより、わずかに異なる二つの事象を結び付けることができる。最終的にグラフを最も効率良く記述できる部分グラフが得られる。獲得された部分グラフは、複数のエピソードに共通に現れる典型的な場面の事象に対応している。発見された部分グラフを用いて元のグラフを記述しなおし、再び部分グラフの発見プロセスを繰り返す。このプロセスはグラフをそれ以上圧縮するような部分グラフが発見されなくなるまで繰り返される。このプロセスの終了後には、エピソード集合は場面間の時間関係の集合により記述されており、それぞれの場面はさらに下位レベルの場面間の時間関係の集合で表現されることになる。このようにエピソード集合は階層構造として構成される。現在までに行なった研究から、実際に、一つのエピソードがいくつかの部分グラフにより表現され、その部分グラフもさらに小さな部分グラフにより表現されるというような階層構造が獲得できることが分かっている。また、このような階層構造はSchankの提案した人間のエピソードに関する記憶モデルMOPs (Memory Organization Packets) に似ていることが分かっている。以上のことから、本研究を推進することにより、人間の推論、類推、自己組織化などの機能を動画データベースの中に採り入れることが可能となると期待される。

4 発展型動画データベースシステムの研究 (京都産業大学)

動画データベースのスキーマ構成に関しては、データベースにおける基本的な格納単位は何であるのか?といったレベルから問題となる。動画の論理的単位としては、画像フレームを構成する画素、画像フレーム、画像フレームの系列、カメラカットやMPEGファイルといった様々な粒

度で捉えることが出来、どのアプローチが常に最善とは決めがたい。最も重要なことは、ビデオ情報の様々な特性を記述する属性としてどのようなものを用意しておけば十分なのか、予め定義しておくことが困難であることがある。実世界に既に存在するビデオ情報は、予めデータベースに格納するための属性構造を反映しつつ生成されているだけでなく、また、生成時点には意図されていなかったような利用アプリケーションが現れ、それに対応するために全く異なる属性構造が提供されなければならない場合も考えられる。このような状況に対応するため、固定的な属性構造を持たず、利用者が必要に応じて徐々に属性情報を与えてゆくことにより、データベース構築がなされてゆくといった方式が望まれる。本研究では、予めデータ構造としてのスキーマを与えることが困難である動画データベースシステムにおいて、インスタンスとして格納された動画データに漸進的に属性構造を付加して、徐々にデータベースとしての情報構造を与えてゆく基本的アーキテクチャの検討と実装、およびサンプルを用いた実証システムの開発を行うことを目標とする。これまでに予備的に行ってきたOVIDビデオオブジェクトモデルの研究[8, 14, 15, 16, 17]等を出発点として、下記のような点に重点をおいて、ビデオ情報の格納のために求められるデータベース機能の基本アーキテクチャの検討および実装を行う。

1. ビデオオブジェクトモデルとインスタンス間継承機構
ビデオ情報を記述して行くための論理的単位としては、シーンおよびシーン系列を単位オブジェクトと捉え、属性と属性値が自由に漸進的に与えられるモデルを採用する。またシーン系列間の時間的包含関係に基づくインスタンス間継承機構を導入し、ビデオ情報記述の共有による記述労力の削減を可能とする。
2. ビデオオブジェクト検索のための検索言語の開発
ビデオオブジェクト検索のための言語は、応用システムを作成するための高いビデオオブジェクト操作能力を有する必要がある。また、そもそも時間系列の概念を有するビデオデータの操作言語としてSQL等のコマンドライン型操作言語は、その直観性において十分な特性を有するとは言い難いが、その対策の一つとして、時間関係の図示的表示による直観的把握という方法が考えられる。本研究では、3次元グラフィックスを用いて、高い直観的認識性とオブジェクト操作能力を有する高水準なビデオオブジェクト検索言語を設計・実装する。

3. モデルの有効性実証のためのサンプル応用の試作
ビデオオブジェクトモデルの実証のため、ネットワーク分散型教育システムを例題応用として位置づけており、この中でビデオ情報管理操作機能の中核として、上記の1および2の研究成果を反映してゆく予定である。また、この試作を通じて得られる実際の応用面からの要求をモデルに反映してフィードバックさせることも考えられる。

5 移動携帯型データベースシステムの研究 (大阪大学)

計算機ハードウェアと無線通信技術の急速な発展につれて、無線通信機能を有する携帯端末を用いて、ネットワークを介して情報を利用する応用範囲が広がりつつある。このような応用環境において、ユーザがネットワークを利用する場所を固定せずに、携帯端末を持って移動しながら情報を交換することが可能となる。その結果、移動型のシステムが保持する情報をアクセスして統合したり、移動しながらネットワークに存在する情報を収集したりすることができ、より柔軟にかつ高度な情報管理が可能になるものと考えられる。将来、このような移動体計算環境と呼ばれる新しい計算環境においてデータ管理を行なうことに対する要求が増加しつつある。移動体計算環境において、データは携帯端末の移動による移動性、また、携帯端末の電力消費を抑えるためにネットワークから計画的に切断することによる存在の一時性などの特徴を有する。しかし、これまでの分散データ管理技術はサーバやクライアントがネットワークの定位置に固定されていることを前提としており、このような要望に応えるためには、新たな移動体計算環境に適する移動ユーザ間のコミュニケーションを効果的に支援する「移動携帯型情報機器用データベース」が今後ますます重要となる。

本研究では、移動体計算環境における有効かつ高度なデータ管理を行なうためのデータベースを提供することを目的とする。このような目標を達成するために、以下のテーマを設定している。

第1テーマ：移動体計算環境におけるデータのための表現と管理方式の方法論を確立し、新たなデータベースモデルを提案する。さらに、それに基づいてデータベースシステムの構築方法を開発する。

第2テーマ：移動データベースシステムの研究として、移

動データを有効に管理するための管理方式とその高速化の研究を行なう。

第3テーマ：開発したデータベースシステムの有効性を検証するために、移動型の携帯端末が保持するデータの統合化を要する応用システムの開発を行ない、その構築方法に関する一般的な方法論を確立する。

大阪大学では、移動携帯型データベースの研究の第一ステップとして、これまでに、移動体計算環境におけるデータを管理するモデルであるデータベースビュー(移動体ビューと呼ぶ)を提案している[18, 19, 20]。移動体ビューは、従来のデータベースビューの考え方を拡張し、移動体計算環境に存在するデータベースとして蓄積されたデータを仮想的に保持して、選択的に利用するデータベースビューメカニズムである。ユーザは移動体ビューを利用することで、分散して存在する移動ホストのデータをあたかも手元にあるように、また、選択的に利用することが可能となる。これまでの研究では、移動体ビューがシステムとしての構築に当たって、携帯端末などの移動計算機の移動性や小資源性、無線通信の不安定性などの特徴から生じるさまざまな問題を解決するためのいくつかのビュー維持手法を提案し、それらの評価を行なった。また、移動体ビューの有効性を実際に検証するために、パーソナルコンピュータを用いてシステムの実装を行なっている。また、実装したシステムを用いて、スケジュール管理を行なうためのアプリケーションも構築し、その移動体ビューの有用性を確認した。本研究においては、これまでの研究成果に基づいて、移動体計算環境のさまざまな状況に適応するデータベースモデルを提案し、そのモデルに基づいてデータベースシステムの構築を行なう。

現在、世界規模で利用可能な広域ネットワークであるインターネットをはじめ、さまざまなネットワークが共存している。今後の情報社会においては、そのような異種の広域ネットワーク上で移動可能な情報を扱うデータベースシステムが将来の計算機環境の基盤となることは必至である。移動データのための問合せ処理は、ネットワーク規模の増大に伴い、このようなデータベースシステムを実用化するための最重要課題と考えられる。そこで、この課題の達成を本研究の第2テーマの研究目標とする。この研究では、第1テーマで設定する移動体データベースモデルに基づいて、効率的な問合せ処理方式を検討する。さらに、ネットワーク環境の各要素をパラメタとして定性的な評価を行なう。

移動体計算環境においては、ユーザがさまざまな個人情報をもちながら、あるいは移動型ロボットがセンサ情報な

どの情報を蓄積しながら、不特定のサイトで作業を行なう場合が考えられる。そのような環境において、第1テーマで構成する移動データのためのデータベースシステムを用いて、移動する分散情報を管理することを第3テーマの研究目標とする。そこで、生産工場、大学キャンパス、オフィスなどの頻繁で集中的な移動が行なわれるような環境において、工場用ロボット、生産加工品、学生、従業員などの移動物が有する端末をネットワーク環境に融合する場合を想定して、高度な移動体データベースシステムの実例としての応用システムの開発を行なう。

6 エージェント型データベースの研究

6.1 高知大学の研究

分散した複数のデータベースを利用する環境において、ユーザの特性を記憶し、検索処理を支援するユーザエージェントと複数データベースへアクセスし、協調して処理要求に答えるデータベースエージェントおよびこれらエージェントの相互協調機構を備えたデータベースシステムを考える [21]。ユーザの要求を成し遂げるために目的を持ったエージェントの集まりをエージェント機構とする。この場合、データベースシステム内でのエージェントの実行と協調作業は、順序（スクリプトとルール）が定義され、それはECAルールによって実現される。検索処理における他のデータベースエージェントとの協調は、一種のマルチデータベースの環境であり、ここでのエージェントもECAルール機構によって制御される。ここで、データ一貫性を保つために分散トランザクション処理機能を採用する。複数のデータベースエージェントとの一つひとつの処理をサブトランザクションとし、2相コミットメントの概念を拡張した協調トランザクションが適用される。ここで提唱したエージェントを有するアクティブデータベースシステムのフレームワークは、いくつかの要素技術を組み合わせた構成からなる。このモデルはデータベースシステム自体が自律的かつ協調的機能を有する一つのエージェントと見なすことができ、データベースシステム間で協調する分散発展型データベースシステム、またユーザの知的作業の一部を担うパーソナルデータベースシステムへと発展させることができる。

6.2 京都大学の研究 (1)

インターネットのような広域ネットワーク環境でより多くの情報を利用した応用システムを構築するためには、従来のような分散データベースやマルチデータベースのようなアプローチではなく、それらを拡張したアプローチが必要となる。本研究では、マルチエージェントに基づいてモデル化することによって、広域ネットワーク上のデータベースシステムの動的側面のモデル化することを目的としている [22]。

多くのアプローチが考えられるが、本研究では以下の3つの方向から研究を行なう。

1. データベースシステムの抽象化

伝統的な（あるいは新しいデータモデルに基づいた）データベースシステムだけを考えるのではなく、一定の環境下でデータあるいは知識に対する操作、加工が行なえるものを問題解決器として一般化し、それらを統合したシステムを考える。これはまた、データベースの開放システムにも対応しており、応用依存の強いデータベースシステムや応用に組み込みによって効率化が可能な並列データベースシステムなどの研究とも深い関係を持っている。

2. 「知識」発見

開放的な広域ネットワーク上の情報を有効に利用するためには、resource discovery, information discovery, knowledge discovery の3つの「知識」発見が有機的に結合される必要がある。resource discovery に関してはすでにソフトウェアロボットを使用した研究だけでなく、すでに多くの実用システムが開発されており、knowledge discovery についてもローカルデータベースシステムを対象にした多くの研究が行なわれている。本研究では information discovery に焦点を当て、情報の動的な融合/統合について研究する予定である。

3. 協調たえ複数の問題解決器が同一のプロトコルを持ちえたとしても、それらから必要な情報をえるためには、複数の問題解決器間での協調方略が重要である。本研究では、複数の方略を動的に選択しながらより有効な情報を得るためのメタ方略の記述と意味論に焦点を絞る予定である。

本研究は、より豊富な情報を持ったデータベースシステムを広域ネットワーク上に動的に構築することにある。本研究によって、

- 現在の航行による WWW のブラウザをデータベースシステムとして拡張
- 異種問題解決系の組合せによってより複雑な問題解決系を構築
- 多くの自律的なデータベースシステムをひとつのシステムとして再構築

などに向けての、有効な成果が期待できる。

6.3 京都大学の研究 (2)

データベースの規模と応用領域が拡大するにつれて、膨大な量の機械可読な生データの蓄積が行われ始めている。そのため、データベース利用者は、データベースに蓄えられた大量の生データに存在するルール・規則性・制約などを発見する問合せを必要としている。この様な状況に対する発見的な問合せに関する研究が、データベースからの知識発見・データ発掘として盛んに行われている [23]。そこで、本研究では、通信ネットワークに分散する多種類の情報システムによって構成される複合的なデータ空間を大規模データベースとみなし、通信ネットワークにおける諸品質を考慮して知識発見アルゴリズムの拡張を行う。特に、通信ネットワークの物理的構成と情報リソースの論理的構成の両面に対して均等ではない非対称な情報空間において、効率良く知識発見問合せを実行するために必要な分散アルゴリズムを提案し、さらにアルゴリズムの実装を行う上で必要となる技術に関する研究を目的とする。

知識発見アルゴリズムの研究において提案されている属性指向アルゴリズムは、背景知識として与えられた概念木を用いた一般化操作によって、データ集合を被覆する短いルール記述を知識として導出する効率的なアルゴリズムである。しかしながら、属性指向アルゴリズムの性質に関する研究によって、一般化操作の対象となる属性の選択順序や、その一般化における抽象レベルを決定する閾値が、発見されるルール記述の質を大きく左右することが明らかになっている [26]。そこで、背景知識とルール記述に対する評価関数を用いて、質の高い知識発見問合せを実現するために必要となる探索戦略に関する研究を行う。

また、効果的な知識発見問合せの実行には、対象となるデータ集合を絞り込むことが重要であり、対象となるデータ集合の把握を視覚的に支援する GUI の構築を行う。さらに、データベース利用者のもつ知識を背景知識として自然にフィードバックすることを可能とする GUI 構築技術に関する研究も行う。るために必要となるデータベース

GUI は、ネットワーク環境下で標準的なインターフェースとなりつつある WWW ブラウザに対応した実装を行う。

その他、ネットワーク上で非同期に更新される各種情報リソース変化を効率良く管理することは、知識発見の対象となるデータ空間の動的な把握を正確に行うための重要な課題である。そこで、安定したリソース管理を可能とするために必要な制約に関する研究を行い、発見されたルールを能動的にフィードバックするためのデータ処理機構となるアクティブ・データベースシステムの研究 [24, 25] に基づいた発展を行う。

参考文献

- [1] K. Tanaka, S. Nishio, M. Yoshikawa et al.: Obase Object Database Model: Towards a More Flexible Object-Oriented Database System, Proc. Int. Symp. on Next Generation Database Systems and Their Applications (NDA'93), Fukuoka, Japan, pp.159 - 166 (1993).
- [2] S.Pradhan and K.Tanaka: Managing Multimedia Objects in a Schemaless Instance-Based Object Database, To appear in Proc. of Multimedia Japan'96, Yokohama, March (1996).
- [3] S.Pradhan and K.Tanaka: Autonomous Inheritance of Attributes and Constraints for Instance-Based Object Databases, 電子情報通信学会第6回データ工学ワークショップ (DEWS'95) 論文集, pp.103-110, March (1995).
- [4] S.Pradhan, T.Jozen, and K.Tanaka: Navigation of an Instance-Based Object Database with Dynamic Inheritance Capability, Proc. of the ADIT'94 International Symposium, pp.23-30 (1994).
- [5] Q.Qian, X.Shi, and K.Tanaka: Document Browsing and Retrieving Based on 3D Self-Organizing Map, Proc. of the Workshop on New Paradigms in Information Visualization and Manipulation, Baltimore, Maryland in Conjunction with the ACM CIKM'95, December (1995).
- [6] 山本淳, 田中克己: 大規模 VRML オブジェクトデータベースシステムの設計, 情報処理学会アドバンスドデー

- データベースシステムシンポジウム 96 論文集, pp.121-129 (1995).
- [7] S.Ueshima, K.Ohtsuki, J.Morishita, Q.Qian, H.Oiso and K.Tanaka: Incremental Data Organization for Ancient Document Databases, Proc. of the 4th International Conference of Database Systems for Advanced Applications (DASFAA'95), World Scientific Pub. Co. Pte Ltd, pp.457 - 466 (1995).
- [8] E. Oomoto and K. Tanaka: OVID: Design and Implementation of a Video-Object Database System, IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, 5-4, pp.629 - 643 (1993).
- [9] Y.Ariki, E.Iwanari and Y.Motegi: Detection and Description of TV News Article, 47TH FID, pp.198 - 202 (1994).
- [10] Y.Ariki and T.Kawamura: Simultaneous Spotting of Phonemes and Words in Continuous Speech, IC-SLP'94, pp.2191 - 2194 (1994).
- [11] Y.Ariki, E.Iwanari and Y.Sugiyama: Extraction and Transformation of 3-D Camera Work via 2-D Camera Work Normalization, ACCV'93, pp.367 - 370 (1993).
- [12] 福田, 上原: 動画像からのエピソードの階層構造化, 平成 7 年度電気関係学会関西支部連合大会, G14-4 (1995).
- [13] 福田, 上原: グラフによって記述された事例集合からの MDL 基準による階層構造化の発見, 情報処理学会人工知能研究会報告, 103-8 (1996).
- [14] E. Oomoto and K. Tanaka: Video Database Systems - Recent Trends in Research and Development Activities, To Appear in the Handbook of Multimedia Information Management, Prentice Hall (1996).
- [15] 大本 英徹: 最近の動画像データベースの研究動向, テレビジョン学会誌, Vol.48, No.11, pp.1375 - 1379 (1994).
- [16] 大本英徹, 田中克己: 伝播ビュー: オブジェクト指向データベースにおける半順序関係に基づくインスタンス間継承機構, 情報処理学会論文誌, 34-8, pp.1802 - 1819 (1993).
- [17] 大本英徹, 田中克己: マルチメディアデータベースにおける連続オブジェクトのモデリング, 日本ソフトウェア科学会オブジェクト指向計算ワークショップ (WOOC'92) 論文集, オブジェクト指向コンピューティング I, 近代科学社, pp.149 - 164 (1993).
- [18] 劉渤海, 仲秋朗, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 移動体環境におけるデータベースビュー定義言語, 電子情報通信学会技術研究報告 (データ工学 DE95-1~8), Vol.95, No.81, pp.25-32 (1995).
- [19] 仲秋朗, 劉渤海, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 移動データベース環境におけるセル指定ビューの維持手法, 情報処理学会研究報告 (マルチメディア通信と分散処理研究会 DPS-71), Vol.95, No.61, pp.175-180 (1995).
- [20] 白井博章, 仲秋朗, 劉渤海, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 移動型データベースのためのビュー機構の設計および実装, 情報処理学会研究報告 (データベース研究会 DBS-104), Vol.95, No.65, pp.145-152 (1995).
- [21] 小西 修, 松浦春選: 分散協調処理による異種問題解決系の統合利用, 情報処理学会データベースシステム研究会技術報告, Vol.104, No.40, pp.311 - 318 (1995).
- [22] 横田一正, 相場亮: マルチエージェントによる異種問題解決系の構想, 奥乃博(編), 「マルチエージェントと協調計算 III」, 近代科学社 (1994).
- [23] 河野 浩之, 西尾 章治郎, Han, J.: データベースからの知識獲得技術, 人工知能学会誌, Vol.10, No.1, pp.38-44 (1995).
- [24] Kawano, H., Nishio, S., Han, J. and Hasegawa, T.: How Does Knowledge Discovery Cooperate with Active Database Techniques in Controlling Dynamic Environment?, Proc. 5th Int'l Conf. on Database and Expert Systems Applications (DEXA'94), Athens, Greece, pp.370-379, September (1994).
- [25] Kawano, H. and Hasegawa, T.: Data Mining with Composite Events Based Sampling in a Dynamic Environment, XII International conference on systems science, Poland, pp.141 - 158 (1995).
- [26] 小田島 潤, 河野 浩之, 長谷川利治: 情報理論的な探索基準をもつ属性指向アルゴリズム, 電子情報通信学会第 6 回データ工学ワークショップ (DEWS'95), pp.151 - 158 (1995).