

解説

ネットワーク社会を支援する新しい知能メディア技術

3. ネットワーク社会とマルチメディアデータベース

Network Society and Multimedia Databases by katsumi TANAKA (Graduate School of Science and Technology, Kobe University).

田 中 克 己¹

¹ 神戸大学大学院自然科学研究科知能科学専攻

1. ま え が き

インターネットに代表されるグローバルな情報ネットワーク時代を迎えて、この情報ネットワーク上での情報の共有・統合を効果的・効率的に行えるような新しいデータベース技術が求められている。

現在、インターネット上で情報共有、情報検索、情報探索などを行うための基盤的ソフトウェアは、DBMSではなく、分散型ハイパテキストシステム WWW (World Wide Web) である。DBMS は主として WWW のバックエンドエンジンとして使用されておりその重要性は高まってはいるものの、DBMS やデータベース自体の研究開発の方向がどちらを向いているかといえ、かなり流動的といえるのではなからうか？

データベースという概念、DBMS アーキテクチャ、データモデル、データベース言語などの概念が生まれてからすでに 4 半世紀が経過しようとしている。グローバルな情報ネットワーク時代に望まれる情報共有・統合のための技術として、4 半世紀を経た種々のデータベースパラダイムがどれほど耐えさるであろうか？

本稿では上記のような視点から、グローバルな情報ネットワーク時代に望まれる情報共有の技術を著者の視点から展望してみたい。まず、DBMS と WWW の共通点や相違点について述べ、今後必要とされる「情報共有基盤」の要件についてふれる。具体的には、WWW 環境での情報共有のためのビュー機能、従来のデータベースパラダイムではカバーされてきていなかった、情報の収集・組織化機能、動画像などのマルチメディア情報の内容記述や自己組織化の機能、空間情報を対

象としたアクセス権管理機能などの重要性について述べる。

2. Web と DBMS

Web と DBMS は、一方は分散型ハイパテキスト、他方はフォーマット化されたデータの共有・管理ツールである。これらは、主に、次のような共通点と相違点を有している。

• 永続データを対象

Web と DBMS は、ともに 2 次記憶装置に蓄えられた永続的なデータを対象として、情報の検索などを行うソフトウェアである。ただし、DBMS は、フォーマット化された定形的な永続データを主に対象としているのに対して、Web は主にファイルに格納された非定形的な、あるいは、半構造的なデータを対象としている。

• 情報検索ツール

明らかに、Web も DBMS も情報検索を行うツールである。ただし、Web は、ハイパリンクを辿って関連情報を検索するという意味で、構造検索型であるのに対し、現在主に用いられている関係型 DBMS では SQL などによる問合せでデータを集合的に検索する集合検索型である。

• データ・応用統合のためのミドルウェア

Web と DBMS は、ともに、データやアプリケーションを統合するための、いわゆる、ミドルウェアと位置づけられる。ただし、DBMS の方は、データを中心においた「データ独立」という概念のもとにアプリケーション群をその上に置くという非対称な統合である。一方、Web は、ノードとリンクからなるハイパテキストモデルに基づいてデータやプログラム(たとえば Java アプレット)の対称的な統合が行われている点に注目すべきであ

ろう。さらに、Web は、データやプログラムの統合だけでなく、VRML¹⁸⁾などを用いることで、仮想的な協調作業空間までも統合できる可能性もある。

・実世界モデリングツール

両者はともに実世界のモデル化機能を有している。DBMS は関係モデルやオブジェクト指向モデルといったデータモデルであり、Web は構造化文書モデルや VRML のような 3 次元グラフィックスオブジェクトに基づく空間モデルを提供している。

・情報共有のツール

情報共有の観点からは、DBMS は厳しい並行制御を行い、また、情報の多様な視点を提供するためのビュー機能を有している。Web では、DBMS ほど粒度の細かい並行制御は行われておらず、また、データに対する視点もそのデータファイルの作者からの視点のみがサポートされており、この意味でビュー機能は与えられていない。

・情報管理のツール

DBMS は一貫性管理がスキーマや完全性制約のもとで厳密に行われる。これに対して、Web においては、個々の Web データについてさえ、その一貫性管理(アンカーやリンク設定に関する一貫性管理)は行われておらず、また、システム全体が開放系であるためあらかじめこれらの一貫性に関する制約が設定しにくいという問題がある。

・オブジェクト技術への対応

DBMS の方は、1980 年代半ばから、オブジェクト指向の概念に基づくオブジェクト指向 DBMS(OODBMS)や、関係型 DBMS にオブジェクト指向の概念を取り込んだオブジェクト・リレーショナル DBMS などが多数開発され現在実用に供されている。一方、Web の方も、CORBA 分散オブジェクトの Web 環境からの呼出しを目的として、各地で研究開発が行われている¹⁾。

DBMS を Web のバックエンドエンジンとして利用する方式は、既存のデータベースの Web への活用や、大量データ管理という観点から急速に広まっている。Web と DBMS とを連携させるためのソフトウェアも多数提供されている。これによって、Web 環境から動的に SQL 問合せ文を実行し、その結果を HTML 化することが可能とな

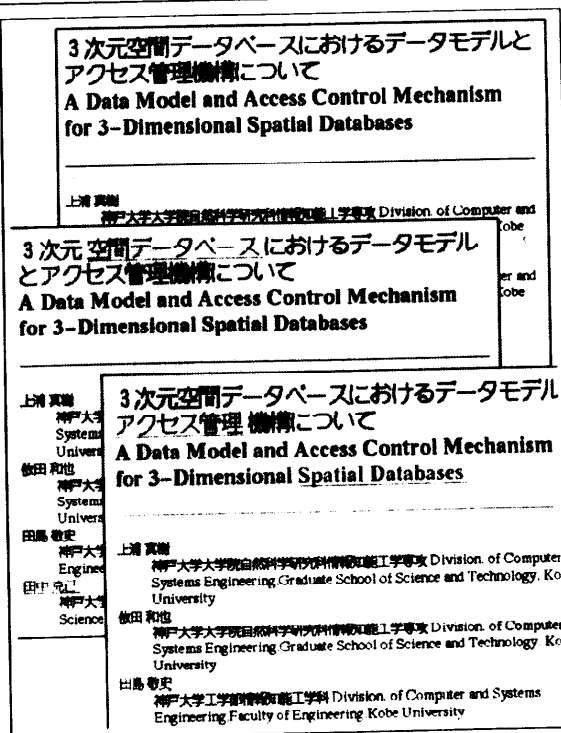


図-1 質問対リンクによるリンクオーバーレイ

っている。これは、すなわち、データベースパラダイムの中の集成的検索機能が Web を補完していることになろう。

データベースパラダイムの中で、今後の Web 技術を拡張するヒントになるパラダイムは、ユーザビュー(user view)機能であろう。Web 上で情報共有をする際に、個々のユーザの各々の視点から Web が異なった形でみえるような機能や、HTML 文書の作成者以外のユーザが自分の視点でハイパリンクを追加する機能が必要となるものと考えられる。現在の Web 文書は、ハイパリンク情報を文書中に埋め込むモデルが採用されているが、これでは、このような機能を実現することが困難であると考えられる。Web 文書の中味、すなわち、コンテンツと、ハイパリンクを分離する方式は Dexter モデル²⁾などで提唱されている。これには、我々が従来から行ってきた「質問対リンク」機構^{3),4)}などが有用なアプローチかと考えられる。これは、ハイパリンクの端点をデータベース質問という形で記述し、コンテンツからこのリンク定義を切り離して保持し、必要に応じて元のコンテンツにこのリンク情報をオーバーレイするものである。図-1 に、元の HTML 文書と、その上にリン

クを動的にオーバーレイした例を示す。

3. 情報の収集と組織化

DBMS と Web の大きな違いは、データを集約して検索などの操作の対象とするための構造(スキーマ)をもつかもたないかという点である。DBMS では、データの格納構造であるスキーマが確定して初めてデータを入力でき、データ操作はスキーマを通じて行うという意味でスキーマ主導の考えが徹底している。一方、Web では、スキーマに相当する概念はなく、この意味でデータ主導、すなわち、インスタンス主導のシステムと位置づけられる。

インスタンス主導のシステムの利点は、ネットワーク上に分散したデータベース全体の論理構造などを知らなくても、データの蓄積や検索が、データからデータへのナビゲーションという形で比較的容易に行えることである。しかし、欲しいデータがどこのサイトにあるかが分からない場合、Web 上に存在する大量の情報の中から欲しい情報を効果的に検索してくれる機能が必須となる。現在、WWW 上で利用可能な検索エンジンは、定期的に各サイトにあるデータを探索して、キーワードと URL からなる大規模な索引を形成する。これに対して、キーワードの論理結合による検索を行うことで、利用者は自分の欲する情報の URL を比較的容易に検索できる。しかし、検索エンジンなどによって収集されたデータ量が数百件以上になることは日常茶飯事であり、今度はこれらのデータを 1 つ 1 つみていかねばならない。そこで、このような収集情報を、全体としてどのようなものが得られているのかを概観できるような機能があれば便利である。

このような目的のために、著者らは、Kohonen の自己組織化マップ⁵⁾を用いたテキストの自己組織化システム⁶⁾を開発している。図-2 は、収集された文書情報からその概要を表す 3 次元自己組織化マップを生成したものである。自己組織化マップは教師なしの強化学習モデルであり、マップ上の各セルは各々特徴ベクトルをもち、また、各入力データ(文書)も同次元の特徴ベクトルをもつ。各入力データの特徴ベクトルと最も距離的に近いベクトルをもつセルとその周囲のセルのベクトル

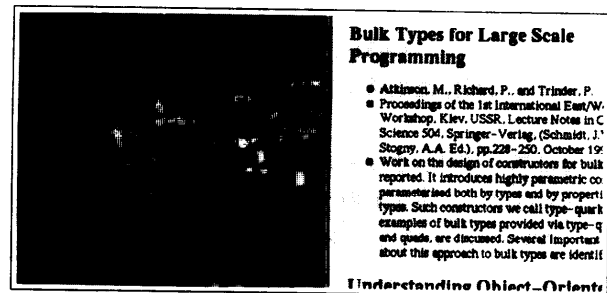


図-2 3次元自己組織化マップ

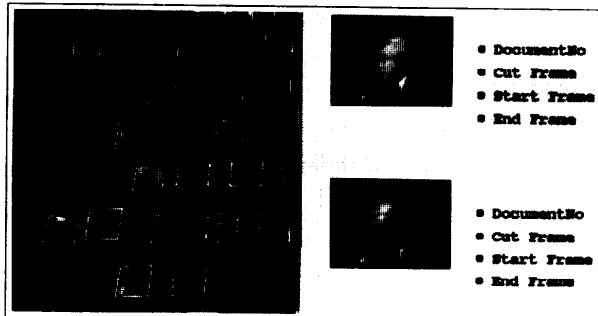


図-3 自己組織化マップによる動画像の分類

の値が入力データのそれに近づくように繰り返し修正される。文書情報の特徴ベクトルは、キーワードの出現頻度をもとに構成されており、ベクトルの各要素は 1 つの単語に対応させている。学習が終了すると、特徴ベクトルの中で最も大きい値をもつ要素に対応する単語が同じであるようなセルを連結させて領域地図を形成している。また、セルの高さは、セルの特徴ベクトルに最も距離的に近いベクトルを有する文書の件数を示している。利用者は、この 3 次元地図を階層的に生成したりウオークスルーすることで、収集情報全体を概観することができる。

インターネット上で収集する情報で、同様に、分類などの情報組織化が必要なのが電子メールである。頻繁に交換される大量の電子メール情報を効果的・自動的に分類する機能が望まれている。Kamiyama ら⁷⁾は、最近、電子メールの分類支援システムとして Grassroots というシステムを提案している。これは、電子メールを、相手がすでに分類のために用意した特定のフォルダに対して直接送るという方式をとっている。我々は、メイリングリスト上での電子メールによる議論の流れを整理し自動的に WWW データとなるように組織化するシステムを Java を用いて開発している⁸⁾。

4. 映像データベース

大規模な映像データベースを構築する上での最も重要で困難な課題は、もともと生データとして与えられている映像データの内容の記述、すなわち、オーサリングと、映像データの構造化をどのように行うかということである。

これまで提案されてきた多くの動画像データモデルは、動画像の時系列的な側面に注目して、そのほとんどが Allen⁹⁾の区間論理(interval logic)に基づいている。これに基づいて開発された映像データベースの記述系・操作系として Weiss ら¹⁰⁾の Algebraic Video などがある。また、区間に付与された記述情報(属性情報)を区間の包含関係で動的に継承させることで属性記述の手間を軽減させるモデルとして我々の OVID モデル¹¹⁾がある。しかし、これらのデータモデルは、与えられた映像データの内容記述を実際にどのような形で行えばよいか、与えられた映像データからどのような構造化を行えばよいかといった問題に対して十分な答えを与えているとはいえない。映像データの内容記述については、以下の3つの事項に留意する必要があると考えられる。

- ・内容記述情報(2次情報)のレベルと構造

映像に対して、キーワード集合レベルで記述するのか、属性と値の集合からなるレコード構造レベルで記述するのか、ハイパグラフや意味ネットワークなどのグラフ構造で記述するのかといったレベルの問題。

- ・内容記述のストーリー依存性

映像全体のストーリーを記述するのか、ストーリーとは独立に、映像内に現れているものやその印象などを記述するのかということで、内容記述の手法や目的が変わる。

- ・文字・音声などによる内容記述情報の存在

映像の種類によって、その映像内容を記述する情報が文字情報などで補足的に与えられる場合がある。たとえば、映画やニュース映像やスポーツ映像は、その映像内容に関連するシナリオデータやアナウンサのナレーションデータが存在する。一方、街角のリアルタイム映像などは、その映像内容を記述する補足的な情報はあまり期待できない。

映像情報が比較的ローカルなコミュニティのも

のであればそのオーサリングも可能であるが、街角の映像のような場合、1つの組織や人だけで映像のオーサリングを行うことは難しい。そこで、インターネットを用いて不特定多数のユーザに映像情報を公開し、このようなユーザからのオーサリング情報を集約する方式が考えられる。これも、ネットワーク時代の映像データベース技術の1つとして位置づけられるものと思われる。我々は、インターネット上でデジタル映像(静止画像や動画像)を閲覧し、不特定多数の利用者がこれに対して自然言語で内容記述ができ、これを集約した情報に基づき自然言語で関連映像を検索できるソフトウェアを試作している^{12),13)}。これに関連して重要なのは、収集された内容記述情報の整合性検査や映像間での共有を効率的に行えるためのモデルを確立することであり、文献13)においてそのようなオブジェクトモデルを提案している。

次に、動画像情報の意味に踏み込んだ記述、たとえば、動画像のストーリー記述をいかにして行うかも重要な課題である。国内では、上原ら¹⁴⁾の研究が始まっている。

次に重要なのは、動画像情報のコンテンツベースな自己組織化であろう。動画像カットの分類クラスタリングに DCT 情報や画像処理の研究成果を用いる方式の研究は、Informedia¹⁶⁾や龍谷大学の有木ら¹⁵⁾の研究がある。図-3には、我々のところで開発した、自己組織化マップを用いた動画像の自動分類・検索システムの例を示している。このシステムでは、DCT 情報を用いて動画像カットの特徴ベクトルを生成し、これに基づいて、動画像カットを自動分類している¹⁷⁾。

動画像のコンテンツベースの分類検索と、動画像データの内容記述は、いずれもそれだけでは限界があるものと考えられる。最終的には、これら両者の方式を組み合わせたハイブリッドな構成によって、動画像を分類し検索に供する形が必要と思われる。

5. 空間データベースとアクセス管理

地理情報システムや空間データベースの分野においては、多種多様な組織の有するデータの統合が重要な課題である。図-4は、筆者のところで開発中の VRML を用いた都市情報データベース^{19),20)}の一例である。また、文献21)では、2次

元の地図情報と建物の高さ情報の格納されたデータベースから、自動的に VRML 形式の 3 次元イメージを生成するシステムが紹介されている。種々の空間データを VRML や Web によって統合するというアプローチは、今後、都市情報の共有や多目的利用をはかる上で重要な方向と考えられる。実際、ある Web のホームページ²²⁾では、サンフランシスコやアトランタやニューヨークなどの都市情報が VRML 化されている。

さらに、各組織が有する、機密レベルの高いデータを含んだ空間データを結集するためには、このような空間データに関するアクセス権管理をどのように行うかが重要なテーマである。従来のデータベースにおけるアクセス制御は、各ユーザとデータの組合せに対してアクセス権を定義し、アクセス権が与えられていればそのユーザにそのデータを表示可能であり、与えられていなければ表示できないという「all or nothing」的なものであった。しかし空間データの表示の際には、同じ物を表示するにもさまざまな詳細度の表示が考えられ、各ユーザごとに表示が許される詳細度が異なるというような制御が必要であり有効であると考えられる(図-5 参照)。我々は現在、空間の全体・部分関係と詳細度の概念を用いた、空間データベースのためのアクセス制御機構を開発中である²³⁾。

6. あとがき

本稿では、ネットワーク時代の情報共有基盤としての Web と DBMS について、今後必要となると思われる技術と、それに関連する研究について述べた。要約すると、スキーマ主導からインスタンス主導へ、マルチメディア情報の(自己)組織化と内容記述、より高度な情報共有のためのビュー機能、all or nothing ではない、マルチメディア情報のアクセス権管理などが重要と考えられる。

謝辞 本研究は、一部、文部省科学研究費重点領域研究(課題番号 08244103)による。

参 考 文 献

- 1) OMG, Surfin' the Net with CORBA, First Class (Jan. 1996).
- 2) Halasz, F. and Schwartz, M. : The Dexter Hypertext Reference Model, Comm. of the ACM, Vol. 37, No. 2, pp. 30-39 (Feb. 1994).

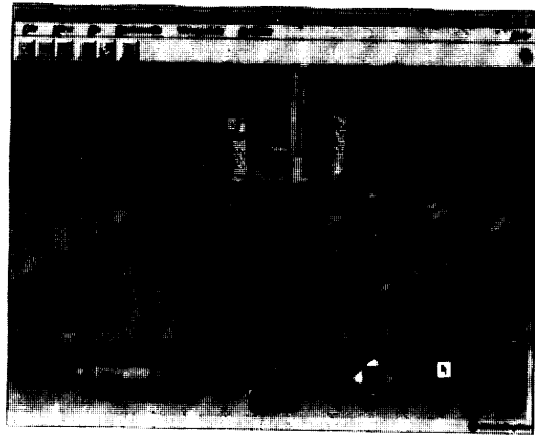


図-4 VRML による空間データベース

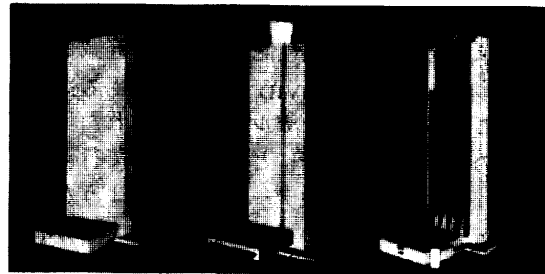


図-5 空間オブジェクトの詳細度

- 3) Tanaka, K., Nishikawa, N., Hirayama, S. and Nanba, K. : Query Pairs As Hypertext Links, Proc. of IEEE Data Engineering Conference, Kobe, Japan, pp. 456-463 (Apr. 1991).
- 4) Qiang, Q., Tanizaki, M. and Tanaka, K. : Abstraction and Inheritance of HyperLinks in an Object-Oriented Hypertext Database System TextLink/Gem, IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E78-D, No. 11, pp. 1343-1353 (Nov. 1995).
- 5) Kohonen, T. : The Self-Organizing Map, Proc. of the IEEE, Vol. 78, No. 9, pp. 1464-1480 (1990).
- 6) Hatano, K., Qing, Q. and Tanaka, K. : A SOM-based Information Organizer for Text and Video Data, To Appear in Proc. of DASFAA'97, Australia, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. (Apr. 1997).
- 7) Kamiyama, K. and Martin, R. : Grassroots : A System Providing a Uniform Framework for Communicating, Structuring, Sharing Information and Organizing People, Proc. of the 5th Int. WWW Conf. (May 1996).
- 8) 水内祥晃, 篠原 誠, 田島敬史, 田中克己 : インターネットプログラミング言語による情報組織化機構について, 情報処理学会 DBS 研究会研究報告, 109-27, pp. 281-286 (July 1996).
- 9) Allen, J. F. : Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, Comm. of the ACM, Vol. 26, pp. 832-843 (Nov. 1983).

- 10) Weiss, R., Duda, A. and Gifford, D. : Content-based Access to Algebraic Video, IEEE Multimedia, pp. 140-151 (1994).
- 11) Oomoto, E. and Tanaka, K. : OVID : Design and Implementation of a Video-Object Database System, IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, Vol. 5, No. 4, pp. 629-643 (Aug. 1993).
- 12) Pradhan, S. and Tanaka, K. : Managing Multimedia Objects in Incremental Instance-Based Object Database Systems, Proc. of IPSJ Multimedia Japan '96, Yokohama, pp. 202-209 (Mar. 1996).
- 13) Pradhan, S., Tajima, K. and Tanaka, K. : Utilizing Prototype Objects and Powerdomains to Support Public Authoring of Video Databases, Proc. of CODAS96, pp. 519-526, Kyoto, Japan (Dec. 1996).
- 14) Uehara, K., Oe, M. and Maehara, K. : Knowledge Representation, Concept Acquisition and Retrieval of Video Data, Proc. of CODAS96, pp. 527-534, Kyoto, Japan (Dec. 1996).
- 15) Ariki, Y., Sakurai, M. and Sugiyama, Y. : Article Extraction and Classification of TV News Using Image And Speech Processing, Proc. of Int. Symp. on Cooperative Database Systems for Advanced Applications (CODAS96), pp. 247-254, Kyoto, Japan (Dec. 1996).
- 16) 金出武雄, 佐藤真一 : Informedia : CMU デジタルビデオライブラリプロジェクト, 情報処理, Vol. 37, No. 9, pp. 841-847 (Sep. 1996).
- 17) 波多野賢治, 田中克己 : 映像データベースの動的クラスタリングと素材検索機構について, 情報処理学会 DBS 研究会研究報告, 109-18, pp. 105-110 (July 1996).
- 18) Hartman, J. and Wernecke, J. : The VRML2.0 Handbook : Building Moving Worlds on the Web, Addison-Wesley Publishing Company (1996).
- 19) 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トデータベースシステムシンポジウム 95 論文集, pp. 121-129 (Dec. 1995).
- 20) 田中克己 : VRML と 3 次元空間データベース, Computer Today, 「VRML が拓く巨大情報空間」特集号, サイエンス社, No. 75, pp. 4-9 (Sep. 1996).
- 21) 谷崎正明, 嶋田 茂 : 地図情報の VRML 化, Computer Today, 「VRML が拓く巨大情報空間」特集号, サイエンス社, No. 75, pp. 32-37 (Sep. 1996).
- 22) <http://www.planet9.com>
- 23) 田島敬史, 上浦真樹, 田中克己 : 空間データベースのためのアクセス制御機構, 情報処理学会 DBS 研究会アドバンストデータベースシステムシンポジウム 96 論文集, pp. 179-186 (Dec. 1996).

(平成 8 年 11 月 21 日受付)



田中 克己 (正会員)

1974 年京都大学工学部情報工学科卒業。1976 年同大学院修士課程修了。1979 年神戸大学教養部助手。1986 年同大工学部助教授。1994 年同大教授 (情報知能工学科)。

1995 年同大学院自然科学研究科 (知能科学専攻) 専任教授, 現在に至る。主にデータベースの研究に従事。現在本会データベースシステム研究会主査。96 年度より通信・放送機構「次世代デジタル映像通信の研究開発」の研究総括責任者, 文部省科研費重点領域研究「分散発展型データベースシステム技術の研究」の研究代表者。神戸マルチメディアインターネット協議会理事。人工知能学会, ACM 等各会員。