

高度情報環境におけるプライベート仮想ライブラリ

上田真由美、上島紳一、矢島脩三

PVL : Private Virtual Library

In

Advanced Information Network Environment
Mayumi UEDA, Shinichi UESHIMA, Shuzo YAJIMA

Abstract

As network society grows rapidly and globally, information sources, such as digital libraries(DL) , databases, have been built over Internet. These sources are becoming digital assets containing a huge volume of multimedia contents. In this paper, we propose PVL, a private virtual library, in which a user can use information of heterogeneous data type from these sources as well as real-time data obtained from cameras and VOD servers in the advanced information networks. Our main theme is to realize a flexible virtual library that enables users to customize the system privately in a bottom-up fashion, in every aspect of intelligent information media. PVL is realized with repositories composed of data warehouse and heterogeneous mirrors, and autonomous agents that work cooperatively. We describe fundamental constructs of PVL in the paper.

1.はじめに

図書館の起源は、紀元前700年頃にニネヴェ王宮に泥板を並べたものが始まりであると言われている。その後、製紙技術や印刷技術の発達に伴い、本を集めた図書館が世界中に普及した。図書館でのコンピュータ利用についてみると、最初に目録情報の管理にコンピュータが利用されるようになった。その後、ネットワーク技術や、デジタル技術の発達によって、今日では多くのデジタル図書館が構築されつつある。

デジタル図書館（Digital Library、以下、DLと言う）は、目録情報などの2次情報のみならず、本の1次情報であるコンテンツをデータ化して蓄積しておき、マルチメディアデータ、データ間の相互関連付け、ネットワークを用いた遠隔地からのアクセスなどを利用しながら、デジタル技術がもたらす多くの利点をそのまま取り込んで、巨大なデジタル資産となりつつある。これらのDLは、各々の組織やプロジェクトが持つ図書、文献、写真、映像などの情報をインターネット上で公開し、情報を共有する目的で構築されており、既存の情報をもとに、トップダウンに構築できるという特徴を持つ。一方、従来型の図書館には、出版された図書、管理上の理由などで公開できない貴重な文献がデジタル化されずに膨大な量で存在する。また、映像や音声を用いた記録も様々な情報メディアの形態で蓄積されている。

このような図書館やDLの情報は、各々の利用者に一様に公開されており、利用者が個人の目的や嗜好に応じた個人的な利用という視点に欠ける。これを可能にするには、DL、ネットワーク上のデータベースや図書館などを情報資源とみなして、蓄積された情報を個別に利用することの可能なプライベートライブラリの枠組みが必要である。明らかに、このようなライブラリはボトムアップに構築するのが自然である。

本稿では、高度情報環境における、ボトムアップに構築可能な、プライベート仮想ライブラリPVL（Private Virtual Library）を提案する。本システムは、ネットワーク上に構築された、既存のDLやデータベースなどの情報資源に蓄積された情報を、個人の視点で利用したり、必要に応じて再利用することを可能にする夢のシステムである。PVLは、情報収集、蓄積、転送、利用者インタフェースなどにおいて、個人の利用に応じてカスタマイズすることを可能にする利用者指向の柔軟なシステムである。

プライベート性の角度から、既存のシステムのこれらの側面をみてみよう。

[情報収集]

DLやデータベースなどのネットワーク上の情報資源にアクセスする方法としては、シーケンシャルに各資源にアクセスする方法、エージェントが代理に資源へアクセスする方法などが代表的である。また、情報資源の利用頻度などの状況を判断し、適切な処理方法に切り替えるもの、また、利用者個人の利用傾向や、好みなどの個人情報フィードバックして利用するシステムなどが開発されている。しかし、原則として、これらのシステムは、データ系の情報を中心に取り扱っており、ストリーム系の情報を提供する情報資源には、適用されていない。従って、情報資源のメディアタイプや、情報提供の質QoS（Quality of Service）を十分に考慮し

た情報の収集法、あるいは、データ系とストリーム系の両者の情報を組み合わせたような情報収集法は実現できてない。また、データ系情報に限っても、対象とする情報資源の動的な切り替えなどはできない。

[情報転送]

DLが構築されているインターネット環境では、データの転送はデータグラムを用いたコネクションレス型パケット交換方式を用いている。このため、異なるマルチメディアデータが同一方式で転送されているので、QoSが保たれない。また、コネクション型パケット交換方式では、通常、サーバー側の制御による情報転送が行われる。情報の転送には、情報のコンテンツならびに利用者側の環境や情報を考慮した柔軟な転送が、ボトムアップなライブラリの構成に応じて動的に行われる必要がある。

[利用者インタフェース]

DLやデータベースなどの、ネットワーク上の情報資源は、それぞれのサイトや組織の責任のもとで作成され、保守されている。利用者インタフェースは、システムを個人用にカスタマイズする機会を提供している。利用者は、自分の好みに応じた異なるメディアタイプの情報を、組み合わせて見ることを要求するが、一般的に、システムから提供される利用者インタフェースは同一である。利用者が個人の目的に応じて、専用の利用者インタフェースを持つことは自然である。電子化された本（以下、バーチャルブックという）を読むための最適な“プライベート利用者インタフェース”を検討する必要がある。

[情報の蓄積]

個人の利用のために収集した情報は、異種データ型を持つオブジェクト、半構造化データ、実時間で得られるデータなど多様なデータが考えられるため、これらに必要なに応じて柔軟に格納できる必要がある。また、これらのデータは、グループ間での共同利用、動的な分類・クラスタリング、アノテーションなどに再利用できるのが望ましい。

上記のように、PVLの実現には、利用者側の情報を利用し、システムを個人用にカスタマイズできることが必要である。

本稿では、ATM-LANとB-ISDNを中心に構成される高度情報環境において、データウェアハウス技術とエージェント技術を用いてPVLを実現する枠組みについて議論する。本研究は、高度ネットワーク環境における知的情報メディアの開発を目的に行っている。

2節ではPVLの特徴、3節ではPVLの基本構造と稼動環境について述べ、4節では、関連研究、5節でまとめる。PVLは以下のような特徴を持つ。

2.PVLとは

PVLはネットワーク上の分散型アプリケーションで、利用者は本棚から本を取り出して読むのと同じように、仮想ライブラリから情報を入手して利用することができる。PVLの特徴を以下に述べる。

[個別化] (Personalization)

PVLは利用者に応じて個別化を図った利用者指向の情報システムである。個別化は各利用者の利用する情報資源、メディアタイプ、嗜好、利用する利用者インターフェースならびに利用傾向などをもとに、質問処理、情報の収集、転送、蓄積、利用者インターフェースなどの各側面で行われる。また、PVLでは、個人単位の個別化のみならず、研究グループ、授業クラス単位、作業グループなどのグループでも必要に応じて情報を個別化して共有・再利用できる。個別化は、ATM-LANとB-ISDNが構成する超高速データ処理系で可能となっている。

[バーチャルブックとリアルブックの統合] (Integration of Virtual Book and Real Book)

利用者はネットワーク上から検索した“バーチャルブック”を読むことが可能で、さまざまな種類のマルチメディアデータや、目録情報やライブビデオなどを扱うことが可能である。本システムでは、実際に出版された本を“リアルブック”として利用でき、バーチャルブックと同様に表示される。コンテンツの理解を深め、利用者は本棚からリアルブックを読むように、ネットワーク上に存在することや、バーチャルブック・リアルブックの区別を意識せず読むことが可能である。前者はネットワーク透過性や、位置透過性を与えることに相当する。必要なデータは、DLや、Webサイトや、カメラ映像やリアルタイムアプリケーションなどの、情報資源から繰り返し、動的に収集される。

利用者は好みに従って個別にネットワーク上のバーチャルブックやリアルブックを収集し、読んだり聞いたり、比較したり、コメントをつけたり、さまざまな目的に柔軟に対応するように、再利用することが可能である。

多くの図書館では、管理上や安全上の問題から公開していないデータが存在する。これらのコンテンツを、人間のデジタル財産として、電子的に蓄積しておくことで、一般公開が可能になり、このような問題は解決されると考えられる。

[情報提供の適時性] (In-time Access to Necessary Information)

ネットワーク上から入手したデータや知識は、一時的に必要なデータと、何度も必要なデータといった、2つのカテゴリに分類することが可能である。そこで、PVLは、検索した情報を対話的に選び、プライベートライブラリに個別的に格納することが可能である。さらに、システムは位置情報や、スキーマ情報や、処理方法やチャンネルなどの、検索データのメタデータを、柔軟なレポジトリ内のシステムファイルに、自動的に格納し、QoSに従ってシステムを制御するのに利用する。

また、PVLはスムーズな情報提供を可能にするため、定期的にネットワーク上の情報資源から情報を検索し、レポジトリ内に格納された情報と比較している。この結果、利用者は即時に好きなデータにアクセスすることが可能で、ネットワーク上のデータを何度も検索するという非効率性を取り除くことができる。

[柔軟な情報の格納と再利用性] (Flexible Repository and Reusability)

PVLのレポジトリは柔軟な構造を持ち、利用者インターフェースを用いて、対話的に検索デー

タを選んだり、動的に分類、構成、コメント付けすることが可能である。また、バーチャルブックだけでなく、利用者自身が所持するリアルブックや、出版社に存在する本を、異なるカテゴリに分類して格納しておくことが可能である。バーチャルブックを扱う際、位置データや、出版社だけが所有している本、まだ出版されていない本などといった、生のデータを格納することも可能である。利用者は収集したデータを、目的に応じて、様々な要素にしたがって編成することが可能である。すなわち、著者別や分野別の並び替えや、動的な複数のカテゴリへの分類、ビューの生成などが可能である。

また、PVLでは、1つのデータを複製せずに、複数の分野にまたがって蓄積しておくことが可能である。この技術は、古文書などの歴史的に価値のあるものを扱う時に有効である。

[知的利用者インタフェース] (Intelligent User Interface)

利用者インタフェースは、それぞれの利用者が、インタフェースに満足するように、個人用にカスタマイズする役割を果たしている。PVLでは、コンピュータ上で本を読む、最適の方法を探すため、複数のインタフェースを用い、“ライブラリメタファー”や“輪読メタファー”などの、いくつかのメタファーの実現を試みる。また、音楽に関する好みのデータを用いることによって、利用者にあった音楽を選び、提供することが可能である。

利用者は、複数のリアルブックやバーチャルブックを同時に扱うことが可能で、コメントやブックマークをつけ加えたり、コンテンツの一部を、後日使用するために蓄積しておくことが可能である。

[自己保守機構] (Self-maintenance Capability)

PVLは自己保守機構を備えている。したがって、利用者は整理された状態から読むか、最後にアクセスした状態から読むか選ぶことが可能である。また、利用者の対話的操作や自動操作を適正なサイズに保つため、一定期間アクセスされなかったデータは、PVLから削除し、“ごみ箱”に移動する。さらに、自己組織化技術やデータマイニング技術を用いて、レポジトリを再構築する機構を持つ。

3.PVLの基本構造

本章では、PVLの基本ソフトウェア構造と実験環境、情報資源などについて述べる。

3.1ソフトウェアの構成

PVLは、情報ベースにデータウェアハウスモデルを、情報処理系にエージェントパラダイムを用いて構成する。PVLは情報を蓄積するレポジトリと、情報収集や利用者インタフェースなどを制御する自律的なエージェントに分類される(図1)。これらのエージェントは、システムの柔軟性や拡張性を高めるために、協調的に作業する。

[自律的エージェント群]

- ・メディアータ

メディアータは自律エージェントで、利用者インタフェースから利用者の検索要求を受け付

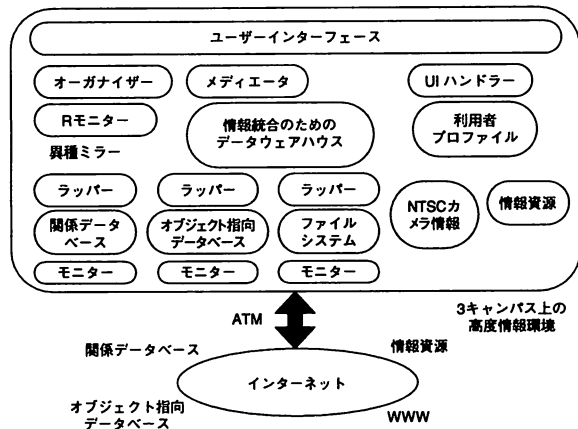


図1 PVLの基本ソフトウェア構成

け、利用者プロフィールを参照してカスタム化を図り、データウェアハウスに送る。その後、検索要求はラッパーに転送され、異種ミラーにスイッチされる。また、メディエータは異種ミラーから入手したデータを集め、利用者の要求にしたがって利用者インタフェースに戻す。

適切なデータが見つからなかった場合、メディエータは利用者プロフィールにしたがって、インターネット上のDLやデータベースなど、外部の情報資源にアクセスし検索を行う。また、得られた結果の中から、フィルタ機能により不必要なデータを削除する。これにより、利用者の好みを反映したデータの提供することを可能にする[5]。メディエータを用いることで、利用者はデータタイプの違いや、必要な情報の所在などを、意識せずに利用することが可能となる。

・ラッパー

ラッパーはそれぞれの情報資源の、異なったデータモデルと質問システムを変換し、統一されたものとして振る舞わせる。すなわち、共通の言語を受け付ける独立した情報エージェントとすることができる。

ラッパーはメディエータからの質問を、各異種ミラーで使用されているフォーマットに変換し、ミラーに検索要求を出す。その後、ミラーからの検索結果を受け取り、利用者インタフェースに戻す。ラッパーを用いることで、情報資源のデータモデルや質問言語から独立した、すなわち、情報資源のシステムの変更に左右されない、プライベートライブラリの構築が可能である。インターネット上の情報資源は、多様なデータモデルで構成されているので、ラッパーの半自動的構築を可能にするメタツールを構築し、利用する。

・モニター

モニターは異種ミラーに格納されている情報の入手先に定期的にアクセスし、情報の更新を見つけ、利用者に知らせるエージェントである。

・UIハンドラー

UI ハンドラーは個人情報にしたがって、適切な利用者インタフェースを提供するエージェントである。PVLでは、異種ミラーやカメラやビデオ・オン・デマンド・サーバー（以下、VODサーバーという）からマルチメディアデータを入手するため、ログイン時にプロフィールやデータウェアハウスに記述した、利用者のメディアタイプの利用傾向などを用いて、適切な利用者インタフェースを提供する。これにより、個人の要求に応じた情報の利用が可能になる。

・Rモニター、オーガナイザー

Rモニターはデータウェアハウスが適切なサイズ、最新の情報を保つように監視する。PVLでは、利用者は必要なデータをデータウェアハウスに格納し、異種ミラーや他の情報資源の実データと、ポインタを用いて関連づける。一定期間アクセスしなかったデータは、“ごみ箱”に移動し、Rモニターが利用者に通知する。さらに、すべての利用者がアクセスしないデータは、データウェアハウスだけでなく、異種ミラーからも削除し、PVLから削除する。

オーガナイザーは、異種ミラーに格納された情報を再編成するエージェントである。ミラーに集められた情報の中には、隠れた本質的な関係、冗長な関係などが存在するものがあり、利用者はフィードバックによって、システムの能力を高めるために、データ間の隠れた関係を引き出す。たとえば、ビデオデータは異なる視点からアクセスするために、動的に生成された、新しいインデックスを生成する必要がある。連続したイメージは、本質的な意味を与えるために、要約する必要がある。このような場合、オーガナイザーは、自己組織化手法やデータマイニング手法を用いて要約を行う。

[情報ベース]

・データウェアハウス

データウェアハウスには、仮想データを格納する。実現には、柔軟な構造を動的に生成できるインスタンスベースモデルを用いる[4]。このモデルは既存のスキーマベースのDBMS(DataBase Management System)と異なり、グラフによりスキーマを代用させたクラスレスシステムである。これによりデータウェアハウスの構造を段階的に生成・更新することができる。このモデルはマルチメディアデータを対話的に取り扱う場合有効である。

仮想データとしては、ミラーに格納される実オブジェクトを参照するポインタ、実オブジェクトが生成される実体化ビューへのポインタなどが格納される。ポインタは外延的な表現法と質問文により指定される内包的な表現法により与えられる。また、画像、音声、映像などの連続オブジェクトに対しては、アンカーを用いてオブジェクトの部分領域をオブジェクト化して用いる[4、17]。

また、データウェアハウスには、メタデータとデータ量、アクセス日時、処理方法などや、ミラーに蓄えた図書などの著者、タイトル、アブストラクトなどの目録情報も蓄積する。これらのデータは、情報ベースの保守や知識発見に用いることができる。情報ベースに格納された

データは、グループ間で共有できる。インスタンスベースを用いたデータウェアハウスでは、個人の領域が全体グラフの部分グラフとして定義されるため、領域相互の包含関係を利用して共同作業を行うことができる。

データウェアハウスは、ラッパーにより情報資源の持つデータモデルや質問システムと独立して構築する。これにより、異種オブジェクト (Heterogeneous Object) を用いて個人のライブラリを構成できる。

データウェアハウスの実現には、オブジェクト指向データベース (Object-oriented DataBase、OODBという)を用いる。

・異種ミラー群

異種ミラーは、インターネット上のDLやデータベースから収集した実データを格納する。異種ミラーは、関係データベース (Relational DataBase、RDBという)、OODB、ファイルシステムの3つを用いる。これにより、(1)異種のオブジェクトを適切なデータベースへの格納、(2)高速な情報へのアクセス、(3)ラッパーの役割の個別化、などが行える。また、ファイルシステムを用いることで、Webなどから収集したデータを格納して、これらを半構造化データとして構造化の対象とできる利点がある。

・利用者プロフィール

利用者プロフィールには、利用頻度の高い情報資源名、メディアタイプ、チャンネル、利用頻度などを記述し、ファイルとして各利用者が持つ。メディアータは、検索時にプロフィールを参照し、検索に利用者の好みを反映させ、検索結果の中から、利用者の好みに合わないデータをフィルタリングし、利用者インタフェースに戻す。

3.2実験環境

PVLの実験環境は、ATMネットワーク上の以下の構成要素からなり、超高速かつ柔軟な情報転送メカニズムと、ネットワーク上の情報資源から構成される。

- ・ATMネットワークは、四面体のトポロジーとなり (図2)、ワークステーションやPCなどのコンピュータがATMネットワークによって結ばれている。3つの離れたキャンパスをATMスイッチとB-ISDNを使って論理的に三角形に結んで構成している[1]。インターネットは、クライアントからATMを使ってアクセス可能で、補助ネットワークはFDDIを使用する。ATMネットワークは、外部の公衆のN-ISDNからも結ばれている。
- ・ワークステーションはNTSC映像を表示し、いくつかはATMスイッチに直結する。また、RDB、OODB、ORDBといったDBMSを異種ミラーとして利用し、ファイルシステムのフルテキスト検索サーバー、イメージサーバも利用する予定である。
- ・クライアントのPCや、複数のモニターが、教室内の50人以上の学生をサポートする。ISDNの発達により、PCの可能性が増加すると考えられる。
- ・本ネットワークにおいて、仮想パス (Virtual Path、VP)の一部は、特定の目的のために確保されている。これらの仮想チャンネル (Virtual Channel、VC)はATM指向アプリケーション

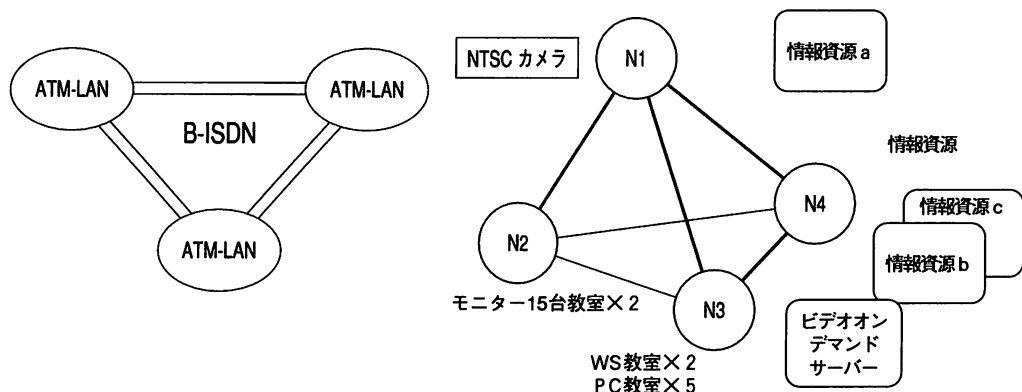


図2 ATM-LAN と B-ISDN を用いたキャンパスネットワーク

に使用される。このことは、(1)個人毎のQoS、グループに対するQoSの利用、(2)特定のQoSを備えた複数のクライアントの利用などの転送制御方針を含んでいる。

3.3分散情報資源

PVLはネットワーク上に分散した様々な情報資源から情報を収集する。すなわち、以下のものを含む

- ・カメラ映像やVODデータから取り込んだライブビデオ
- ・ネットワーク上に分散したデータベース内のオブジェクトや、DL内のオブジェクト
- ・PVL内のミラーデータベースにあるオブジェクト

ビデオアーカイブやビデオライブラリで情報資源が構成されているため、ライブビデオやVODデータはPVLにとって必要不可欠であり、デジタルデータを提供するのに、自然な方法である。また、ライブビデオはPVL内で仮想と現実の統合をするのに、重要な役割をはたしており、この統合によって利用者は、仮想と現実の区別なく両者を同時に扱うことが可能である。言い換えれば、統合によって利用者は、医学的対象や、文化的価値の高い対象などに、損傷を与えることなく取り扱ったり、新しいオブジェクトを生成することが可能になる。

PVLの情報資源には、上記の諸項目を考慮した静的なレポジトリがある。データベースやDLは各大学や組織が独自に開発、管理し、多くのデジタルコンテンツが蓄積されている[20]。データベースに教授資料を蓄積した教育機関や、貴重な資料を持つ博物館や、研究資料や書誌情報をもつ研究機関があるため、PVLでは、RDBやOODBやFile Systemといった異なる構造のデータを収集、蓄積する構造が必要である。これらの情報は独立して更新することが頻繁にあり、情報資源へのポインタだけでなく、生のデータも格納し、更新アルゴリズムが必要となる[2]。

情報資源の中には、ほとんど更新されないデータや、ほとんど利用されないデータがある。そのような情報資源に常時アクセスしておくのは非効率的であり、利用者プロフィールにしたがって動的に変化させることが、定期的なミラーリングに望ましい。

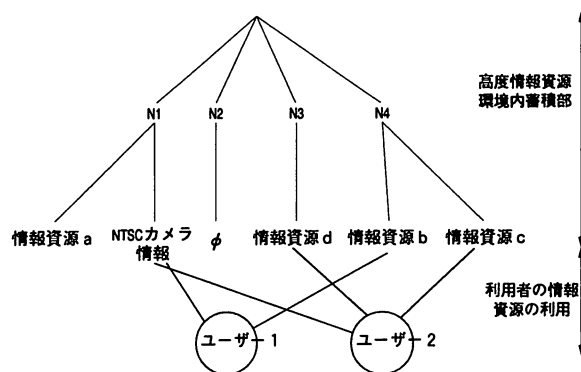


図3 ATM-LAN と B-ISDN を用いたキャンパスネットワーク

図3に情報資源の利用をグラフ表記したものを示す。情報資源はグラフの底の部分に位置し、ATMスイッチがつけられたノードN1、N2、N3、N4で示される。グラフの下半分は各利用者が使用する情報資源を示し、利用者1はカメラ情報と情報資源bを使用しており、利用者2はカメラ情報と情報資源dと情報資源cを使用している。これらの情報資源からのデータは、ランタイムに定義され、メディアタイプに従って転送される。UIハンドラーは目的に応じて適切な利用者インタフェースを準備し、メディアタイプは利用者プロフィールにしたがって決定されることで、QoSが保証される。図3のグラフはランタイムにボトムアップに構築される。

このことによって、(1)情報資源の柔軟な結合、(2)利用者の位置透過性、(3)情報資源のグループ間維持、(4)フィルタリングによる情報資源のセキュリティー管理、などの利点が得られる。

また、利用者プロフィールの有効性は、複数の情報資源から検索したデータのマーキングランクによって調査されている。

4.関連研究

高度ネットワーク環境における、分散ソフトウェアに関する研究開発が進められている。石田ら[10]は、VRMLによる仮想空間での、複数利用者の共存に関する実験を行い、ATMを用いた協調作業への拡張について議論している。H2Oプロジェクト[11]はB-ISDN上において、VRMLで生成された仮想空間と、ライブビデオによる実世界の統合に関する研究を行っている。荻野ら[6]は高精細ライブビデオ画像のB-ISDNを用いた入力・転送・表示に関する研究を行っている。特にView Classroomでは、ビューの概念を用いて教授と学生間のシステムの効果的な利用、遠隔教育による仮想的なクラスの研究が進められている[9]。教授資料やレジユメの管理には、柔軟な構造を持つ情報ベースが提案されている[7、8]。

インターネット上の情報収集を行う自律的なソフトウェアエージェントの研究は、ファシリテータとエージェント間言語の概念を用いた仮想カタログ[22]、情報収集エージェントとオントロジーを用いた情報統合ディレクトリ[21]、またそれらのECへの応用などの研究が進めら

れている。また、ラッパーを用いた研究は、[13][14][15][16]などがあり、[19]では文書データベースとWeb文書の統合に関する構造を、ラッパーを用いて実現している。データウェアハウスの研究は、[2]で実体化ビューの格納庫としての位置付けが提案されており、その後、更新アルゴリズムの研究が進められている。DLは、ミシガン大学、スタンフォード大学、NAISTをはじめとして多くの大学で研究開発が進められている。本研究は、高度ネットワーク環境において、情報システムの個別化として、情報システムの各側面で情報をフィードバックすることで実現することを目標にしている。この観点から、たとえば、NTT HI研究所のM-BONE対応システムがネットワークの状態や利用者の受信速度をフィードバック情報として用いている。

5.まとめ

本稿では、高度情報ネットワーク上におけるプライベート仮想ライブラリの枠組みについて述べた。本システムは、情報システムの各側面で個別化を図っており、データウェアハウス技術、エージェント指向技術を用いて実現されている。情報資源には、NTSCカメラ、VODサーバ、ならびにインターネット上のDLやデータベースなどの様々な資源を用いることができる。情報ベースは、データウェアハウスとミラーから構成し、データウェアハウスには、クラスレスのインスタンスベースモデル、ミラーには、異なるタイプのDBMSを用いることで、異種オブジェクトの柔軟な格納が行える。これにより、データウェアハウスは、情報資源に独立して構築できる。

本システムは、利用者側の情報のフィードバックを、情報の転送、QoS、利用者インタフェースにも取り込んでおり、利用者指向の柔軟なシステムである。このため、様々な分野への応用が可能であるものと考えられる。

また、本システムと同様の手法を用いてPVM (Private Virtual Museum) の研究も進めている。

本研究は、関西大学大学院総合情報学研究科 課題研究「超高速データ処理系におけるデータウェアハウス」により行いつつある。

参考文献

- [1] Shuzo Yajima, "Kandai Triangular Educational Network", Kansai Univ., Int'l Symposium, Informatics - The Future of Information Society, Kansai Univ., Sep.1998.
- [2] Jenifer Widom, "Research Problems in Data Warehousing", Pro. of 4th Int'l Conference Information and Knowledge Management(CIKM), 1995.
- [3] 上島紳一、森下淳也、大月一弘、杉山武司、"階層構造グラフを用いた半構造化データの構造化手法"、情報処理学会論文誌、Vol.39, No.4, Apr.1998.
- [4] Stanley Zdonik, "Incremental Database Systems : Database from the Ground Up", Proc. Of

- the Management of Data, Washington DC, USA, pp.408-412, May 1993.
- [5] 庄昌子, "Customizing Query with User Profile : Utilization of Feedback from Users", 関西大学総合情報学部卒業論文, Feb.1998.
 - [6] 荻野博幸、矢島脩三、小野木健二、大内由美子、芦原司、“超高精細マルチ画像顕微鏡装置の開発”、テレビジョン学会技術報告、Vol.20, No.59, pp.7-12、Nov.1996.
 - [7] Zhiyong Peng, Yahiko Kambayashi, "Realization of Computer Supported Cooperative Works Environments Using the Object Deputy Model Framework", IDEAS, pp.276-285, 1998.
 - [8] Yahiko Kambayashi, Zhiyong Peng, "An Object Deputy Model for Realization of Flexible and Powerful Objectbase", Journal of System Integration, Kluwer Academic Publishers, Vol.6, No.4, pp.329-363, Oct.1996.
 - [9] Osami Kagawa, Yahiko Kambayashi, "Advanced Database Functions for Distance Education System : VIEW Classroom", IDEAS, pp.231-239, 1997.
 - [10] Toru Ishida, Hirofumi Yamaki, Hideyuki Nakanishi and Toshikazu Nishimura, "Casual Meetings in a Network", International Symposium on Cooperative Database System for Advanced Applications, World Scientific, pp.391-397, 1997.
 - [11] Masatoshi Arikawa, Akira Amano, Kaori Maeda, Reiji Aibara, Shinji Shimojo, Yasuaki Nakamura, Kaduo Hiraki, Kouji Nishimura, Mutsuhiro Terauchi, Kitsutaro Amano, "Management of QoS for Real-Time Shared Three Dimensional Virtual Spaces", Pro. Of International Conference on Cooperative Database System for Advanced Applications(CO-DAS'96), 1996.
 - [12] Andreas Paepcke, Michelle Q. Wang Baldonado, Chen-Chuan K. Chang, Steve Cousin, Hector Garcia-Molina, "Using Distributed Objects to Build the Stanford Digital Library Infobus", IEEE Computer Vol.32 No.2, pp80-87, Feb.1999.
 - [13] Joachin Hammer, Hector Garcia-Molina, Svetlozat Nestorov, Ramama Yerreni, Marcus Breuing, Vailis Vassalos, "Template-Based Wrappers in the TSIMMIS System"
 - [14] Mary Tork Roth, Peter Schwarz, "A Wrapper Architecture for Legacy Data Sources", Proc. of Very Large Databases'97 (VLDB'97), 1997.
 - [15] Yannis Papakonstantinou, Ashish Gupt, Hector Garcia-Molina, "A Query Translation Scheme for Rapid Implementation of Wrappers".
 - [16] Naveer Ashis, Craig A. Knoblock, "Semi-automatic Wrapper Generation for Internet Information Sources", Conference on Cooperative Information Systems'97 (COOPIS'97), 1997.
 - [17] Shinichi Ueshima, Kazuhiro Ohtsuki, Jun-ya Morishita, Qing Qianm Hiroaki Oiso, and Katsumi Tanaka, "Incremental Data Organization for Ancient Document Databases", Proc. of the 4th International Conference on Database System for Advanced

- Applications(DASFAA'95), pp.457-466, Singapore, Apr.1995.
- [18] “ソフトウェアエージェントとその応用論文特集”、信学論、Vol.J81-D-I No.5, Apr.1998.
- [19]Atsuyuki Morishima, Hiroyuki Kitagawa, "NR/SD+ : A Data Model for the Integration of Structured Documents and Databases and Query Processing", Trans. IPSJ Vol.39 No.4, pp.954-967,1998.
- [20]Bruce Schatz, Hsinchun Chen (Eds.), "Special issue on Digital Libraries", IEEE Computer, Vol.32 No.2, pp.45-87, Feb.1999.
- [21]高橋克巳、三浦信幸、西部喜康、島健一、“不均一で分散した情報の構造情報集との関連付けによる統合ー情報統合ディレクトリ”、信学論 D-I, Vol.J81-D-I, No.5, pp.443-450, May.1998.
- [22]菅坂玉美、益岡竜介、佐藤陽、北島弘伸、丸山文宏、“知的エージェント環境SAGEの企業間ECへの応用ー仮想カタログの概念に基づくSAGE: Francisー”、信学論 D-I, Vol.J81-D-I, No.5, pp.468-477, May.1998.