

広域ネットワークにおける分散資源発見システムの提案

堀 良彰* 山口 英† 尾家 祐二* 宮原 秀夫‡

*九州工業大学 †奈良先端科学技術大学院大学 ‡大阪大学

概要

広域ネットワークの発達によってネットワーク環境はサイト規模での利用から世界的な規模での利用へと急速に広がっている。広域ネットワーク環境では情報資源が広く分散して存在する。そこで、これらの情報資源を利用者が容易に発見する機構またそれらを効率的に管理する機構が必要になると考える。本稿では広域ネットワークにおいて分散して存在する情報資源を効率的に発見するためのシステムを提案する。

1 はじめに

近年、計算機システム的环境は従来の大型汎用機による集中型環境からワークステーションと呼ばれる高性能小型の計算機をネットワークで接続し利用する分散環境の構築がLANをはじめとして進んでいる。また、広域ネットワークの発達によってネットワーク環境はサイト規模での利用から世界的な規模での利用へと急速に広がっている。

このような背景から広域ネットワーク環境には情報資源が広く分散して存在することになる。広域ネットワーク環境に存在する情報資源を取り扱う際には、以下のようなことに考慮する必要がある。

- 広域ネットワークに存在する情報資源の数は膨大であるので、いかにして自分が必要とする資源を効率よく発見するか。
- 情報資源発見には「自分の求める資源を認識すること」(1)「認識した資源の位置を発見すること」(2)という2つの段階が必要である。

- 膨大な情報資源をどのようにして管理するか。

- 資源を得るためにどの程度のコストが必要か。(広域ネットワークの特性を無視することはできない)

それゆえ、広域ネットワークに分散して存在する情報資源を効率よく利用、管理するためにはこれらを考慮した新しい技術が必要となる。

本稿では、広域ネットワーク上に分散して存在する情報資源に着目し、情報資源の管理方法ならびに情報資源発見システムの設計に関して述べる。

2 既存の情報資源管理 - アーカイブ -

インターネットにおいてはアーカイブと呼ばれる情報資源を蓄積し、それを公開しているファイルサーバが多数存在している。ネットワークの利用者はそれらのアーカイブを Anonymous FTP を用いて得ることができる。

ひとつの Anonymous FTP サーバーにおいて現在数百 MB から数 GB 程度のアーカイブを

Proposal of resource discovery system for wide area networks

by Yoshiaki Hori*, Suguru Yamaguchi†, Yuji Oie*, Hideo Miyahara‡

*Kyushu Institute of Technology,

†Advanced Institute of Science and Technology, Nara,

‡Osaka University

取り扱っている。現在国内で 50 サイトあまりが総計 30GB 程度のアーカイブを提供しており、海外もあわせると 1000 以上のサイトが総計 200GB のアーカイブを広く提供している。[4]

インターネットにアクセスできる利用者にはこのような膨大なアーカイブが利用可能であるが、利用者が求める資源がどこのサイトにあるのか調べることは容易ではなかった。

数年前まで利用者は知人に聞いたり、大規模なアーカイブサイトへアクセスしファイル一覧を参照したり、USENET のニュースグループから得られる情報を参照したりして、自分が必要とする資源の場所を探していた。つまり、手探りのな発見を行っていた。

このような状況下では、近くのサイトに既に自分が求める資源があるにもかかわらず、それに気づかないために遠くのサイトに(果ては海外までも)取りに行ってしまうこともしばしば起こり得た。従ってこのような無駄なトラヒックおよび労力を軽減するためのシステムが望まれる。

また、現在アーカイブの管理に関しては合意された方法は存在せず、各アーカイブサイトの管理者が独自の方法で管理しているため、手探りのな発見を行わなければならない状況となっている。

3 現在の情報資源発見システム

本節では、現在利用可能な情報資源発見システムの特徴および問題点を考察する。

3.1 archie

McGill 大学で開発が行われた archie というシステムがアーカイブに対する資源発見システムとして現在インターネット環境において広く使われている。[1]

archie は地理的に分散しているアーカイブに関するデータベースを自動的に構築し管理するシステムである。

archie サーバは各 Anonymous FTP サイトからそれぞれにアーカイブされているファイルの情報を Unix のコマンドである "ls -lR" の出力 (raw listing file) として集めデータベース化する。archie サーバはデータベースを自動で生成および更新する。

利用者に対しては telnet, mail そして prospero client のインターフェースを持っており、ファイル名 (またはその一部分) をキーとして検索を行い、目的のファイルを格納しているサイト名およびファイルのパスの情報を提供する。

現在、日本国内において世界規模のアーカイブに関する情報を持つ archie サーバが 1 箇所 (archie.wide.ad.jp)、日本国内のみのアーカイブに関する情報を持つ archie サーバが 2 箇所 (archie.kyoto-u.ac.jp, archie.foretime.co.jp) あり実験的に運用され、広く利用されている。

この archie が登場したことにより、利用者は以前の手探りのな資源発見に比べて、より容易に自分の必要とする資源を発見することができるようになった。

よって、archie の特徴は以下のようにまとめることができる。

1. 集中型のシステムである。
2. ファイルを格納しているサイトおよびファイル名 ("ls -lR" の出力) をデータベースにしている。
3. データベースの構造がフラットである。
4. 各サーバが独立に情報の収集を行う。
5. mail, telnet, prospero client のユーザーインターフェースを持つ。

3.2 WAIS

資源発見のためのシステムは WAIS [3] を利用しても構築することが可能である。WAIS は分散環境における情報検索および情報提供のシステムであり、WAIS サーバがローカルに用意しているドキュメントを対象にワード検索を高速に行い、かつ、そのドキュメントを提供できる仕組みを持つシステムである。

WAIS をアーカイブされた資源の発見に利用するには、アーカイブに関する情報をドキュメントとして作成しておく必要がある。そして、WAIS サーバの機能を使ってそれらを検索することで資源発見のシステムを実現することができる。

情報資源発見という目的で現在利用可能な WAIS サーバの例として、wais.oit.unc.edu で

稼働している WAIS サーバが挙げられる。このサーバでは wuarchive.wustl.edu で提供しているアーカイブの情報を "ls -l" の形式でドキュメントとして格納している。利用者はファイル名(またはその一部分)をキーとして与えることにより目的とするファイルのパスを検索することができる。

また、USENET のニュースグループでアーカイブに関する情報提供に使用されている comp.archives に投稿された記事を集めてワード検索を可能にしている WAIS サーバが archive.orst.edu において稼働している。

WAIS を情報資源発見システムと使用するとき、それは以下の特徴を持つ。

1. 情報資源発見システムとして有用に利用できるか否かは、WAIS サーバがローカルに持つドキュメントにかかっている。
2. WAIS サーバは内部的にインデックス作成することで高速なワード検索を可能にしている。
3. WAIS は集中型のシステムである。
4. WAIS サーバは各々独立している。
5. WAIS サーバは情報資源に関して情報収集を行う機能がない。

3.3 現在のシステムに対する問題点

以上現在利用可能な2つのシステムを取り上げてきたが、これらのシステムには次のような問題点を抱えていると言える。

1. 今後ネットワークの規模が拡大するとともに情報量が増大することが予想されるが、サーバが集中型のシステムであるために利用者からのアクセスの集中およびデータベースの集中に対応できなくなる。(スケーラビリティの問題)
2. 情報の追加、更新、削除などの保守作業はサーバ管理者が直接行う必要がある。
3. 利用者が資源発見を行う際の情報が不足している。

このような問題点を考察し、これらを解決するためのアーカイブの管理方法および情報資源発見システムに関して以下に述べる。

4 情報資源の認識および管理

前節で、指摘した問題点を解決するために WWFS [2] が提案しているボリュームという概念に幾つかの属性を加えることにより利用者が情報資源を認識することおよび情報資源の位置を発見することが容易になると考える。またアーカイブの管理者が効率の良い情報資源の管理を行うことができると考える。ここでは、ボリュームという概念、資源認識および情報資源の管理に関して述べる。

4.1 ボリューム

情報資源をファイル単位で管理するよりも、同じ機能を果たすファイル群をボリュームという単位でまとめ管理するという手法が WWFS によって提案されている。このボリュームという概念を導入することにより、個々のファイルを個別に扱うことを行わずボリュームという単位で情報資源を取り扱うことが可能になり情報資源の認識および管理がより効率的にできると考える。

ボリュームは資料をまとめたものに例えることができる。数多くの資料を個別に取り扱うことよりも、あるテーマに関連する資料を集めまとめたものを単位として取り扱うことが、利用者が必要としている情報に対する認識をうまく行うことができ、かつ、情報の管理という面から見ても有効に機能すると考える。

それゆえ、我々は意味的なまとまりを持った複数のファイルをボリュームという単位で取り扱い、ボリュームを単位として資源の管理を行うべきであると考えます。

このボリュームという概念を Anonymous FTP サイトによって提供されているアーカイブに対して適用すると、階層型ファイルシステムにおけるディレクトリツリーの部分木をボリュームとみなすことができる。

アーカイブに対してボリュームという概念を導入し、情報資源をある基準にしたがってまとめたものを単位として取り扱うことにより、

1. ボリュームを単位として情報資源が格納されていることにより情報資源の認識が容易になる。
2. ボリュームを単位として正確に複製することにより情報資源の分散が容易になる。

という利点を得ることができる。

4.1.1 ボリュームの属性

現在 WWFS で実装されているボリュームは、ボリューム識別子、ボリューム名およびボリュームを格納しているサイト名という3つの属性のみしか持ち合わせていない。これらの属性だけでは、情報資源の認識およびボリュームの識別という点から考えるとボリュームが持つ属性が不足している。

そこで、我々は表1に示す属性をボリュームに持たせることを提案する。

以下において、ボリュームの各属性を説明する。

ボリュームはひとつひとつにボリューム識別子 (Identifier) および名前を (Name) 持つ。また、オリジナルのボリュームを格納しているサイト名 (Original site) ボリュームを現在格納しているサイト名 (Location) およびバージョンナンバー (Version) を属性として持つ。

ボリュームへのアクセスに関するものとして、アクセス手段 (Access method) および機密性保持のためアクセス可能な範囲 (Access Control List) を示す属性を持つ。

ボリュームはボリューム毎に決められた編集者 (Authorized editor) によってのみ更新可能とする。

ボリュームを識別するための手がかりとなる属性として、カテゴリ (Category) およびボリュームの説明 (Description) を持つ。ボリュームはカテゴリ SOFTWARE, DOCUMENT, MISC の3つのうちのどれかに属する。ボリュームの説明とはそのボリュームを文章によって説明したものである。

これらの属性をボリュームに持たせることによって、ボリュームの更新およびボリュームの複製の際のボリュームの識別、またボリュームの認識の際に有用な情報となると考える。

4.1.2 管理者からみたボリューム

情報資源をボリュームという単位で見ることにより、情報資源を管理する際により容易な管理が実現できる。現在ではボリュームという概念を導入していないために、各 Anonymous FTP サイトでは管理者はそれぞれの考えに従ってアーカイブのディレクトリ構成を決定している。ボリュームという概念を導入し、利用者が多いと思われるボリュームに関してはボリュームを分散させて格納しておくことにより、アクセスの分散化をはかることができるので広域ネットワークにおけるトラヒックの無駄を避けることが可能となる。

ボリュームの複製の際には一貫性のためにオリジナルのボリュームを確実に複製しなければならない。よって、広域ネットワーク環境で使用できる耐故障性を有するボリュームの複製を行う機構が必要である。

4.2 情報資源の管理方法

この節ではボリュームに対する管理上の取り扱い (作成, 更新, 削除) に関して述べる。

4.2.1 ボリュームの作成

ある基準によって情報をまとめて格納してあるディレクトリツリーの部分木があるならば、その部分木をボリュームとして取り扱うことができる。ボリュームを作成する際には Authorized editor を決める。Authorized editor はそのボリューム内部のファイル構成またボリュームの属性を唯一決めることのできるまた変更することができる管理者である。ボリュームには先に述べた属性をつけなければならない。

インターネット上に似たような部分木がある場合は統合してひとつのボリュームにまとめることが望ましいであろう。

4.2.2 ボリュームの更新

ボリュームの構成およびボリューム中のファイルは Authorized editor によってのみ更新される。更新された場合、ボリュームの属性である最終更新日時もそれに伴って更新される。この属性によりボリュームが更新されたことを判別することができる。また、ボリュームを複製

表 1: ボリュームの属性

Identifier	ボリューム識別子
Name	ボリューム名
Original site	オリジナルのボリュームを格納しているサイト名
Location	ボリュームを格納しているサイト名
Access method	ボリュームへのアクセス手段
Access Control List	ボリュームのアクセス制御リスト
Category	ボリュームの属するカテゴリ
Description	ボリュームの説明
Version	ボリュームのバージョン
Authorized editor	ボリュームの内容を唯一管理できる者の名前

した場合にはボリュームの属性である Location が更新される。一貫性のために、ボリュームの構成またはボリューム内のファイルに変更が生じた場合には複製したボリュームへもオリジナルのボリュームの変更を伝播させる必要がある。

4.2.3 ボリュームの削除

複製されたボリュームに関してはそれを削除しても一貫性には問題がないが、オリジナルのボリュームを削除した際には、複製の全てを削除する必要がある。もちろん、オリジナルのボリュームを削除できるのは Authorized editor だけである。

5 情報資源発見システムの設計

本節ではボリュームという概念を利用した情報資源検索システムの設計に関して述べる。

まず、情報資源発見システムの機能に関して次のような目標を掲げる。これらを達成できるような情報資源発見システムを実現する。

- ボリュームを単位として資源発見および資源管理を行う。
- アクセスの集中化、あるいはデータベースの集中化を避けるために、分散システムとして構築する。
- 情報の収集および情報へのアクセスをできるだけ効率的に行えるように設計する。
- 情報の修正追加が情報資源の提供者側から

できるだけ容易に、かつ分散的にできるようにする。

- 既存のアーカイブとの親和性を損なわないようにする。

5.1 利用者と情報資源発見システムのインターフェース

利用者は情報資源発見システムに対して次の様な syntax に従って問い合わせ (query) を行うことにより資源 (ボリューム) の発見を行う。

```
query := query_lines ;
query_lines := query_line query_lines ;
query_line := tag ':' value '\n' ;
tag := "category" | "name" | "key"
      | "location" ;
value := strings ;
strings := { strings { "and" | "or" }
            string } | string ;
string := 文字列 ;
```

ボリュームサーバは利用者からの query に対して情報資源 (ボリューム) の検索を行い得られた属性を利用者に返す。

例えば、MIT で開発されたソフトウェア X window system に関するボリュームを発見したいときの問い合わせは次のようになる。

```
category SOFTWARE
key MIT and X and window
location *.jp
```

5.2 情報資源発見システムの構成

本節では、情報資源発見システムの構成に関して述べる。情報資源発見システムは、ある範囲の地域(リージョン)および複数のリージョンの集合からなるより広い範囲の地域(ゾーン)を単位として構築される。情報資源発見システムはリージョン毎に設置されるボリュームサーバおよびゾーン毎に設置されるロケーションサーバと言う2つのサーバによって構成される。構成図を図1に示す。

以下にボリュームサーバおよびロケーションサーバに関して述べる。

5.2.1 ボリュームサーバ

ボリュームサーバはリージョンと呼ばれるある範囲の地域を単位として設置される。ボリュームサーバは自分が属するリージョン内に存在する情報資源(ボリューム)の属性に関するデータベースを作成し、自リージョン内に存在する情報資源の発見を行うという機能を持つ。

各ボリュームサーバは自分が属するリージョン名およびそのリージョンが属するゾーン名をドットによってつないだ名前によって識別される。例えば、ゾーン jp 内にあるリージョン kyushu に属するボリュームサーバは名前 kyushu.jp として識別される。

ひとつのリージョン内にはオリジナルのデータベースを持つプライマリボリュームサーバ及びひとつ以上のセカンダリボリュームサーバを設置する。セカンダリボリュームサーバは定期的に同じリージョン内のプライマリボリュームサーバのデータベースを参照し変更があればそれを複製することによってプライマリ、セカンダリ間においてデータベースの一貫性を保つ。

5.2.2 ロケーションサーバ

ロケーションサーバは複数のリージョンからなるゾーン毎に設置される。ロケーションサーバは自分が属するゾーン内に設置されているボリュームサーバのポインタ情報を持つ。ロケーションサーバはボリュームサーバの名前を与えられるとそのボリュームサーバのポインタを返す機能を持つ。

各ロケーションサーバは自分が属するゾーン

名によって識別される。ゾーン jp に設置されたロケーションサーバは jp という名前によって識別される。

特殊なロケーションサーバとして各ゾーンのロケーションサーバのポインタ情報を持つルートロケーションサーバを設置する。ルートロケーションサーバはドット(.)という名前で識別される。

ボリュームサーバと同様にロケーションサーバにおいてもオリジナルのデータベースを持つプライマリロケーションサーバおよびセカンダリロケーションサーバを設置する。

5.3 情報資源発見システムの動作

利用者が問い合わせ(query)を情報資源発見システムに発行し、目的とする資源のポインタを得るまでのシステムの動作を述べる。

まずはじめに、利用者は最寄りのボリュームサーバに対して先に述べた syntax に従い問い合わせ(query)を行う。利用者からの問い合わせを受けたボリュームサーバは自分が持つデータベースを検索した結果ボリュームを発見できたならばそのボリュームの属性を利用者に返す。もし、ボリュームを発見できない場合は利用者の問い合わせの中で指定された location で記述されるリージョンまたはゾーンのボリュームサーバへ問い合わせを行う。この際他のリージョンのボリュームサーバから得た情報はキャッシュされる。

以下に例を示す(図2参照)。利用者はまず最寄りのボリュームサーバ kyushu.jp に向けて query を発行する。ボリュームサーバ kyushu.jp は query を受け取りローカルデータベースを検索する。検索の結果、この例では query にマッチするボリュームは存在しなかった。従って、ボリュームサーバはこの場合 query の location フィールドを参照し location フィールド(*.jp:これは jp ゾーンの全てのボリュームサーバにマッチする)にマッチする他のボリュームサーバ kansai.jp および tokai.jp に対して query を発行する。目的とする資源はボリュームサーバ kansai.jp では発見できなかったが、ボリュームサーバ tokai.jp では発見することができた。ボリュームサーバ kyushu.jp はこの結果利用者からの query に対する解を得ることに成功し利用

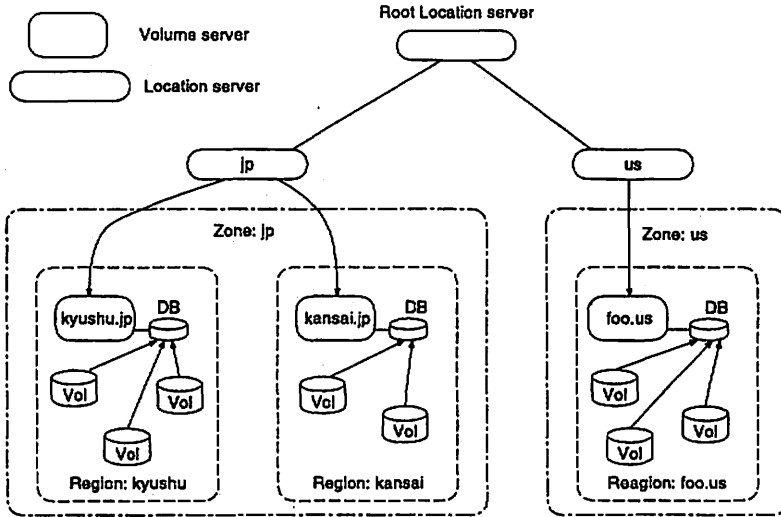


図 1: 情報資源発見システム構成図

者にボリュームの属性を回答するとともに、その情報はローカルキャッシュに蓄える。

5.4 情報資源発見システムの管理

ここでは情報資源発見システムを構成する各サーバにおいて格納される情報の管理方法を述べる。

5.4.1 ボリュームサーバ

ボリュームが作成、修正、更新された場合はボリュームが存在するリージョンを担当しているボリュームサーバへ新しいボリューム属性を登録する必要がある。

5.4.2 ロケーションサーバ

ロケーションサーバが持っている情報の更新はボリュームサーバが新たに設置されるか、あるいはボリュームサーバのアドレスに変更があった際に行われる。この更新はロケーションサーバの管理者によって行われる。

5.5 ボリュームの複製

ボリュームは耐故障性を持ったミラーリングソフトウェアによって複製される。複製を行っ

た際はそのリージョンを担当しているボリュームサーバに新たなボリュームを登録する必要がある。また、ボリューム複製のためのミラーリングのソフトウェアは定期的に複製元のボリューム属性に関して問い合わせを行い、もし変更、更新された属性がある場合には自動的にボリュームの複製を実行する。

6 WWFS との関係

ボリュームという概念を適用している広域分散ファイルシステムとして大阪大学で研究開発が進められている WWFS [2] がある。現在、WWFS においてボリュームの属性 (ボリューム名、識別子、ロケーション) は `wwcsd` の管理者が手作業で作成し登録する必要がある。また、利用者が WWFS を使用して資源にアクセスするためには自分が必要とするボリューム名を正しく認識していなければならないという制約がある。

そこで、今回提案する情報資源発見システムを WWFS から利用することにより、利用者はボリューム名を正確に認識していなくても幾つかの属性をキーにして資源発見システムに問い合わせることによりボリューム名を認識することが可能となり、資源へのアクセスも可能となる。

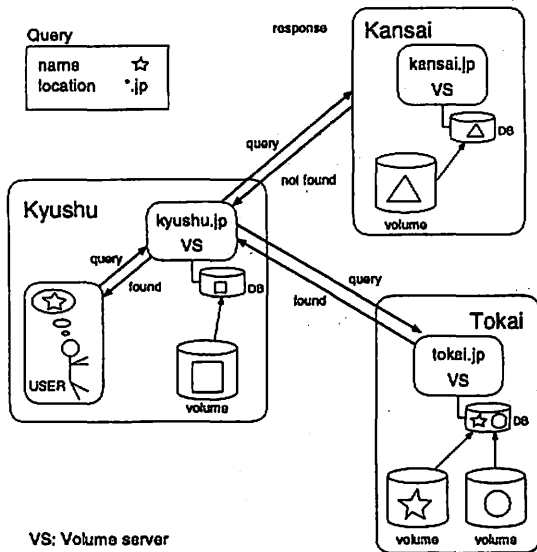


図 2: 情報資源発見システムの動作

また、ボリュームの位置情報は今回提案するシステムとの関係により自動最適化が可能になり、ボリューム位置情報の保守に関しての管理者の労力軽減および自動最適化を達成できることになる。

このように、今回提案する情報資源発見システムを用いることによって WWFS をより有効に機能させることができると考える。

7 まとめ

広域ネットワーク上に分散して存在する情報資源の管理方法に着目し、ボリュームという概念を導入することによって情報資源の集合を単位とした情報資源の管理方法を提案した。また、情報資源発見システムの設計を述べてきた。今後は情報資源発見システムの細部の仕様を検討するとともに、資源資源発見システムの実装を進めていく予定である。

参考文献

- [1] Alan Emtage and Peter Deutsch. archie - an electronic directory service for the Internet. In *Proceedings of the Winter 1992 USENIX Conference*, pp. 93-110, San Fran-

cisco, CA, January 1992.

- [2] Youki Kadobayashi, Suguru Yamaguchi, and Hideo Miyahara. WWFS: A framework for distributing information in the Internet environment. In *Proceedings of the seventh IEEE Region 10 International Conference TENCON'92*, November 1992.
- [3] Brewster Kahle. Wide area information server concepts. Alpha Release Documentation, anonymous FTP from think.com:/public/wais/wais-8-aXX.tar.Z.
- [4] 中村素典. Anonymous ftp service. In *IP meeting '92 [JEPG/IP]*, November 1992.