

競合型エージェントを用いた横断検索システムの開発

柳本豪一, 松田勝志, 谷幹也, 市山俊治

日本電気株式会社

ヒューマンメディア研究所

〒 630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-47

E-mail:{hidekazu,mat,m-tani,ichiyama}@hml.cl.nec.co.jp

Tel: (0743)72-3671 Fax: (0743)72-3549

概要

ネットワーク上の複数の電子図書館から一度の操作で文献情報を収集することが可能な横断検索エージェントシステムについて述べる。本システムは、競合型エージェントによる入札処理を用いたマルチエージェントシステムであり、(1) 知識の分散による知識記述のメンテナンス性の向上 (2) ユーザに適合した検索先の選択 (3) スケーラビリティの向上を特徴とする。本システムは、JIPDEC による「次世代電子図書館システム研究開発事業」の一環として開発を行っている。

キーワード

電子図書館, マルチエージェント, 情報検索, WWW, 入札

Development of Cross Domain Search System With Concurrent Bidding Agents

Hidekazu YANAGIMOTO, Katsushi MATSUDA, Mikiya TANI, Shunji ICHIYAMA

NEC Corporation, Human Media Research Laboratories

8916-47, Takayama-Cho Ikoma Nara 630-0101 JAPAN

E-mail:{hidekazu,mat,m-tani,ichiyama}@hml.cl.nec.co.jp

Tel:+81-743-72-3671/Fax:+81-743-72-3549

Abstract

This paper describes a Multi-Agent Cross Domain Search System which provides a unified interface for digital libraries on the Internet. This system is based on concurrent bidding agents architecture. It has three features: 1) easy maintenance by distributed knowledge architecture, 2) selection of target libraries with user's preference, and 3) improvement of scalability with distributed multi agents. This research is funded by JIPDEC's "Next-Generation Digital Library Research and Development Project".

Keyword

Digital Library, Multi-Agent, Information Retrieval, WWW, bidding

1. はじめに

現在数多くの電子図書館において蔵書の検索サービスがインターネット上で公開されている。それぞれの電子図書館は独自の運営がなされており、検索インターフェイス、サービスの内容、および蓄積されているデータの量に差がある。このためユーザが網羅的に検索を行おうとするとそれぞれの電子図書館における操作性の違いを意識して検索を行う必要がある。さらに、すべての電子図書館に対して検索を行うとネットワーク負荷や応答時間などのコストが増大する。これを防ぐためにはあらかじめ検索先を絞り込んで検索すればよいが、検索先の選択をユーザが行うとすると、それぞれの電子図書館の特徴を把握しなくてはならないため、ユーザに負担をかけてしまう。

以上のような問題点を解決するため、統一したインターフェイスをユーザに提供し各電子図書館の違いを吸収するシステムが必要である。また、検索コストを軽減するため、ユーザの検索要求にあわせて検索先の絞り込みを行う機能も必要である。得られた検索結果は電子図書館ごとに異なっているため、同じ形式に統一することによって、検索結果の比較を容易にする必要がある。しかし、このような機能を実現するために既存の電子図書館に付加的な機能を追加することは現実的ではない。よって既存の電子図書館に手を加えることなく上記の機能を提供することを目指す。

このようなサービスを提供するシステムとして筆者らは WWW ベース横断検索システム [1][2][3] の開発を行ってきた。しかし、このシステムは一台のサーバでサービスを提供するという一極集中型のアーキテクチャであったため、負荷が一台のマシンに集中しレスポンスが低下する可能性があった。これを解決するため、本稿で提案するシステムではアーキテクチャとしてマルチエージェント構成を採用し、共通するエージェント基盤を持つ複数のマシン上にエージェントを分散することで、一台ごとのマシンの負荷を軽減しレスポンスの低下を防ぐことができるようにした。また、マルチエージェント構成で電子図書館の絞り込みを行う場合、協調型エージェントモデルでは電子図書館を担当するエージェント間で調整を行う必要があり、そのための戦略を各エージェントで記述する必要がある。本システムでは、各エージェントの知識を容易に記述できるように、入札による競合状況を調整するエージェントが存在する競合型エージェントモデルを採用した。これにより、電子図書館を新規に追加したり修正する場合、担当エージェントだけを追加、修正すればよく、メンテナンスの際に他のエージェントに影響を及ぼさないため、検索サービスを休止させる必要がない。競合型エージェントによる入札処理を用いた横断検索システムは、(1) 知識の分散による知識記述のメンテナンス性の向上 (2) ユーザに適合した検索先の選択 (3) スケーラビリティの向上を特徴としている。

2. 競合型エージェントを用いた横断検索システムの構成

横断検索システムは図 1 に示す構成となっている。システムはサーバエージェント、図書館エージェント、および検索エージェントの 3 種類からなる複数のエージェントにより構成されている。ユーザインターフェイスは WWW (World Wide Web) ブラウザで提供されており、ユーザは専用のツールをインストールすることなく通常の WWW ブラウザのみで横断検索システムのサービスを利用することができる。

図 2 にユーザインターフェイスを示す。ユーザはまず左側の項目に検索条件を入力し、検索を行う。サーバ側では、ユーザが入力した条件をもとに検索先の絞り込みを行い、候補となる検索先をブラウザの右側に表示する。ユーザはこの検索先から必要な検索先を選択して検索を行う。

サーバエージェントは横断検索システムに一つだけ存在し、ユーザの検索要求を一括して受け付ける。また、ユーザが行った操作履歴の管理や検索先を絞り込むために行う入札の管理を行う。

図書館エージェントは検索対象として利用できる電子図書館の数だけ存在しており、担当の電子図書館の蔵書傾向、平均検索時間、サービス提供時間や図書館から得られる検索結果を整形する知識を持っている。

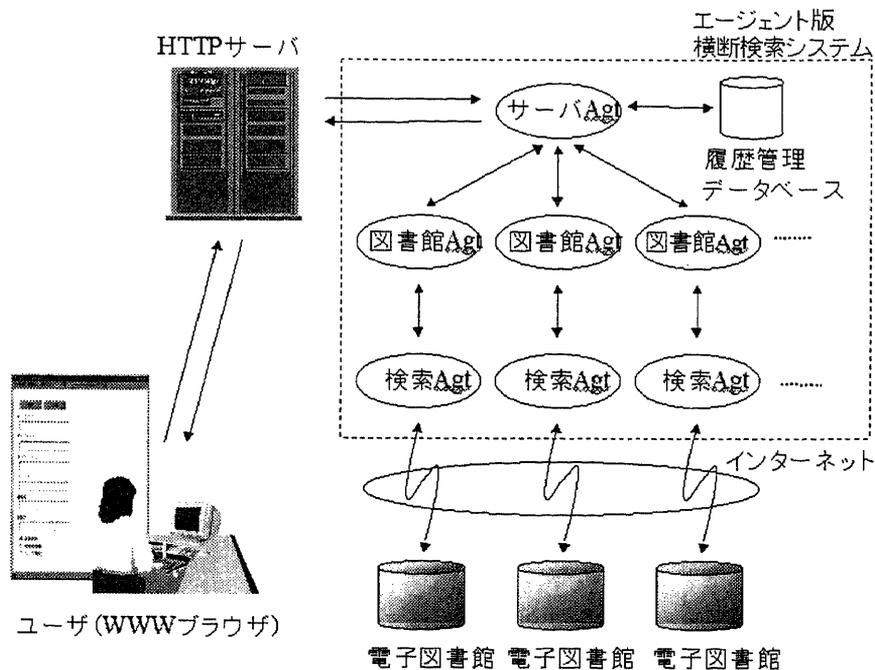


図 1 横断検索システム構成

検索エージェントは図書館エージェントごとに存在しており、ユーザが入力したキーワードを用いて実際に担当の電子図書館と通信を行い検索結果を収集する。各電子図書館でエージェント基盤が提供されている場合には、マイグレーションにより検索が行えるように、検索機能のみを持つサイズの小さいエージェントとなっている。

各エージェントの詳細について以下で述べる。

2.1. サーバエージェント

サーバエージェントはユーザとの通信を一括管理し各エージェントの動作を管理することで、以下の機能を提供する。

- (1) ユーザの要求に応じた画面遷移
- (2) ユーザの操作履歴の管理
- (3) 操作履歴に基づいたユーザの特徴の抽出
- (4) 入札の管理と検索先の決定

(1) の処理ではサーバエージェントが各図書館エージェントに検索要求を出し、得られた検索結果をもとに状況にあった検索画面を構成する。例えば、各電子図書館から得られた検索結果の件数を表示したときにユーザが絞り込み検索を行った場合、追加したキーワードによって得られた検索結果の件数を表示する。また、特定の電子図書館の検索結果を見ていたときに絞り込み検索を行った場合には、追加したキーワードによりその電子図書館から得られた検索結果を表示する。このように検索を行った際のユーザの状況によって表示する画面の決定を行う。(2) の処理ではユーザが入力した検索条件や選択したサーバ名などを履歴管理データベースに蓄積し、ユーザの検索履歴の管理を行う。(3) の処理では蓄積しているユーザの操作履歴から各ユーザの検索行動における傾向を抽出する。例えば、ユーザがすべての電子図書館か

検索 方法

キーワード1
流通

キーワード2

キーワード3

タイトル

著者名

出版社

自動検索
 検索先推薦
 ユーザ指定

決定 消去

検索サーバー一覧

- 群馬大学附属図書館
- 奈良女子大学附属図書館
- 麗澤大学図書館
- 名古屋大学附属図書館
- 学習院大学図書館
- 新潟大学大学附属図書館
- 筑波技術短期大学図書館
- 中部大学附属三浦記念図書館
- 上越教育大学附属図書館
- 千葉大学附属図書館
- 電気通信大学附属図書館
- 北海道大学附属図書館
- 九州大学附属図書館
- 横浜国立大学附属図書館
- 国際日本文化研究センター
- 長岡技術科学大学附属図書館

図 2 ユーザインターフェイス

ら得られる検索結果を待つユーザか、早く検索結果が返ってきた電子図書館だけを見て残りの検索は中断するユーザであるかなどである。以後、ユーザの検索行動の傾向を「特殊検索条件」と呼ぶことにする。(4)の処理ではユーザが実際に入力した検索条件とサーバエージェントで作成した特殊検索条件を図書館エージェントに送信し、入札により検索先の決定を行う。

2.2. 図書館エージェント

図書館エージェントの機能は以下のものである。

- (1) 図書館固有情報の管理
- (2) 入札条件に応じた入札値の決定
- (3) 検索エージェントへの検索依頼
- (4) 検索結果の管理

(1)の処理では、図書館の蔵書傾向や平均的な応答時間などを管理する。これは入札値を決定する際に利用する情報であり、図書館エージェントに蓄積されている。(2)の処理ではサーバエージェントから送信された条件と図書館エージェントが管理している電子図書館固有の情報を比較して条件を満たしている度合いに応じて入札値を決定し、サーバエージェントへ返す。(3)の処理では、入札の結果、検索先として選ばれた図書館エージェントが、検索エージェントへ検索条件を送信する。(4)では、電子図書館から得られた検索結果を一時的に保存し、検索結果の画面を作成する際に利用する。

2.3. 検索エージェント

検索エージェントの機能は以下のものである。

- (1) 電子図書館への検索
- (2) 検索処理の管理

検索エージェントは TCP/IP ベースの複数のプロトコルに対応しており、(1) の処理では http または telnet いずれかのプロトコルを利用して電子図書館との通信を行う。検索手順に関する情報は「スクリプト」と呼ぶ知識として検索エージェントが持つ。(2) の処理では電子図書館との通信を管理し、通信途中でトラブルが発生した場合には、依頼のあった図書館エージェントにエラーを通知する。

3. 競合型エージェントを用いた横断検索システムの動作

入札による検索先の決定・電子図書館の検索・検索結果の抽出の3つについて以下で詳細に述べる。

3.1. 入札による検索先の決定

競合型エージェントを用いた横断検索システムでは、検索先を決定するために入札を行う。入札はサーバエージェントでの入札条件の作成、図書館エージェントでの入札値の決定、サーバエージェントでの入札値による検索先の決定という3段階の処理を行う。

3.1.1. 入札条件の作成

サーバエージェントはユーザからの検索条件が入力されたとき、入札条件を作成しすべての図書館エージェントに対して入札条件を送信することで入札を開始する。入札条件はユーザが入力した検索条件とサーバエージェント内でユーザの操作履歴より作成した特殊検索条件からなる。

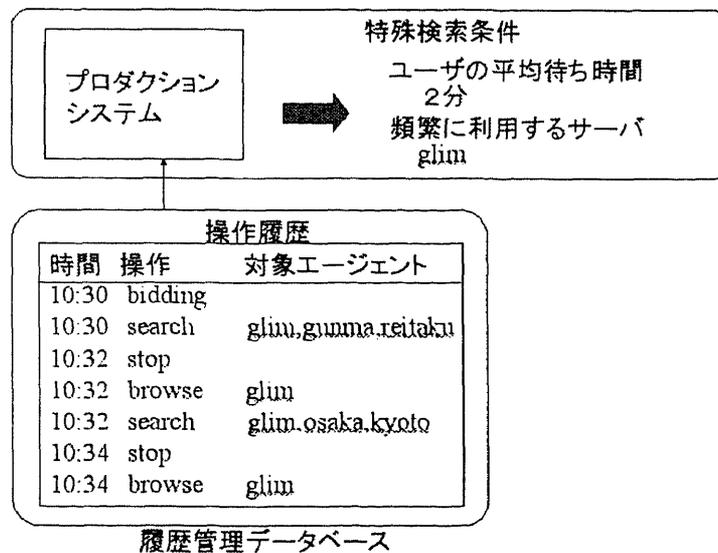


図 3 特殊検索条件の作成方法

図3に特殊検索条件の作成手順を示す。サーバエージェントでは、ユーザが選択した電子図書館名や検索途中で行った操作履歴を履歴管理データベースに保存している。サーバエージェントは、ユーザの操作履歴を履歴管理データベースから呼び出すことによりユーザ操作履歴を作成し、サーバエージェント内のプロダクションシステムに読み込む。プロダクションシステムは、ルールにより動作を指定するモジュールであり、特殊検索条件を作成するためのルールが記述されている。図3の例では読み込まれた操作履歴にはユーザが検索途中で中断を行ったことを示す stop が含まれているため、検索の開始から中断までの平均時間を算出する。この値はユーザが検索を待つかどうかを示す特殊検索条件として利用される。また、プロダクションシステムでは、得られた検索結果を閲覧するかどうか、絞り込みを頻繁に行うユーザであるかどうかなどの傾向も特殊検索条件として作成する。

入札条件の作成は毎回の各検索ごとに行われ、検索対象として登録されているすべての図書館エージェントに送信して入札を開始する。その後、サーバエージェントは図書館エージェントから入札値が送信されてくるまで待つ。

3.1.2. 入札値の決定

図書館エージェントは、サーバエージェントで作成され図書館エージェントに送られてきた入札条件をもとに、入札条件に適合している度合いである入札値の決定を行う。入札値は、図書館エージェントが管理している担当電子図書館固有の情報とサーバエージェントから送られてきた入札条件を比較して決定する。

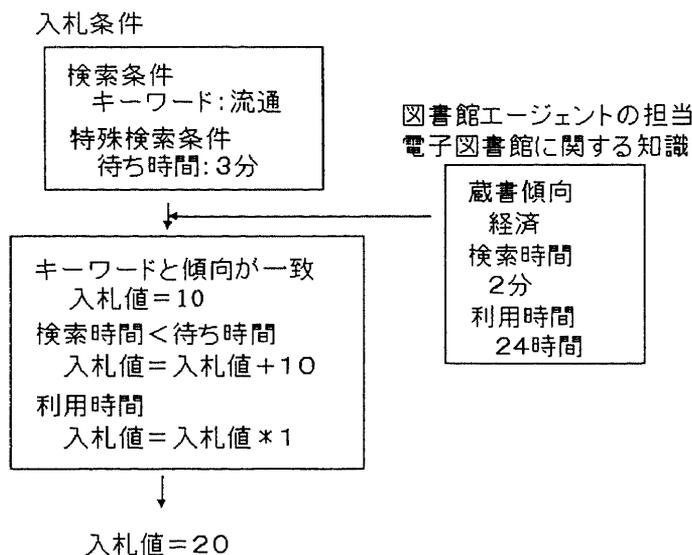


図4 入札値の算出例

図書館エージェントでは、担当電子図書館固有の情報として蔵書傾向・検索時間・利用時間という情報を持っており、サーバエージェントから送られてくる入札条件を満たすほど入札値が高くなるように設定されている。蔵書傾向とは各図書館における蔵書分野ごとの充実度を表すものである。例えば大学図書館などの場合、大学の学部や学科構成により蔵書に偏りが生じると考えられるため、検索条件に対する各電子図書館の適合度を推定するのにこのような指標を用いることにする。検索時間は、本システムで検索を行ったときにかかった検索時間の平均である。利用時間は、メンテナンスなどにより検索サービスが利

用できないような場合に、利用できる時間を示したものである。実際の入札値の決定方法について図4を用いて説明する。

まず、ユーザが検索キーワードとして「流通」を入力した場合を考える。サーバエージェントでは、このユーザによる過去の一連の検索履歴より、検索結果が得られまでの程度待つユーザであるかどうかの推定を行い特殊検索条件を作成する。図4の例では、待ち時間が3分以内という特殊検索条件が作成される。サーバエージェントは「流通」という検索条件と内部で作成した特殊検索条件をあわせて入札条件を作成し図書館エージェントへ送信する。一方、図書館エージェントは担当電子図書館固有の情報が入札条件を満たしているかどうかの判断を行い、図書館エージェントごとに設定された入札値算出ルールに従って、入札値を決定する。図4の例では、検索条件のキーワードが蔵書傾向と一致したので10点、さらに検索時間の待ち時間以内なので10点加算、利用時間内なので入札値の減点なしで結局入札値は20点になる。その後、図書館エージェントは入札値をサーバエージェントに送信する。

入札値はそれぞれの図書館エージェントで独自に決められるため、図書館エージェント間で入札値の範囲にばらつきが生じる可能性がある。このため図書館エージェントはサーバエージェントに入札値と図書館エージェントが作成する入札値の上限値を一緒に送り、サーバエージェント側でその入札値を正規化してばらつきを補正する。

3.1.3. 検索先の決定

サーバエージェントでは入札条件に応じて図書館エージェントから返ってきた入札値をもとに検索先の決定を行う。まず、図書館エージェントから送られてきた入札値の上限値を用いて正規化する。次に、検索先の決定は、この入札値が大きいものから順番に選択する。複数の図書館エージェントからの入札値が同じであった場合、サーバエージェントは過去の操作履歴をもとに入札値が同じ図書館エージェントに順位付けを行う。

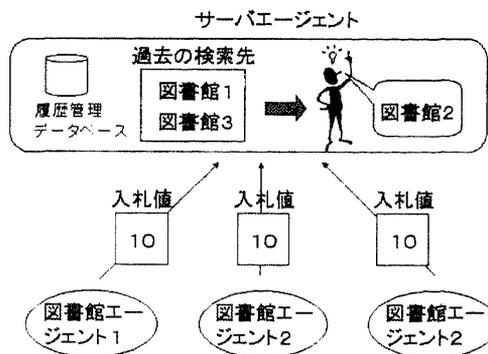


図5 同順位の処理例

図5に、図書館エージェントから送られた入札値を正規化した後、複数の電子図書館で同一になった場合の処理の一例を示す。サーバエージェントでは正規化した入札値が同じであった場合、サーバエージェントで管理しているユーザの操作履歴をもとに図書館エージェント間に順位を付ける。例えばそのユーザが過去に同じキーワードで検索を行ったことがある場合には、過去に一度検索を行った電子図書館よりは新しい電子図書館を優先的に選択するようにする。このため、入札条件に適合する度合いが同じ場合には新しい電子図書館を優先的に検索対象とすることで、過去の検索とは異なった結果が得られるようにしている。

3.2. 電子図書館の検索

多様な電子図書館に対応して検索するため、検索エージェントは検索手順を知識化したスクリプトを持っている。このスクリプトは各電子図書館ごとに作成されたものであり、図6のようにになっている。

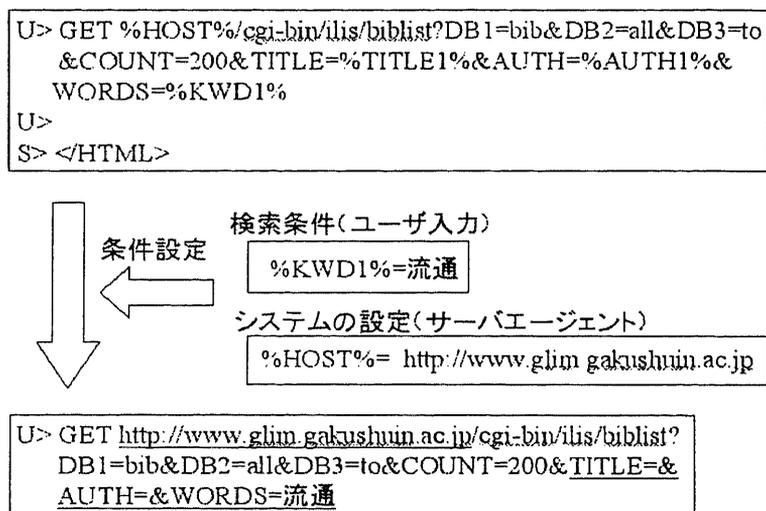


図6 検索スクリプトの例

スクリプトには検索エージェントが送信する文字列と受信する文字列の2種類が書かれており、それぞれU>、S>で表されている。検索エージェントはU>で書かれた文字列を電子図書館へ送信し、S>で書かれた文字列が帰ってくるまで待ち、先頭から末尾まで順番に処理を行っていく。

スクリプトには文字列には%で挟まれた文字列が含まれているが、これは変数である。例えば、図6では%HOST%、%TITLE1%、%AUTH1%、%KWD1%などが変数である。検索を行う際、外部から変数に代入される値が指定され、その文字列に置換することで実際に送信する文字列を作成する。変数に代入する値が設定されていないときには、その変数は削除される。

3.3. 検索結果

本システムでは複数の電子図書館から得られた検索結果を容易に比較できるように各電子図書館から得られる検索結果の表記の違いを図書館エージェントで吸収し、サーバエージェントでユーザに表示する結果画面を構成する。図書館エージェントでは、タイトル・著者名・出版者をすべての検索結果から抽出する。ここで共通に取り出す項目のセットを標準構造と呼び、この標準構造により統一した検索結果を用いることで、サーバエージェントは複数の電子図書館から得られた検索結果を一つにまとめて表示する統合表示機能を提供する。

3.3.1. 標準構造の抽出

各電子図書館から得られる検索結果はそれぞれ異なっている。そこで大部分の電子図書館の検索結果に含まれており、かつ文献を同定できる情報だけを抽出する。ここでは抽出する項目のセットは(タイトル・著者名・出版者名)の3つの項目であり、これを標準構造とする。

a) 知識

```
([^\>]+)>([^\$]+)\$/([^\$]+)\$ - ([^\>]+):([^\$]+)\$.\$.\$;
検索結果の正規表現
($LINK,$TITLE,$AUTHOR,$PUB)=$1.">",$2,$3,$5)
切り出し項目の割り当て
```

b) 実際のデータ

```
<A HREF="http://www.glim.gakushuin.ac.jp/cgi-bin/ilis/bibdetail?
[TW00189805]">流通経済論 / 鈴木武著 -- 東京：同文館出版、
1997.6.
```

c) 標準構造

```
リンク
<A HREF="http://www.glim.gakushuin.ac.jp/cgi-bin/ilis
/bibdetail?[TW00189805]">
タイトル: 流通経済 著者名: 鈴木武 出版者: 同文館出版
```

図 7 標準構造抽出知識の例

実際の検索結果から標準構造を抽出するため図 7 の a) に示すような Perl[8] の正規表現で記述した知識を利用する。電子図書館より得られたすべての検索結果からこの知識を用いてタイトル・著者名・出版者名の三つの項目を抽出する。ユーザへは抽出された各項目より検索結果画面を構成し表示する。図 8 に実際の検索結果の一例を示す。各検索結果のタイトルには結果が得られた電子図書館から提供されるその文献に関する詳細な情報へリンクが付けられている。

1. デジタル流通戦略
/原田保著. / 同友館
2. 価格革命と流通革新 : 価値共創型システムを求めて
/宮澤健一編. / 日本経済新聞社
3. 現代中国の生鮮食料品流通革命
/兪菊生著. / 筑波書房
4. 物流再構築のすすめ : 物流戦略課題への挑戦
/菊池康也著. / 同友館

図 8 検索結果

3.3.2. 統合表示

複数の電子図書館を検索した場合、同じ文献が複数の電子図書館から得られることがある。この重複した情報を一つにまとめて表示するのが統合表示の機能である。統合表示では、各検索結果から抽出した標準構造を利用して同じ文献であるかどうかの判断を行う。判断ルールとしては、タイトルが同一であることと、他の項目（著者名・出版者名）のどちらかが一致しているときに同じ文献であると判断している。

以上のルールにより同一の文献であると判断された場合、図 9 の 1 に示すように検索結果は一つにまとめて表示される。文献情報の下には、その結果が得られた電子図書館名が付加されており、各電子図書館ごとにその文献に関する詳細な情報が閲覧できるようにリンクがついている。

1. 100年ビジネスの旗手たち : 21世紀のリーディング産業—流通・情報・シルバーの明日を把む / 猪口修道著 / ティビーエス・ブリタニカ
奈良女子大学附属図書館(図書) 麗澤大学図書館(図書)
2. 2005年「食品市場」を予測する : 変わる市場・変わらない市場 / 雪印乳業株式会社営業企画部編 / 雪印乳業株式会社営業企画部
麗澤大学図書館(図書)

図 9 統合表示

3.4. メッセージの流れ

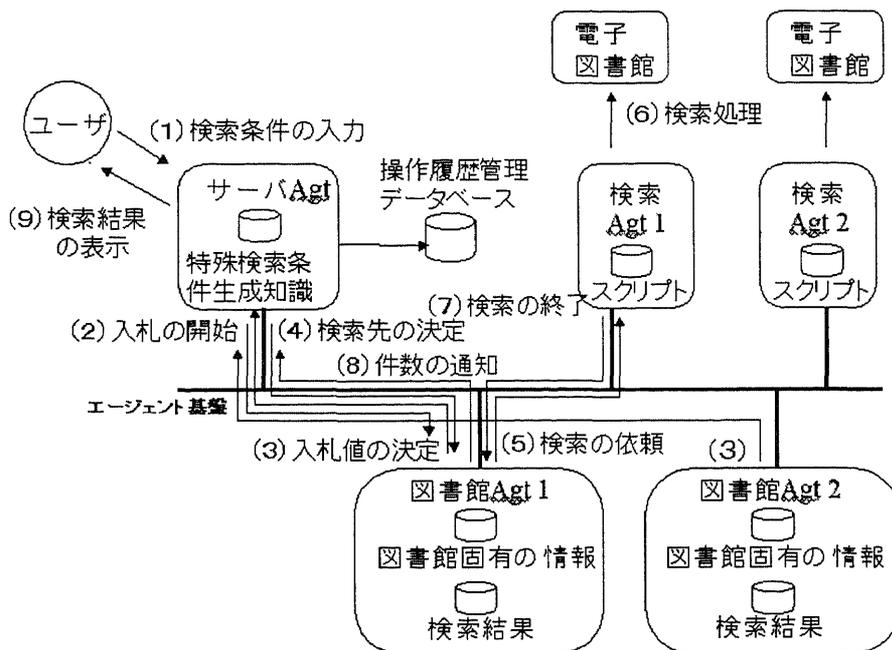


図 10 メッセージ通信

一連の検索処理をエージェント間のメッセージの流れから説明する。図 10 がメッセージの流れを示したものである。

(1) 検索条件の入力

ユーザがサーバーエージェントに対して、キーワード・タイトル・著者名・出版者名を入力して検索を開始する。

(2) 入札の開始

サーバーエージェントが、操作履歴からユーザの検索行動の傾向を表す特殊検索条件を作成し、入力された検索条件に付加して入札条件を作成する。また、入力された検索条件は操作履歴管理データベースに保存され、特殊検索条件を作成するときや絞り込み検索を行うときに利用される。

入札条件をシステムに存在するすべての電子図書館に通知し、サーバーエージェントは入札値が送り返されるのを待つ。

(3) 入札値の決定

図書館エージェントは送られてきた入札条件をもとに入札値の決定を行い、サーバエージェントに入札値を送信する。(図4参照)

(4) 検索先の決定

各図書館エージェントから送られてきた入札値をもとにサーバエージェントは検索先となる電子図書館を決定する。選択先として選ばれた電子図書館はユーザに通知されるとともに、操作履歴データベースに追加する。サーバエージェントは、検索先となった図書館エージェントに対して、検索を行うよう要求を送り結果が返ってくるまで待つ。

(5) 検索の依頼

検索先として選ばれた図書館エージェントは、ユーザが入力した検索条件を検索エージェントに送り、電子図書館の検索を要求する。その後、図書館エージェントは検索エージェントから検索結果が返ってくるまで待つ。

(6) 検索処理

検索エージェントは図書館エージェントから送られた検索条件とスクリプトを用いて外部の電子図書館の検索を行う。そして、電子図書館でヒットした全件の検索結果を取得する。

ネットワークの切断などにより外部の電子図書館と接続が行えなかった場合には、異常が発生したとみなし、図書館エージェントにエラーを送信する。

(7) 検索の終了

検索エージェントがすべての検索結果を取得すると、検索エージェントは通信を終了する。そして、得られた検索結果はすべて図書館エージェントに送信する。

(8) 検索件数の通知

図書館エージェントは、検索エージェントが送ってきた検索結果から標準構造の項目を切り出し、検索結果の件数を算出する。図書館エージェントは切り出された標準構造を一時的に保管し、先に検索件数のみサーバエージェントへ通知する。

(9) 検索結果の表示

サーバエージェントは図書館エージェントから検索結果を受け取ると順次ユーザに表示を行う。ユーザに表示する検索画面は、検索が終了した図書館名とそこから得られた検索件数である。

以上の通信により、ユーザの検索要求に対して適切な検索先を絞り込んで検索を行い、検索結果を表示することができる。図書館エージェントに対して一時的に保管されている検索結果の標準構造を要求することにより、統合表示の際には再度検索を行うことなく、サーバエージェントと図書館エージェントとの通信により統合表示による検索結果を作成する。

4. 考察

本稿で提案した競合型エージェントによる横断検索システムでは、次のようなメリットがある。

(1) 競合型エージェントによる入札処理

競合入札による検索先選択機能により、ユーザの検索行動の傾向を表す特殊検索条件などの変化する条件を入札条件として利用して図書館の選択を行えるようになった。このため、検索条件の変化に対応がとりやすくなった。また、知識を管理するエージェントを切り分けることができるので、システムに新たに電子図書館を登録したり、修正することが容易となった。

(2) 知識の分散による知識記述のメンテナンス性の向上

競合型エージェントの入札処理により図書館エージェントに各図書館固有の情報を持たせて分散することができ、図書館エージェントの知識を独立に作成することができるため、知識の作成や更新が容易である。

(3) ユーザに適合した検索先選択

ユーザの検索行動の傾向を一連の操作履歴より取得し入札処理により検索先を決定することで、ユーザの傾向を考慮した選択を行うことができる。このため、単純に検索結果が多い電子図書館を選択するのではなく、ユーザの待ち時間などを考慮した電子図書館を選択することができる。

(4) スケーラビリティの向上

マルチエージェントアーキテクチャを採用することで、共通のエージェント基盤を持つ複数のマシン上にエージェントを分散することが可能となった。このため対象となる電子図書館の数が増加した場合でも、マシンの台数を増やしてエージェントを分散配置することで処理時間を一定に保つことが可能である。

蔵書傾向による検索先の選択精度について簡単な実験を行ったので表1に示す。表は5つのキーワードについて、各電子図書館から得られた検索結果の件数をもとに順位付けを行い、その順位を記入したものである。本システムで各キーワードを検索条件とした場合に選択された電子図書館のうち件数順位が5位以内のものに白丸、6位以下のものには黒丸を付けた。これをみると、上位5件の電子図書館のうち、約3件が選択されていることが分かり、蔵書傾向による選択が有効であることが確認できた。

以上のようなアプローチをとる関連した研究としては、Stanford University の Digital Library project[4]がある。ここでは各データベースの違いを吸収するために、メタデータの構築[5]や、プロトコルレベルでのデータベース検索方法の統一化である Info Bus[6]を利用している。しかし、各電子図書館側で対応するメタデータやプロトコルを提供するためにシステムの修正が必要である。本システムでは横断検索サーバ側による記述だけで吸収することができるため、各電子図書館側の修正は一切必要ない。また、エージェントを用いた横断検索システムであるミシガン大学の仲介エージェントによる統一検索[7]がある。しかし、電子図書館に固有な情報の管理のみを行っているため、ユーザの検索行動の傾向まで取得していない。本システムでは、特殊検索条件によりユーザの検索行動の傾向を用いた検索先の選択を行っている。

5. おわりに

これまで複数の電子図書館を単一のインターフェイスで扱うための検索インターフェイスの提供と検索結果を容易に比較できる結果の表示を特徴とする WWW ベース横断検索システムを開発していた。本稿ではこのシステムをマルチエージェント化した競合型エージェントによる横断検索システムについて述べた。競合型エージェントアーキテクチャにより、ユーザからの検索要求とユーザの検索行動の傾向から検索先を絞り込む入札処理を実現した。また、エージェントが持つ知識を修正することにより電子図書館サービスに柔軟に対応が取ることができた。また、複数のマシン上にエージェントを分散することで、検索対象となる電子図書館の増加に容易に対応がとれるようになった。

本研究は JIPDEC による次世代電子図書館システム研究開発事業の一環として行っており、次世代電子図書館システムのプロトタイプシステムとして実装する予定である。

[参考文献]

[1] 市山 俊治, 神谷 俊之, 宮本 温子, 「多様な情報源を対象とする WWW ベース電子図書館システム」, 第7回デジタル図書館ワークショップ, pp.32-49, 1996

表 1 自動選択の精度実験結果

図書館名	流通	地震	徳川家康	インターネット	ピカソ
A 大学	● 1 0	○ 2	○ 3	○ 2	○ 4
B 大学	○ 4	● 1 1	○ 5	○ 4	○ 1
C 大学	○ 2	● 8	○ 1	● 6	● 6
D 大学	○ 3	4	● 9	1 1	1 1
E 大学	○ 5	● 9	1 2	○ 1	● 6
F 大学	1	○ 1	1 1	○ 3	1 3
G 大学	9	3	7	7	○ 5
H 大学	1 4	1 5	1 5	1 3	1 5
I 大学	1 1	1 0	9	1 0	9
J 大学	7	7	6	1 4	1 0
K センター	1 2	1 2	4	1 4	1 2
L 大学	1 3	1 3	1 4	9	1 3
M 大学	2 6	1 6	1 5	1 4	1 5
N 大学	6	5	● 1 2	8	8
○ 大学	1 5	1 4	7	1 2	2
P 大学	8	6	2	5	3

[2] 柳本 豪一, 柳生 弘之, 山門 純, 細見 格, 「WWW ベース図書館情報横断検索システム」, 情報処理学会第 54 回, 1997

[3] 柳本 豪一, 谷 幹也, 市山 俊治, 「検索先の自動選択を行う WWW ベース横断検索システム」, 情報処理学会第 56 回, 1998

[4] Andreas Paepcke, Steve B. Cousins, Hector Garcia-Molina, Scott W. Hassen, Steven P. Ketchpel, Martin Roscheisen, and Terry Winograd, "Using Distributed Objects for Digital Library Interoperability", IEEE Computer, May 1996, pp.61-68

[5] Michelle Baldonado, Chenchuan K.Chang, Luis Gravano, and Andress peapcke, "The Stanford Digital Library Metadata Architecture", International Journal of Digital Libraries, 1(2), February, 1997

[6] InterOP Protocol <http://www-db.stanford.edu/testbed/interchange>

[7] Daniel E. Atkins, William P. Brimingham, Edmund H. Durfee, Eric J. Glover, Elke A. Rundensteiner, Elliot Soloway, Jose M. Vidal, Raven Wallace, and Michael P. Wellman, "Toward Inquiry-Based Education Through Interacting Software Agent", IEEE Computer, May 1996, pp.69-76

[8] Perl <http://www.perl.org/>