

CORBA環境における分散教材データベース の検索手法

谷川 健[†] 富士 隆[†] 三枝 武男[‡]

[†]学習情報通信システム研究所 [‡]北海道情報大学

ネットワークの普及により、多くの組織で開発された教材を相互利用できる環境が整いつつある。しかし、個々の教材は、独自に開発されておりそのままでは相互利用できない。我々は、分散オブジェクト技術のCORBAを利用し、教材等の学習情報を分散オブジェクトとして実現することにより相互利用できる環境の構築をすすめている。本稿では、分散した教材オブジェクトの中から学習者にあつた教材を検索する時の要件を示し、OMGで提供されるNamingサービスやQueryサービスの利用を検討し、問題点を考察した。Namingサービスを補完するものとして、教材の検索条件からNamingサービスで管理する階層的な名前を求めるためにシソーラスを分散オブジェクトが扱えるよう拡張したグローバルシソーラスを提案する。また、グローバルシソーラスとNamingサービスを利用した教材検索手法を紹介する。

A query processing method for distributed instructional databases in CORBA environments

Takeshi Tanigawa[†] Takashi Fuji[†] Takeo Saegusa[‡]

[†]Software Research Laboratory [‡]Hokkaido Information University

A lot of instructional material exists on network. But such distributed instructional material is developed on different platform which makes it to difficult for a learner to study these instructional materials. We are developing an intelligent learning environment in order to enable a learner to study distributed heterogeneous instructional material using distributed object technology, CORBA. In this paper we describe the requirements for querying instructional material in distributed instructional databases and discuss the ability of using Naming service or Query service proposed by OMG. In order to seek a name managed in Naming service from a search condition, we propose the global thesaurus and introduce the query method using a global thesaurus.

1. はじめに

技術革新の急速の発展の中、新しい技術を迅速に教育していくことが重要な課題となりつつあり、教育の重要性が再認識されている。企業や大学では独自の教材を作る機会が増え、各組織にオリジナリティあふれる教材が蓄積されていくことが想定される。各組織がインターネット等のネットワークで接続されているので、これらの教材を相互利用できる状況は整いつつある。しかし、個々の教材は独自の環境で開発されているので簡単には相互利用できない。我々は、この問題を解決するために、分散オブジェクト技術としてOMGで標準化が進められているCORBA^[1]を利用するアプローチを採用した。教材を分散オブジェクトとして実現することにより、各組織で独自に開発した教材を統一的に扱うことができる^[2]。我々の想定している学習システムでは、学習者の理解度やメディアの嗜好にあった教材を提供することを目的としている。従って、分散した教材オブジェクト群からこの条件を満たす教材を検索することが重要となる。

本稿では、CORBAにより分散された教材オブジェクトを検索する手法について検討した。その結果として、OMGのNamingサービスを補完するものとしてグローバルシソーラスを提案し、それをを用いた検索方法を示す。

2. シソーラスによる教材検索

2. 1 教材検索の要件

学習者の理解度やメディアの嗜好にあった教材を学習者に提供するために、次の条件で教材を検索する必要がある。

- ① その教材が教えるべき内容を含むこと
- ② 教材の種別（説明，問題，シミュレーション）が希望のものであること
- ③ その教材のレベルやメディア特性が学習者のそれと一致すること

ここで、メディア特性とは、教材がどのようなメディアを中心に構成されているかを示すもので、“テキスト中心”，“図解中心”，

“動画中心”等の値を持つ。検索の時の条件の優先順位は、上記の番号の順番で、①の条件を満たすものが1つもない時は、該当する教材がないことになる。また、②の条件で指定された種別が“問題”の時は、問題教材だけが有効であり、“説明”または“シミュレーション”の時は、どちらかであれば有効となる。③は、レベル優先で条件になるべく近いものを選択することになる。

2. 2 シソーラスの利用

教える内容を示すのに、教える内容のキーワードの組で代表させる。教材検索がこのキーワードの一致が最優先であることから、我々の開発した学習環境REBECCA^[3]では、キーワードの概念構造であるシソーラスを中心にした検索方法を採用している。シソーラスは、各キーワードの上位/下位の関係で木構造で表現したもので、各キーワードにはそのキーワードに対応する教材オブジェクトの一覧を持っている（図1）。

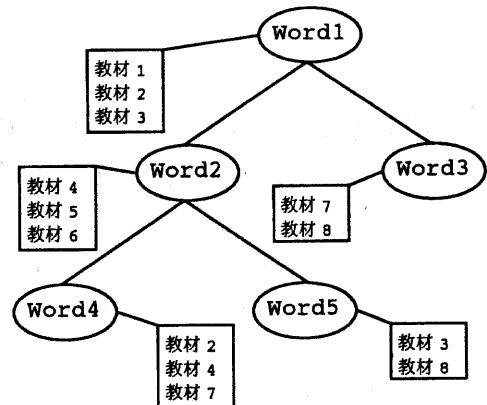


図1 シソーラスと教材オブジェクト

シソーラスを使った教材検索は、以下のようになる。今、Word3とWord5を共に教える教材を検索する場合を考える。シソーラスのWord3を教える教材として「教材7」と「教材8」があり、Word5を教える教材として「教材3」と「教材8」がある。この共通教材である「教材8」

が求める教材となる。

このシソーラスを使う検索では、ある教材で教えている内容の上位概念を教える教材や下位概念を教える教材を直接見つけることができる。これにより、学習者がある教材を中心に、より広く学習したい場合(上位概念に関するも)や、より深く学習したい場合(下位概念に関するも)に、それに対応した教材をすばやく提供することができる。

また、学習者に教材を提供する時に、最初は、対象となるキーワードを主題としてもつ教材が適切であるが、学習者の要求によりそのキーワード(教える内容)に関連のある教材を提示したり、理解不足の時はそのキーワードを例示した教材を示すことが学習の理解を進める上で有効となる。従って、シソーラスのロール⁴⁾を用いることにより、そのキーワードと教材の関わりを保持することにした。ロールとして、“主題”，“関連”，“例示”を用意している。

2. 3 分散環境における検索

本稿では、教材とシソーラスが各組織(サイト)に分散している状況で如何に教材を検索するかが課題となる。想定する状況としては、通常は学習しているサイトに教材が存在するが、学習者の興味が広がった時などに、そのサイトに教材がなくても、他のサイトを検索し該当する教材を見つけることである。

3. CORBAサービスを利用した検索の検討

OMGでは、CORBAを中心とした分散システムを構築する上で必要となる基本機能についてCORBAサービス⁵⁾として標準化を進めている。その中で、オブジェクトの検索機能を持つサービスについて、教材オブジェクトの検索に使えるかどうかを検討する。

3. 1 Namingサービス

Namingサービス⁶⁾は、名前とオブジェクト参照(オブジェクトID)の関係を管理し、名

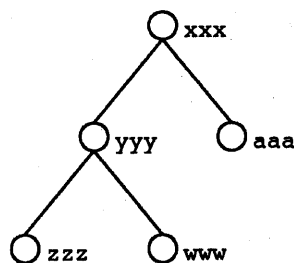


図2 Naming Graph

前でオブジェクトを同定することによりオブジェクトの位置透過性を実現するのに役立っている。Namingサービスの中心をなすものは、Naming Graphという名前の階層構造である(図2)。ここで、名前はディレクトリの階層構造と同様にxxxのyyyのzzzというような階層構造をとる。この名前に従ってNaming Graphの階層構造をたどることによって、名前に対応するオブジェクトのオブジェクト参照を得ることができる。

このNaming Graphは、シソーラスと類似した構造を持つので、Namingサービスを使って教材検索を実現できそうである。しかし、このサービスを直接使うためには、階層的な名前を予め知っておく必要がある。例えばシソーラス構造そのものをNaming Graphとして実現すると、キーワードの上位概念をユーザー側(教材を検索する側)が知っている必要がある。従って、キーワードからこの階層的な名前を対応させる別の仕組みが必要となるため、Namingサービスを直接使うことはできない。Namingサービスは、名前がわかった分散したオブジェクトを探すには適切なサービスである。検索条件と階層的な名前を結び付ける方法について4. で考察する。

3. 2 Queryサービス

Queryサービス⁷⁾は、分散しているオブジェクトに問い合わせを行い、条件にあったオブジェクトを結果としてQueryサービスのClientに戻す。Queryサービスでは、SQL-92またはOQL-93 Basicを問い合わせ言語として使って

おり柔軟なオブジェクトの検索を支援している。また、QueryableCollectionインタフェースという問い合わせ機能を持つオブジェクト集合を導入することにより再帰的な問い合わせを実現している。このことにより、一つのサイトにオブジェクトがない時は、予め指定された別のサイトを探ることが可能となる。

Queryサービスで、教材検索を実現しようとすると、各サイトにQueryableCollectionを継承した検索エンジンを置き、その要素のいくつかに別のサイトのQueryableCollectionを持つことにより実現することになる。この場合、予め要素として定義する別のサイトを知っておく必要がある。また、探す教材によってはすべてのサイトを検索する必要があるので、サイトの数に対するスケール特性に問題がある。

3. 3 Traderサービス

Traderサービス¹⁰⁾は、サービスを受けたいClientがそのサービスの名前や条件等からサービスを提供するオブジェクトを探すための仕組みである。教材を提供するサイトをサービスとして捕らえればTrader機能が使えるが、Traderサービスも他のTraderが管理しているオブジェクトの検索には、Queryの再帰検索と同様な仕組みであるLinkという機構を用いており、Queryと同様の問題がある。

4. Namingサービスを補完する手法

Namingサービスは、分散したオブジェクトを探すには有効なサービスである。教材検索では、検索条件からNamingサービスで扱える階層的な名前を探す手段を提供すれば、その名前からNamingサービスを利用して分散オブジェクトにアクセスすることができる。

4. 1 グローバルシソーラスの構造

2. で紹介したシソーラスは、ローカルな教材を見つけるための機構であったが、これを分散した教材を見つけるように拡張したものをグローバルシソーラスと名づける。分散した教材を見つけるのに適したグローバルシ

ソーラスの構造について検討する。

(1) 教材オブジェクト管理方式

第1案としては、ローカルシソーラスの構造において全サイトの教材オブジェクトでそのキーワードを持つものを管理する方式である。この方式は、グローバルシソーラスの容量が、全サイトの教材オブジェクトの総数に比例するために、スケール特性で問題がある。

(2) 教材サイト名管理方式

別の案として、教材オブジェクトそのものではなくて、そのキーワードを持つ教材オブジェクトのあるサイト名を管理する方式がある。この方式では、第1案よりはスケール特性は優れている。しかし、同じ科目を教える組織が数多く存在するので、どのキーワードも同じような多数のサイト名を持つ可能性が高くなり、結局最悪数多くのサイトを検索することになる。

(3) サイト管理テーブルによる方式

教材検索で重要なことは、教材検索の条件にあった教材が最低限1つ決まることである。このために、キーワード単位に条件にあった教材を区別できるようにするために、教材特性フラグを導入する。

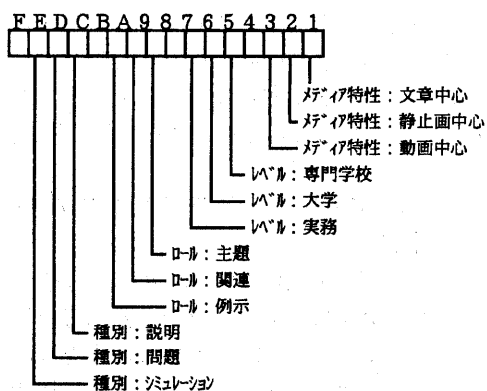


図3 教材特性フラグ

同じ教材特性フラグを持つ教材の数を制限して持つことにより、なるべく多くの種類の教材を管理することができる。このフラグを利用した図4のような表を各キーワードに持

たせることにする。キーワードを含む教材を持つサイトを教材特性フラグ毎に登録する。利用カウンタは、学習者がその教材を選択した時にカウンタアップする。グローバルシソーラスの容量がしきい値を超えた時に、同じ教材特性フラグを持つサイトの中から、このカウンタ値の小さいものを削除して新たなサイトを登録するために、この利用カウンタを使う。

教材特性フラグ	サイト名	利用カウンタ

図4 サイト管理テーブル

4. 2 グローバルシソーラスとNamingサービス

サイト管理テーブルのサイト名は、Namingサービスで管理している階層的な名前とする。Namingサービスで管理する名前は、例えば、インターネットで使われているような国名、機関の種別、機関名という階層構造を持つ。サイト管理テーブルを利用して条件に合った教材のあるサイト名を決定し、Namingサービ

スによりそのサイト名に対応するオブジェクト参照を知ることにより、そのオブジェクトにアクセスし条件に合った教材を得ることができる。

4. 3 グローバルシソーラスとNamingサービスによる検索

グローバルシソーラスとNamingを使った検索で、見つけたい教材が確実に存在するサイトを知ることができ、そのサイトに問い合わせで見つけたい教材を得ることができる。しかし、この仕組みだけでは、いつもグローバルシソーラスのあるサイトにアクセスする必要があり、そのサイトへのアクセスが集中するため、ローカルなシソーラスとグローバルシソーラスの併用によって教材検索を行うこととする(図5)。

教材の検索の手順は以下のとおりである。

- ① ローカルサイトでローカルシソーラスを参照して条件にあった教材を探しあれば、それを検索結果とする。
- ② グローバルシソーラスのサイトに条件にあった教材のあるサイトを問い合わせる。グローバルシソーラスのキーワードと教材特性フラグにより条件にあっ

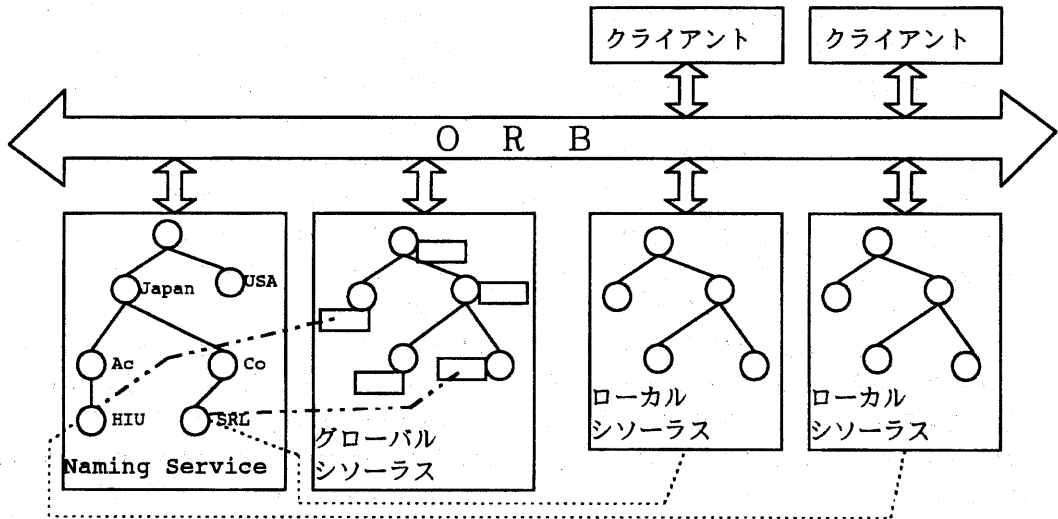


図5 グローバルシソーラスとローカルシソーラスによる検索

た教材のあるサイトを求める。該当するサイトがない場合は、該当教材なしとする。

- ③ 条件にあった教材のあるサイトが見つかった時は、Namingサービスを利用してそのサイト名に対応するオブジェクト参照を知る。
- ④ そのオブジェクトに条件にあった教材を要求し、その教材を結果とする。

このように、ローカルなシソーラスとグローバルシソーラスを併用し、Namingサービスを補完すると、グローバルシソーラスへのアクセスの集中も押さえられ、かつグローバルシソーラスへの問い合わせで該当教材があるかどうか判断できるため、最小限の通信で条件にあった教材を見つけることが可能となる。

4. 4 スケール特性の考察

本手法のスケール特性について考察する。

(1) グローバルシソーラスの容量の見積り

キーワード総数は、岩波の情報処理用語辞典⁷⁾の登録数が15,000であるのを参考に20,000とする。1種類の教材特性のサイト数を平均 n とする。1つの教材特性フラグにつき必要な容量は256Byteとする。以上の条件で、グローバルシソーラスの容量は、

$$3^4 \times 256 \times 20000 \times n (\text{Byte}) = 400n (\text{Mbyte})$$

となる。

(2) グローバルシソーラスの容量に関するスケール特性

教材の数やサイトの数が増加した場合のグローバルシソーラスの容量について考察する。グローバルシソーラスの管理をサイト名で行っているので教材の数には影響されない。サイトの数が増えるとグローバルシソーラスの数も増えるが、4. 1で説明したように利用カウンタを用いてよく利用されるサイトを残すようにすれば、グローバルシソーラスの容量を一定に押さえることができる。

(3) 通信回数に関するスケール特性

サイトの数が増加しても、(条件にあった教材が確実にあるサイトの数+1)回の通信で目的の教材を知ることができ、サイト数が増加しても、通信数を押さえることができる。

5. まとめ

分散した教材をCORBAで管理し再利用する時に重要となる教材検索について、その方式を検討した。CORBAサービスの検索技術を直接利用する時の問題点を明らかにし、Namingサービスを補完する方法としてグローバルシソーラスを提案し、これを利用した検索によりなるべく少ない通信回数で、確実に教材のあるサイトを発見することができることを示した。また、教材の数やサイトの数におけるスケール特性について考察を加えた。

謝辞

ご指導いただいた図書館情報大学教授の増永良文氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] OMG(Object Management Group). The Common Object Request Broker: Architecture and Specification, formal/97-02-25, 1996
- [2] 谷川 健他. CORBAに基づく個人学習型CAI分散フレームワークの開発, 情報処理学会第54回全国大会, pp.3-97,98, 1997
- [3] T. Fuji. A repository-based approach to reuse educational systems resources, To be appear in Proceedings of ED-MEDIA'97, June 1997
- [4] J. Aitchison et. al. Thesaurus Construction, Aslib, 1987. 内藤 衛亮他訳. シソーラス構築法, 丸善, 1989
- [5] OMG(Object Management Group). CORBA services: Common Object Services Specification, formal/97-06-01, 1997
- [6] OMG(Object Management Group). Trading Object Service, orbos/96-05-06, 1996
- [7] 長尾 真監修. 情報処理科学辞典, 岩波書店, 1994