

高度個別型CAIフレームワークの 分散オブジェクト化

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

多くの計算機がネットワークで接続されるようになり、ネットワーク上に多くの教材が分散して存在する状況が想定される。これらの教材は、大学や企業等の教育関係機関等で独自に開発されているので、教材の管理形態や種別が異なる。学習者に対して、これらの多様な教材を区別なく提供できるようになれば、より学習者に適した教材の提供が可能となる。ネットワーク上に分散した多様な教材が分散して存在する環境で学習者に適した教材を提供することを目的に、分散オブジェクト環境を適応した分散環境対応高度個別型CAIのフレームワークを開発している。本稿では、フレームワークの概念モデルとその実装方法について報告する。

A Framework of Advanced and Individualized CAI system in distributed object environments

Takeshi Tanigawa[†] Takashi Fuji[†] Takeo Saegusa[‡]
[†] Software Research Laboratory [‡] Hokkaido Information University

A lot of computers are connected each other by network, so in learning environments learners can use many instruction units on network. These instruction units were developed by education staff members of universities or companies independently, so management environments and kinds of instruction units are different each other. If learning system provides these various instruction units to learner uniformly, the system can provide instruction units more adaptive to learner's characteristics and understandings. We are developing framework for advanced and individualized CAI system in distributed environments by using distributed object oriented technologies in order to provide various distributed instruction units uniformly to each learner. In this paper, we show conceptual model of CAI framework for distributed environments and method for implementation.

1. はじめに

近年のインターネットの普及等により多くの計算機がネットワークで接続されるようになると、ネットワーク上に種々の環境で開発された教材が多く存在することになる。また、多くの学習者がネットワークを通して学習することになる。このような状況の中で、インターネット（WWW）を用いた学習システムが多く研究されるようになってきた^{[1][2]}。多くの研究では、HTMLで書かれた教材や独自のデータフォーマットを持つ教材を対象としたものである。種々の教材データベースに対応しようとする研究は見られない。

我々は、学習者の特性や理解度に応じて教材を提供する学習環境のフレームワークとして高度個別型CAIを開発してきた^[3]。異種の教材データベースがネットワーク上に分散しており、それらをなるべく多くの異なった学習環境で実行できることを目的として、この高度個別型CAIフレームワークの分散環境対応型への拡張を図り、分散対応型高度個別型CAIフレームワークの開発を行っている。本稿では、分散環境における課題を整理し、分散環境対応型のCAIフレームワークを構築するのに分散オブジェクト環境の適応が有効であることを示し、フレームワークの概念モデルとその実装方法について報告する。

2. 分散環境における学習システムの課題

2.1 想定する環境

対象とする学習環境として、以下のようなものを想定する。

- (1) いろいろな管理形態で種々の教材が分散して存在している。教材を管理している単位を教材提供サーバとする。
- (2) 学習者は、一つの教材データベースを管理するサーバに接続する。
- (3) 学習者が接続した教材データベースサイトに適した教材がない時は、近隣サイトの教材データベースの教材を提供する。

- (4) 教材には、説明教材やシミュレーション教材等の種々のタイプの教材がある。

2.2 分散環境下における課題

分散環境における学習システムの課題を整理するにあたり、高度個別型CAIにおける学習の流れを再考する。基本的な学習の流れは、図1のようになる。

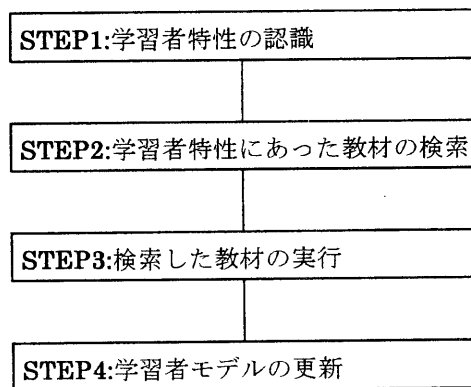


図1 学習システムの基本的な流れ

図1の学習の流れの中で、多様な教材が分散された環境におかれた時に考慮すべき点は、以下の通りである。

- (1) STEP2で学習者の特性や理解度にあった教材を教材データベースから探索する時に、スタンダローン型の場合は、一つのデータベースすなわち1種類のデータベースを対象にすればよかった。しかし、教材が分散された環境では管理形態等が異なる複数のデータベースが存在することになる。これらの種々の教材データベースを統一的に探索し、学習者に適した教材を見つける枠組みが必要である。
- (2) STEP3で探索してきた教材は、教材の種類（説明教材、シミュレーション教材等）や保持形式（画像ビットマップ、JPEG、GIF等）が異なっている。このような種別や管理形態の異なる教材を実行する仕組みが必要となる。

3. 分散環境対応高度個別型C A Iのフレームワーク

分散環境対応の高度個別型C A Iのフレームワークは、前節で考察した課題を解決するものでなければならない。

3. 1 分散教材データベースの探索

ネットワーク上に分散した教材の検索を行うためには、次の3点を考慮する必要がある。

(1) 異なる管理形態のデータベースの統一的な検索

教材を管理するデータベースとしては、ファイルシステム、リレーショナルデータベースやオブジェクト指向データベース等異なる管理形態のものが存在する。これらの管理形態が異なるデータベースに対して同じインタフェースで教材の検索が行えないと、異なる管理形態の教材データベースを統一的に扱えない。

(2) 再帰的な検索

学習者が接続している教材データベースに学習者に適した教材がない時は、近隣のサイトの教材データベースの教材を検索する必要がある。このように、教材データベースの検索機能は、再帰的に検索することが要求される。

(3) 学習者にあった検索

学習者の特性や理解度に応じた教材の提供を行う必要がある。この時複数ある教材提供サーバの中から、検索条件にあったデータベースを優先に検索することが望ましい。例えば、大学で学習している学習者がより高いレベルの教材を要求した時は、専門学校の管理する教材データベースより企業の管理するものを優先した検索が望ましい。このためには、学習者の検索条件に合わせて優先機能を持った検索が行える機能が必要となる。

(1)と(2)の機能を満たすものとして、OMGで標準化が進められているCORBAServicesの

1つである「Object Query」^[4]で採用されているQueryable Collectionが有効である。Queryable Collectionは、複数の要素を持つContainerオブジェクトであり、各要素に問い合わせを行う。要素がまたQueryable Collectionであってもよく、このことにより再帰的な検索を実現している。また、問い合わせのインタフェースを統一することにより、異なるデータベースをまたがった検索も可能としている。教材データベースをQueryable Collectionとして隠蔽することにより、統一的な検索が可能となる。

(3)の機能を満たすためには、Queryable Collectionに、優先順位の属性を持たせて、優先順位で要素をソートさせるQueryable Sorted Collectionとする。そして、検索する前に検索条件に従って各要素の優先順位を決定し検索すると、動的に優先順位を付けた検索が可能となる。このことにより、学習者に対応した優先順位に従った検索ができる。

3. 2 異なる管理形態の教材の扱い

扱う教材は種々の管理形態で管理された教材データである。例えば、同じテキスト教材であってもオブジェクト指向データベースとリレーショナルデータベースではその取り扱いが異なる。このままでは、学習者の端末に異なる管理形態用Clientプログラムを用意して管理形態に合わせて切り替える必要がある。Client側のプログラムを共通にするためには、教材部品の単位で分散オブジェクトとして扱えばよい[5]。分散オブジェクトとして実現した教材部品オブジェクトは、それぞれの管理形態に合わせたデータの取り扱い部分の実装を隠蔽することができ、Clientからは統一した共通インタフェースで教材を扱うことができる。例えば、テキスト教材であれば、管理形態によらずgetTextDataのインタフェースでClientはデータを取得することができる。

3. 3 異なる教材種別の教材の扱い

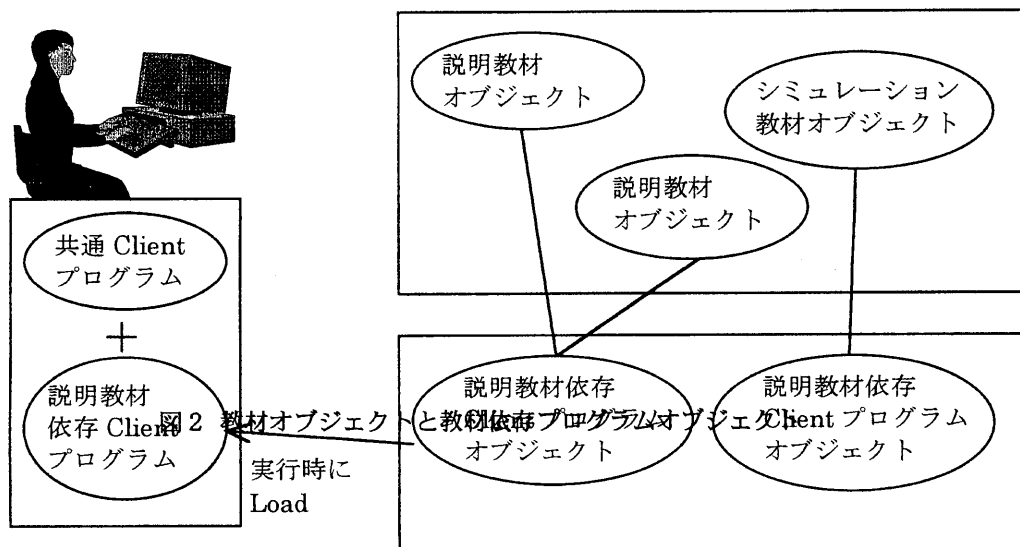
もう一つの問題は、教材部品オブジェクトが論理的に異なることである。すなわち、すべての対象のオブジェクトが説明教材であれば、どんな管理形態であろうがインタフェースを統一できる。ところが、教材の種別が異なるとそれに対応した別々のインタフェースを持つことになりそれぞれの教材種別に対応したclientプログラムを持つ必要がある。

clientプログラムの構成を考えてみると、教材全体の実行制御に関わるような共通部分のプログラム（共通Clientプログラム）と、教材種別毎に処理する必要があるプログラム（教材依存プログラム）とに分けられる。あらかじめ決められた教材種別だけに対応するのであれば、clientに必要なだけの教材依存プログラムを用意しておいて、検索の結果の教材種別に応じた教材依存プログラムを使うようにすればよい。しかし、この方法では、未知の教材種別の教材に対応することはできない。

教材種別を識別できるのは、まさに教材部品オブジェクトそのものであるので、教材オブジェクトが教材依存プログラムの情報を持つのが自然である。すなわち、教材データ

ベースには、教材部品オブジェクトとして、教材データ（提示するマルチメディアデータや、教材知識データ）とそれらのデータを利用して教材を提示したり質問に答えたりする教材依存プログラムを一緒に管理するのが望ましい。教材依存プログラムは、教材データの構造や取り扱いが共通であれば、1つ存在すればよい。また、分散オブジェクト技術を用いることを前提に考えれば、この教材依存プログラムを管理するオブジェクトは、教材部品オブジェクトと同じ環境にある必要もない。ただ、教材オブジェクトが対応する教材依存プログラムオブジェクトを知っていればよい。

検索された教材部品オブジェクトに対応する教材種別依存プログラムがclientに存在しない時は、教材部品オブジェクトが保持している教材依存プログラムオブジェクトに対して、プログラムのロードを依頼しclient側で実行させる。このようにすると、clientが未知の教材種別の教材も実行できるようになる。さらに、教材データの変更に加えて教材依存プログラムの修正や追加がclientとは独立にデータベース側だけで可能となる。



説明教材とシミュレーション教材があり、それぞれに教材依存プログラムオブジェクトが対応している様子を図2に示す。図2では、説明教材オブジェクトが2種類存在し、それぞれが同じ説明教材依存プログラムを管理している。

3. 4 分散型C A Iフレームワーク

以上の考察により、分散環境における高度個別型C A Iフレームワークは、分散オブジェクト技術をベースに構築することができる。図3にフレームワークの概念モデルを示す。

フレームワークは、基本的に次の4つの部分から構成され、それぞれは分散オブジェクトの通信機構であるCORBAにより通信する。

- ・学習Client
- ・教授方略
- ・教材データベース

・教材依存Clientプログラム

これらの4つはそれぞれ分散して存在することができる。学習Clientは、学習者とのインタフェースをつかさどり、学習者の指示により次の教材の検索や、検索した教材の実行を行う。教授方略は、学習者にあった教材の検索を教材部品管理に依頼する。教材部品管理は、Queryable Sorted Collectionを継承したもので、再帰的な検索を行う。教材部品管理では、まず自分の管理している教材部品にたいして検索を行う。見つからなかった場合は、管理している他のサイトの教材部品管理オブジェクトに対して、検索条件により優先順位を設定した後、優先順位に従って他のサイトの検索を行う。優先順位を付けるために、各教材部品管理オブジェクトは、それぞれ自分の管理している教材部品の特性や難易度に関する情報を保持している。教材部品管理オブジェクトは、検索した教材部品オブ

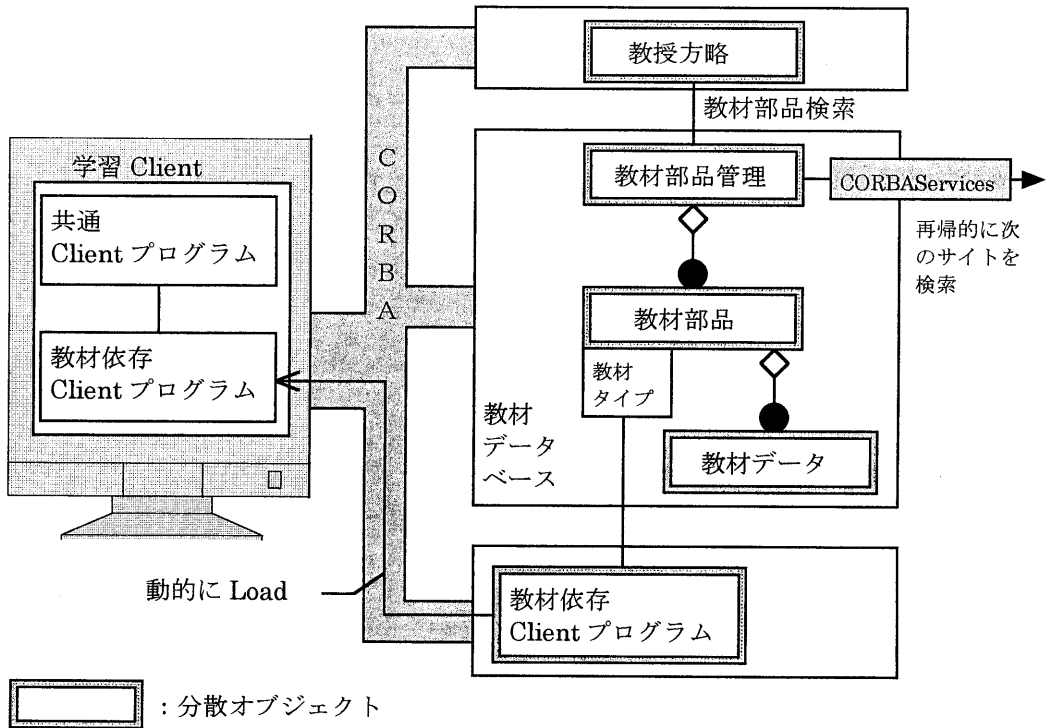


図3 分散環境対応高度個別型C A Iフレームワーク

ジェクトを教授方略オブジェクトを通して学習Clientに通知する。学習Clientでは、検索した結果の教材部品オブジェクトに対して、教材依存Clientプログラムオブジェクトを問い合わせる。教材依存Clientプログラムが学習Clientに存在しない時は、教材依存Clientプログラムオブジェクトに対してプログラムのloadを要求し、loadしたプログラムをClient側で実行する。Client側の教材依存プログラムは、教材部品オブジェクトと通信しながら教材データを使って学習を実行する。

4. 実装に関する考察

分散対応型高度個別型フレームワークの実装、特に教材依存プログラムの保持とその実行方法について考察する。

4.1 client言語の選択

client側のプログラムは、共通部分が常駐し、教材依存部分をserverから動的にloadして実行する必要がある。できるだけclientの環境を限定したくないので、server側が保持している教材依存プログラムはportabilityに優れた言語で作成することが要求される。また、clientのプログラムは、異なるマシン環境からのloadが必須となる。以上を考慮すると、portabilityに優れていて、クラスloadの機能を備えたJava言語がclient言語として適当である。

4.2 教材依存プログラムの動的loadと実行

教材依存プログラムオブジェクトから、プログラムをloadしclient側で実行させる必要がある。プログラムは、Javaの中間コード(*.class)の形式で保持することとする。clientでプログラムが必要になった時点でそれを保持しているオブジェクトからJavaの中間コードをloadし、動的にclassを作成する。この機能を実現するために、Javaで提供されている抽象クラスであるClassLoaderクラスを継承してCORBAObjectClassLoaderを実装す

る。このクラスでloadでしてきたプログラム(Javaのクラス)から実体を生成し、その実体にたいしてexecuteメッセージを送ることにより、プログラムを実行する。実行したプログラムは、教材データベースの教材部品オブジェクトとのメッセージ通信(CORBA)により教材の提示や質問の解答等を行うことにより学習を進める。

5. まとめ

異なる管理形態や教材種別の教材が分散している環境において学習者に適応した教材を提供するCAIフレームワークを、分散オブジェクト技術を使って開発した。現在、実装の基本的な部分を確認している状況で、今後実装を完了させ、分散環境において異なる管理形態や教材種別の教材データが扱えること等を評価したい。

参考文献

- [1] 仲林 清他. WWWを用いた知的CAIシステムCALOTの実現方式, 情処研報95-OS-71(95-DPS-73), Vol.95, No.115, 1995
- [2] 佐伯 昭彦他. 高等教育における統合型学習システムKAPITAL IIの開発, 教育情報システム情報学会誌, Vol.12, No.3, 1995
- [3] 富士 隆他. ハイパーフレームを用いた知的マルチメディアCAIの開発, 1994年情報学シンポジウム論文集, pp.133-141, 1994
- [4] OMG(Object Management Group). Object Services Submission Object Query Services, 1995/95-01-01, 1995
- [5] 谷川 健他. 高度個別型CAIフレームワークの分散環境への適応, 情報処理学会第52回全国大会, pp.4-151,152, 1996