

## WWW を用いた知的 CAI システム CALAT の実現方式

仲林 清 小池 義昌 丸山 美奈 福原 美三 中村 行宏

NTT 情報通信研究所

**あらまし** World-Wide Web (WWW) の分散ハイパーテキスト環境を利用した個人適応型 CAI システム CALAT の実現方式について述べる。CALAT は WWW のサーバ/クライアント構成を拡張しており、サーバ側に知的 CAI システム、クライアント側にマルチメディアビューアを置く。新しく採り入れたユーザ同定機能により個人適応学習を可能としている。また、表示データに併せて簡単なスクリプトを転送することにより、サーバからのクライアント上のビューアの制御を可能とし、効果的な教材提示を可能としている。

### Implementation of CALAT: An Intelligent-CAI System on WWW

Kiyoshi Nakabayashi, Yoshimasa Koike, Mina Maruyama,

Yoshimi Fukuhara, Yukihiro Nakamura

NTT Information and Communication Systems Laboratories

**Abstract** This paper describes the implementation of an individual tutoring system called CALAT, which is integrated in the distributed hypermedia environment of World-Wide Web (WWW). The configuration of CALAT is an extension of the conventional server/client of WWW, including an intelligent tutoring system (ITS) on the server side and a multimedia scene viewer on the client side. The ability to adapt to individuals is made possible by a newly developed user identification technique. For efficient courseware presentation, viewer control protocol is provided in which simple script is sent from the server to the client together with the multimedia data.

#### 1 まえがき

計算機ネットワークを教育に利用しようという動きが盛んである。メール・ニュースなどのノンリアルタイムなコミュニケーションツールやビデオ会議システムのようなリアルタイムコミュニケーションツールを教育の場で活用しようという試みは従来から数多く行なわれている [1, 2]。

一方、ネットワークを用いた各種の情報提供サービスが一般的になってきている。中でも近年注目を集めているのが World-Wide Web (WWW) である [3]。WWW 上にはすでに

多くのマルチメディアデータが蓄積されており、電子図書館、電子博物館的なサーバも存在するから、このような既存のデータの利用も含めて、教育的な効果を考えてハイパーテキスト教材を提供することができれば、教材の作成・流通・再利用の点で大きな効果が期待できる。WWW ブラウザはマルチメディアデータの表示機能を備えているから、学習者の側には専用プログラムは不要であり、さらに、CD-ROM などに比べてマルチメディアデータの配布・更新が格段に簡単になるという、教材提供側の利点もある。

WWW を教育に応用する上での課題の一つは、学習者の状況に応じてシステム側が呈示する教授内容を能動的に選定する個人適応機能をいかに実現するかにある。本稿では、我々が開発を進めている分散型知的CAIシステムCALAT<sup>1</sup>[4]について述べる。CALATはWWWの分散マルチメディアハイパーテキストとしての特長を活かしつつ、個人適応機能を実現することを狙いとしている。CALATは、WWWサーバ側に知的CAIシステムを置いたクライアント/サーバ型の構成を取っている。サーバ側には我々が従来より開発を進めてきた個人適応型CAIシステムCAIRNEY[5]を用いている。この構成では、従来CAIRNEYでスタンドアロンのPC上で実現されていたのと同様な知的CAIサービスを、遠隔のクライアントからWWW経由で受けることができる。

以下、WWW上で個人適応機能を実現しようとする際の問題点とこの解決を図ったCALAT第1バージョンの構成について述べる。また、CALATシステムの今後の展開についても述べる。

## 2 WWWの問題点

前節で述べたようにWWWにはマルチメディア学習環境のプラットフォームとして魅力的な特長を多く備えている。しかし、現在のWWWの仕組みだけで個人適応機能を持った学習環境を構築することは、以下のような理由から困難である。

### (1) ステートレスプロトコルの使用

WWWでは分散ハイパーテキストを簡潔で効率的に実現するためにステートレスプロトコルを採用している。すなわち、クライアントとサーバ間の通信は、クライアントからの一つの要求に対するサーバからの一つの応答で完全

に完結しており、ある通信の結果が次の通信の内容に影響を及ぼすような“状態(ステート)”はサーバにもクライアントにも保持されない。ユーザからの入力履歴に応じてシステムが判断を行う必要のある個人適応型のCAIシステムには、このようなプロトコルは不向きである。

### (2) ビューア制御機能の欠如

クライアント側で表示しているデータをサーバ側から制御する機能が用意されていない。これもWWWの仕組みの簡潔さの現れであるが、例えば画像を表示した外部ビューアをいつ消去するかは完全にユーザに任されている。従って、極端にいえばシステム側はカンニングを防止するすべを持たない。CAIシステムとしては、場面に応じてユーザに見せたい情報だけを呈示できるような制御手段が必須である。

### (3) ナビゲーション機能の欠如

(1)、(2)とも関連するが、どのような情報にアクセスするかは完全にユーザの自由であり、逆にユーザはハイパーテキストの中で“迷ってしまう”ことも生じる。学習が効果的に進むためには、場合によってはユーザがアクセスできる情報を制限したり、ユーザを目標に向かってガイドするナビゲーション機能が必要である。

## 3 CAIRNEY

本章では、CALATのサーバに組み込まれている知的CAIシステムCAIRNEYの概要を述べる。CAIRNEYはスタンドアロン型の汎用知的CAIシステムで教材作成環境(CAIRNEY-AUTHOR)ならびに学習実行環境(CAIRNEY-TUTOR)からなる[5]。CALATに組み込んだのはCAIRNEY-TUTORである。CAIRNEYではテキスト、画像、アニメーション、音声などを用いたマルチメディア教材を扱える他、機器の操作などを習得するための簡易なシミュレータを作成・実行する機能を有する。現在、

<sup>1</sup>Computer Aided Learning and Authoring environment for Tele-education

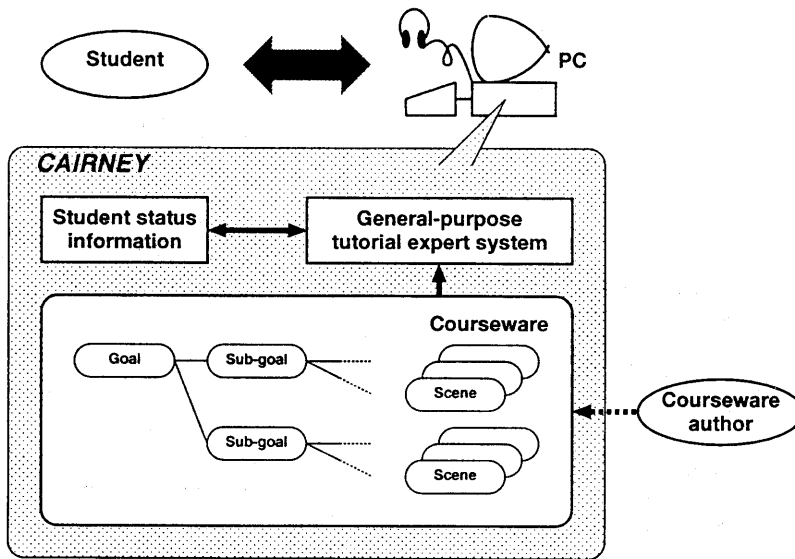


図1 CAIRNEYの構成

NTTの社内では200タイトル以上のCAIRNEY教材が作成されている。

CAIRNEYは十分なプログラミング知識がない教材作成者にも個人適応型のCAIが容易に構築できることを目標に設計されている。そのためCAIRNEY-TUTORは、図1のように、教材、汎用教授戦略、学習者状況の三つの要素から構成されている。教材は、説明や演習問題のページに対応するマルチメディアの“シーン”と学習目標を達成するためのシーン間の論理的な関連を記述した“学習目標構造”からなる。汎用教授戦略部は、学習目標構造と現在の学習者の状況から提示するシーンを決定し、演習問題やシミュレーションに対するユーザの応答から学習者状況をアップデートする、というサイクルを繰り返す。教材作成者はCAIRNEY-AUTHORを用いて、個々のシーンの作成および教育内容固有の学習目標構造の記述を行うだけで、プログラミングの深いレベルに立ち入らずに個人適応型の教材を作成することができる。

#### 4 CALATバージョン1

CALATバージョン1は以下のような方針で設計した。

- (1) ステートレスプロトコル上で個人適応型CAIを実現する。
- (2) ビューア制御を可能とする。
- (3) HTTPプロトコル、WWWブラウザには手を入れず、汎用的な環境だけで学習が可能とする。

CALATバージョン1はサーバ/クライアント型の構成を採っている。図2に全体の構成を示す。サーバ側にはWWWサーバ(httpd)と個々の学習者に対応した複数のCAIRNEYプロセスがある。それぞれのCAIRNEYプロセスの実体はCAIRNEY-TUTORの汎用教授戦略部と学習者状況部でサーバ上のCAIRNEY教材を参照しながら遠隔の学習者と対話を進めていく。クライアント側は通常のWWWブラウザ(例えばMosaic)、CAIRNEYのマルチメディアシーンを再生・表示するビューアおよびビューア制御プログラムからなる。CAIRNEYプロセスはhttpdを介してHTTPプロト

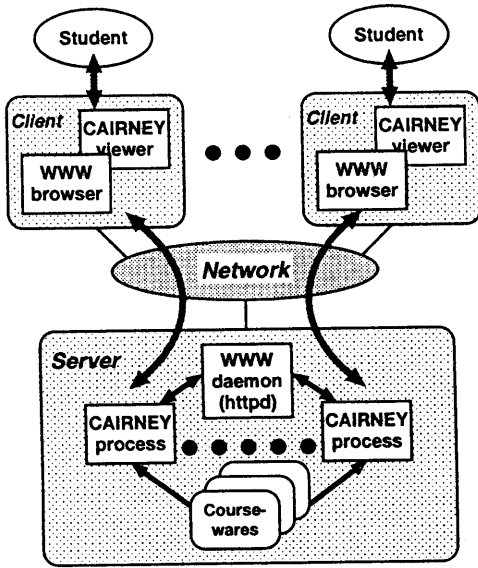


図2 CALAT ver.1の構成

コルによるクライアントにHTMLテキストやCAIRNEYのシーンデータを送る。学習者がWWWブラウザをクリックしたりフォームに入力した情報は同様にhttpdを介してCAIRNEYプロセスに送られる。

#### 4.1 個人適応機能

2で述べたようにWWWはステートレスプロトコルを採用しており、そのままでは個人適応機能を実現するのは困難である。

CALATバージョン1ではサーバを以下のように構成することで、HTTPプロトコルおよびWWWクライアント自体には手を入れずに個人適応機能を実現した(図3)。学習者は最初にCALATのホームページで学習したい教材と自分の名前を入力する。httpdはCALAT entryというCGIプログラムを経由して新たなCAIRNEYプロセスを起動する。このときCAIRNEYプロセスの標準入出力を、学習者名/教材名をファイル名とするFIFO<sup>2</sup>にリダイレクトする。起動されたCAIRNEYプロセスは

<sup>2</sup>UNIXの名前付パイプ

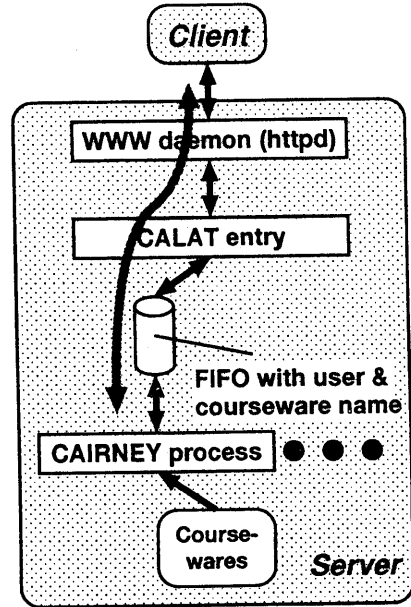


図3 CALATサーバの構成

HTMLファイルやCAIRNEYのシーンファイルに必ずFIFOの名前を埋め込んでクライアントに送り返す。以後クライアントからの要求には必ずFIFO名が含まれるので、CALAT entryは学習者に対応するCAIRNEYプロセスを選択することができる。これによって、CAIRNEYプロセスは学習者状況を更新しながら応答を返すことが可能となり、CAIRNEYの個人適応機能をHTTPプロトコル経由で利用できる。

#### 4.2 ビューア制御機能

効果的な学習を行なうためには、ある場合には複数の情報を同時に表示し、また、ある場合にはひとつの情報だけを示すなど、学習者に呈示する情報をシステムが制御する機能が必須となる。2で述べたようにこのような仕組みは残念ながら現在のWWWでは提供されていない<sup>3</sup>。

<sup>3</sup>最近開発されたJavaなどを使えば相当きめの細かい制御は可能である

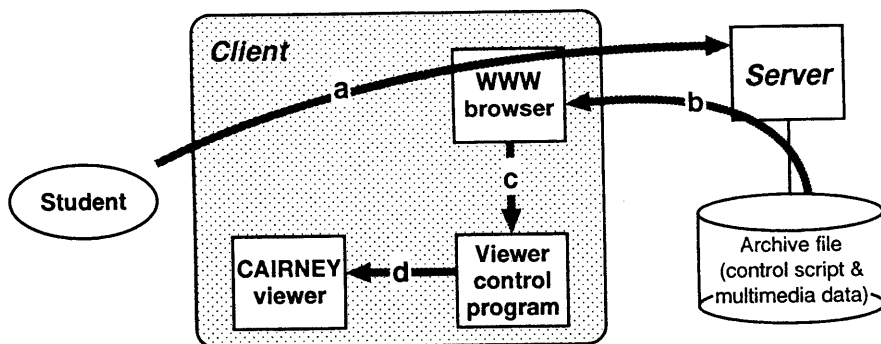


図4 ビューア制御機能

この問題を解決するため CALAT ではクライアント側にビューア制御の仕組みを置くこととした(図4)。CAIRNEY のシーンを表示する場合、サーバは、シーンデータとともに制御スクリプトを含むアーカイブファイルをクライアントに送る。このファイルは WWW ブラウザにとっては、MPEG など外部ビューアによって表示するデータと同様に扱われる。すなわち、WWW ブラウザはこのファイルを受けると、MPEG 外部ビューアを起動すると同様に、ビューア制御プログラムを起動する。ビューア制御プログラムは受けとったアーカイブファイルを解凍して制御スクリプトを取り出して実行する。この制御スクリプトにより、「現在のシーンを消去して新たなシーンを表示する」、「新たなビューアを起動して前のシーンと並べる」などの制御が可能となる。

ビューア自体は、CAIRNEY の音声付アニメーションを表示するために新たに開発したものである。同じ考え方で動画など他のメディアを表示するビューアも制御することもできる。

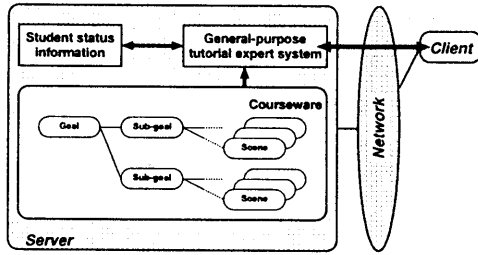
## 5 CALAT バージョン 2

前節で述べた CALAT バージョン 1 では、2 で述べた WWW の問題点の最初の 2 点の解決、すなわち、ステートレスプロトコル上での個人適応機能およびビューア制御機能の実現を図った。このアプローチは WWW を、プロ

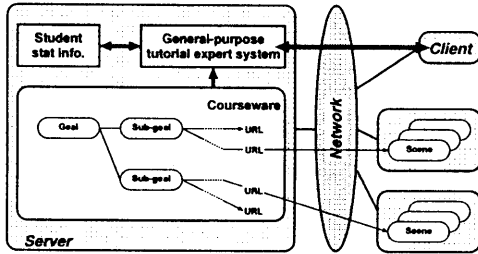
トコルやブラウザには手を入れずに、汎用の“マルチメディア通信”プラットフォームとして活用したものである。これにより、ユーザはどこからでも知的 CAI サービスを利用可能となり、教材作成側からみると教材の作成・配布・修整の手間が従来のスタンドアロン型における CD-ROM などに比べて格段に少なくなる。しかし、この構成では教材はあくまでもひとつのサーバに閉じており、WWW の分散ハイパーテキストとしての特長を活用したものとはいえない。

WWW の特長をさらに活かす方向として、図 5 のような発展の段階が考えられる。(a) はここまで説明した CALAT バージョン 1 である。次の段階として、(b) のように教材のシーンに URL を指定可能とし、WWW 上の他のサーバ上のマルチメディアリソースを教材の一部として利用可能とすることが考えられる。WWW 上には現在でも多くの文献 DB や電子博物館・電子美術館的なサーバが存在するから、(b) のような構成により、これらのマルチメディアデータを教材のシーンとして利用することが可能となる。また、通常の教科書やビデオなどを URL 化して CAI 教材として体系化したり、既存教材のシーンを URL 化することで再利用の促進を図るといったこともできる。

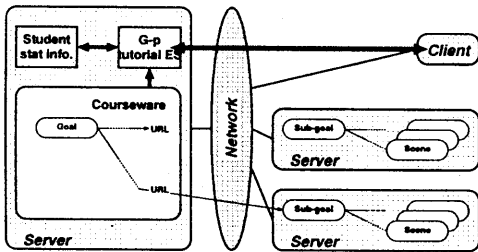
さらに次の段階として、(c) のようにあるま



(a) CALAT ver.1



(b) CALAT ver.1.1



(c) CALAT ver.2

図5 CALATの展開

とまりを持った教材の一部を URL として指定可能とすることが考えられる。現在の CAIRNEY では階層的な学習目標で教材の構造が決められているので、学習目標を URL として指定できるようにすれば、ネットワークにまたがった教材の流通・再利用が可能となる。これはマルチメディアの素材だけでなくシナリオの部分も含めた分散ハイパーテキスト化と考えることができる。このような仕組みにより、現在の WWW でマルチメディアの素材データの流通・再利用が一気に加速されたのと同様のことが、構造を持った教材のレベルでも可能になる

と考えられる。

## 6 むすび

WWW を利用した分散型知的 CAI システム CALAT について述べた。現在のバージョンでは、WWW のマルチメディア通信プラットフォームとしての利点を活かしつつ、個人適応機能・ビューア制御機能を実現して、汎用の環境から知的 CAI を利用可能することを主眼に置いている。今後は、WWW の分散ハイパーテキストとしての特長を活用し、マルチメディアデータの素材のみならず教材のシナリオ部分を含めた分散ハイパーテキスト化を行い、教材の流通・再利用を促進することを狙いに進める予定である。なお、CALAT は現在インターネット上で公開しており<sup>4</sup>、ビューアをダウンロードして試用することができる。

## 参考文献

- [1] Parker, T.L.: The Internet and Schools: A Survey of Networking Activities, Proc. INET'94, Internet Society (1994).
- [2] 仲林清, 他: ネットワーク新時代における分散協調的学習支援環境, 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.368-372, (1995).
- [3] Berners-Lee, T., et. al.: The World-Wide Web, *Communications of the ACM*, 37(8), pp.76-82, (1994).
- [4] Nakabayashi, et. al.: A Distributed Intelligent CAI System on the World-Wide Web, Proc. of Int. Conf. Computers in Education, to appear (1995).
- [5] Fukuhara, et. al.: A Knowledge-based Educational Environment Integrating Conceptual Knowledge and Procedural Knowledge in Telecommunication Service Field, Proc. of World Conf. Educational Multimedia and Hypermedia (ED-MEDIA'95), pp.229-234, (1995).

<sup>4</sup><http://calat.min.ntt.jp/>