

知的教育情報システムの概要とCAIのシステム構成

佃 昌 道

<概要> World-Wide-Web (WWW) を中心とするインターネット技術を利用した総合型教育支援システム「インターネット対応知的マルチメディア教育システム」について述べる。本システムは、個別学習を中心とするCAI教育サブシステム, マルチメディア教材支援サブシステム, 教育支援サブシステムから構成される。各サブシステムともWWWなどのサーバ/クライアントを拡張, 統合したものである。学習からの学習要求は, 各サーバ側のプロセスによって処理され, 学習者はWWWクライアントを利用するため, マルチプラットフォームでの利用を可能とした。今回は, 本システムのシステム概要とCAIシステムの構成, 学習制御を中心に報告をおこなう。

1. はじめに

近年, 高等教育においては, いわゆる大衆化, 学生の多様化等の変化に伴ない, 授業改革の必要性が問われるなか, 教育の方法についても, 様々な取り組みがなされるようになってきた。とりわけ, マルチメディア, 情報通信を活用した授業への期待は様々な分野で取り入れられるようになってきた。

特に, インターネットを中心とする通信技術の基盤整備の充実と, 高性能, 低価格化によるパソコンの普及により, 学習教材の情報提示や, 電子メールを利用した学習者と教師とのコミュニケーション, ビデオ会議やビデオサーバによる音声, 動画利用などの, インターネット技術を用いた教育活動への利用が盛んに行われている。

しかし, パソコンで利用されるCAIの学習教材においては, 外国語科目等の一部の教材をのぞいては, 市販教材は少なく, また, 個別でCAIの開発をおこなう場合には, 多大な開発時間と充実した開発環境と開発サポート体制が必要であるため, あまり教材は作成されない。くわえて, 特殊な表記や, 多彩な表現手法, マルチプラットフォームでの利用等その要求は, 多岐のわたるため, 従来利用されてきた, CAIのオーサリングソフトウェアでは, これらの要求に十分こたえることができなく, 大学でCAIはあまり積極的に利用されなかった。

しかし、WWWの分散型マルチメディアハイパーテキストを利用したCAIシステムの構築をおこなうことにより、上記の諸問題の解消策が考えられる。

つまり、1．教材にハイパーテキストを利用することにより、音声、画像、動画などの多彩な表現が可能となる。2．インターネットの分散技術を利用することにより、学習教材の共同利用や学習コースウェアの共同開発が容易に行なえる。3．WWWブラウザを利用することにより、ハードウェアやOSに依存されない統一的なGUIプラットフォームでの利用がおこなえ、加えてえ、Plug-In機能を利用することにより、新しい形式のデータ利用や、インタラクティブなプログラムなど、技術変化に対し柔軟な対応が行える。4．教材作成者は利用者の利用環境を意識しないで、教材の開発や教材の表現方法の改善が行なえる。ということである。

今回、計画した「インターネット対応知的マルチメディア教育システム」は、WWWの特性を生かし、マルチメディアを有効利用し、教材の作成、実行、学習支援を容易に行うことにより、「対話型の双方向授業」、「ネットワークによる事前・事後学習」、「学生の能力に応じた個別学習」等学生に分かり易い授業の実現するための教育情報環境を提供するものである。以下に、本システムの概要と学習制御を中心に報告をおこなう。

2．システムの概要

本システムは、個別学習を中心としたCAI教育サブシステム、マルチメディア教材支援サブシステム、教育支援サブシステムの3つのサブシステムから構成している。

個別学習を中心としたCAI教育サブシステムは、CAI教材をWebブラウザで利用できる。この教材の作成をおこなうオーサリングツールとしては、汎用のhtml用エディタを用いて、説明画面、問題画面などの作成がおこない、教材の構成のみ、Windows95/NTで動作する専用のソフトウェア利用している。詳細については、3以降で述べる。

マルチメディア教材支援サブシステムは、おもに動画、静止画、音声、3Dイメージ、シュミレーションなどのコンテンツ作成、編集機能を有する部分と、VODを利用して、デジタルコンテンツの配信をおこなう部分から構成される。マルチメディアの作成、編集は処理速度やデータ量等の負荷が大きいので、マルチメディア編集が容易な専用のワークステーション3台とWindowsNTサーバ、VODサーバを100Mbpsの伝送速度が可能なスイッチングHUBで接続し、作業効率を高めた。マルチメディア入力機器としては、ビデオ、ビデオカメラ、デジタルカメラ、スキャナー、CD、マイクを用意した。3Dの表

現やシュミレーションの作成が容易におこなえるよう、2種類の専用のソフトウェアを導入し、用途に応じたデータ作成がおこなえるよう配慮するとともに、CADなど他のソフトウェアで作成したデータとの互換や、既存データの有効活用にも考慮した。出力されるデータについては、伝送効率などを考え、動画データについては、MPEG 1 圧縮形式を画像データはGIF、JPEG形式の圧縮を音声データについてはウェーブファイル形式を利用している。また、動画はビデオへの出力の可能としている。

VODについては、ネットワーク負荷のことを考え、1サブネット内で独自のネットワークプロトコルを利用することにより40台が一度に利用できる環境とした。このVODだけでは、実習する場所が限られるため、これとは別に、表示品質が低くネットワーク負荷が小さくWebブラウザだけで簡単に利用できるものを用意した。

教育支援サブシステムは、「対話型の双方向授業」・「授業の事前・事後学習」、の実現、人にやさしいコンピュータを用いた授業支援を目標に、シラバスのWeb化、授業のQ & A、参考図書検索などのデータベース、メール・ニュース・掲示板などのコミュニケーションツールのサービスを構築した。詳細については、高松大学紀要第28号「教育支援サブシステムの開発とその効果における一考察」を参照していただきたい。

3．個別学習を中心とした教育サブシステム

個別学習を中心とした型教育システムは、CAIのシステムが学習者の理解状況に適応して学習の進め方を変えることができ、かつインターネットに対応した学習システムである。

3.1 特徴

本システムの特徴は、1)クライアント/サーバ機構による遠隔学習が行なえる。2)汎用的なWWWブラウザの採用によりマルチプラットフォームでの利用ができる。3)Plug-In等の機能により、動画、3Dアニメーションなど多彩なマルチメディア表現が行なえる。4)知的学習エンジンを利用して、学習者の理解状況に適合した、学習形態が提供できる。5)学習者の理解度、進捗状況などをもとに学習状況の把握や成績管理が行なえる。等があげられる。

3.2 システムの構成

個別学習型教育システムはクライアント/サーバ型で構成される学習システムである。

図 1 に全体の構成を示す。クライアント側は、WWWブラウザを使用し、サーバ側はWWWサービスと個別学習サービスから構成される。

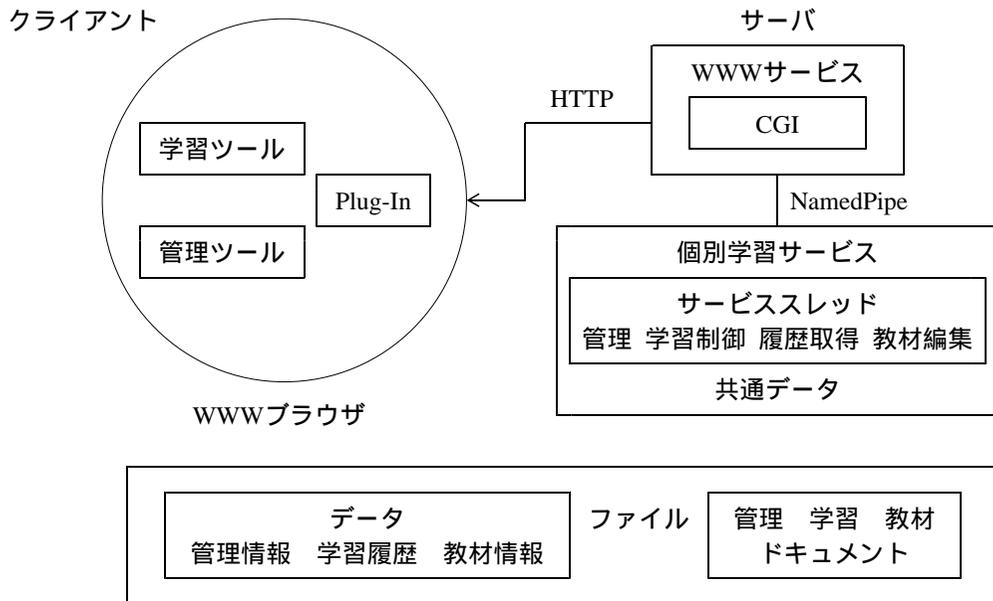


図 1

(1) WWWサービス

WWWサービスに用意されたCGIはクライアントアプリケーションと個別学習サービスの間位置し両者の通信の受け渡しをおこなう。このCGIはhttpdによって起動されるプロセスであり、クライアントからの請求によりプロセスが起動される。クライアントからのすべての要求はこのCGIを経由して個別学習サービスに渡され、その処理結果はCGIを経由してクライアントに返される。なお、CGIと個別学習サービスの通信には名前付きパイプ (NamedPipe) を使用する。

(2) 個別学習サービス

個別学習サービスはマルチスレッドサーバプロセスとして構成する。メインスレッドはクライアントプロセスからの接続を待つループを持ち、クライアントプロセスが接続されると、そのクライアント用のスレッドを生成する。スレッドを生成すると、メインスレッドは直ちにループに戻り、次のクライアントプロセスからの接続を待つ。このメカニズム

により個別学習サービスは複数のクライアントプロセスからの要求を同時に処理をおこなう。サービススレッドは、個別学習サービスによって、クライアントの要求ごとに生成されたスレッドである。このスレッドはクライアントの要求種別によって、管理、学習制御、履歴取得、教材編集の4つからなる。各スレッドは関数単位に非同期に実行されるが、データはプロセス内で共有される。

(3) ファイル

個別学習サービスが管理する情報は、データファイルとしてサーバに格納される。データファイルの種類には、利用者情報、教材情報などを保存する「管理情報」ファイル、教材の制御データを保存する「教材情報」ファイル、学習者の学習履歴を保存する「学習履歴」ファイルがある。管理情報と教材情報は個別学習サービスの開始時に記憶装置に読み込まれ、学習履歴は学習の開始時に読み込まれる。

3.3 学習の制御

(1) 学習者の識別

WWWでは、クライアントとサーバ間の通信が、クライアントからの一つの要求に対してサーバからの一つの応答で完結する、ステートレスプロトコルを採用している。このため、個別学習サービスを常駐させておくことによって、学習状況を把握できる。

学習者の識別手順は、1)WWWブラウザより学習者ID、希望教材を入力 2)WWWサービスCGI経由で個別学習サービスに渡され、登録される。3)これ以降のクライアント要求に対して、この学習者ID、教材名を利用して学習者に対する処理を行なう。

(2) クライアントの制御

クライアントが受けるデータには、1)教材画面データ 2)画面の移動情報などを制御する制御命令データ、から構成される。命令制御はJavaScriptを用いる。個別学習サービスに対する要求は、学習者ID、教材名でおこなう。

3.4 教材構成

教材は、教材データ、画面、画面で使用されるメディアデータから構成される。画面の形式はHTMLの形式が利用され、ファイルツリーで構成される。

制御データは、代表学習項目、学習項目、指導項目、画面(説明画面、問題画面)の各要素から構成される。

問題画面に含まれる回答欄は、HTMLのフォーム機能（FORM）を使用して実現する。これにより、解答方式も、文字入力、ボタン選択、項目選択等の選択が可能になるため、問題作成の幅がでる。なお、サーバの処理とアクセスを単純化するため、解答欄に正解情報を付加している。しかし、HTMLは、WWWブラウザでソースリストが表示できるため、正解情報と配点情報については、HTML内のコメントとして暗号化しておく。

3.5 学習ツール

学習ツールには、通常のWWWブラウザを採用する。これにより、学習側では特別のソフトウェアを用意することなく、学習を行なうことができる。

表示形式は、WWWブラウザ上ではフレーム機能を使用して、教材の画面、制御用命令、情報提示の3つのウィンドウを分割して表示する。（図2）情報提示には、操作情報や現在の学習の進捗状況を表示する。

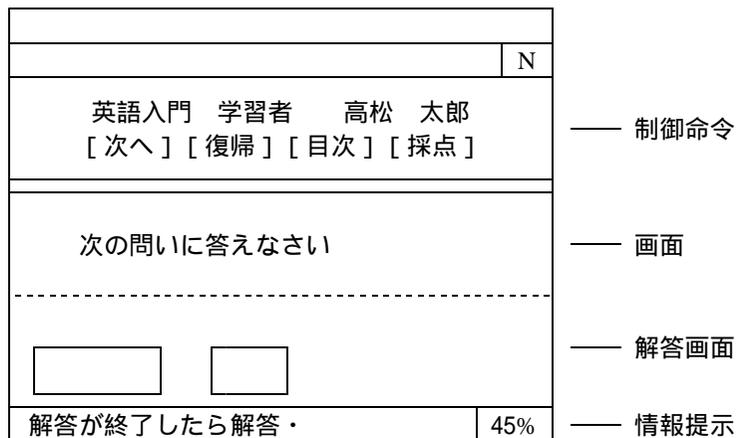


図2

(1) 制御命令

制御命令は、1)画面移動制御、2)問題画面制御、3)その他から構成される。

1) 画面移動制御

学習画面間を移動する命令として[次へ]、[戻る]、[復帰]、[終了]命令があり、これらの命令を使用して、学習画面を移動する。[復帰]命令は他の画面から学習画面に戻る命令である。[終了]命令は学習者の学習を終了させ、学習開始ホームページに戻る。

2) 問題画面制御

問題画面でのみ有効な命令で、[採点]、[正解]、[降参]、[ヒント]、[説明]命令がある。[採点]命令は、学習者の解答情報をサーバに送信し、結果をHTML文書として表示する。[正解]命令は、問題画面の解答欄に正解の解答を表示する。[ヒント]、[説明]命令は、必要に応じて用意されているものについて、画面の表示をする。

3) その他

その他の命令は[目次]、[トピックス]、[ヘルプ]がある。[トピックス]は教材に関するキーワード集等問題作成者が、CAIとは別に画面を表示する。[ヘルプ]は、使用方法についての説明である。

4. 学習診断の概要

学習の進行は、学習者の理解度あわせた学習が行なえるように、学習者の前提知識をもとに、現在の学習状況を診断し、次に進むべき学習が選択されるように、図3に示すような、診断APIを作成した。すなわち、学習者の理解状況を最小限の学習単位(指導項目)が終了するごとに学習者の理解状況を逐次更新することによって、学習者の理解状況に最適の指導項目をリアルタイムに選択するため、フレーム型CAIのような学習順路を指定する必要がないのである。診断モジュールは、個別学習サービスのもとに、診断APIと、学習の流れの制御や学習者の評価を行う診断制御から構成される。さらに診断制御は、学習の流れとして次の項目(学習項目および指導項目)を選択するために診断エンジンを用い、手続きを記述した診断コードを実行する中間コードインタプリタで、フィルタ的な役割をする診断関数ライブラリを用いて、診断データ、講座データ、学習者データを参照しながら、学習者の状態にあった学習項目と指導項目の選択をおこなう。

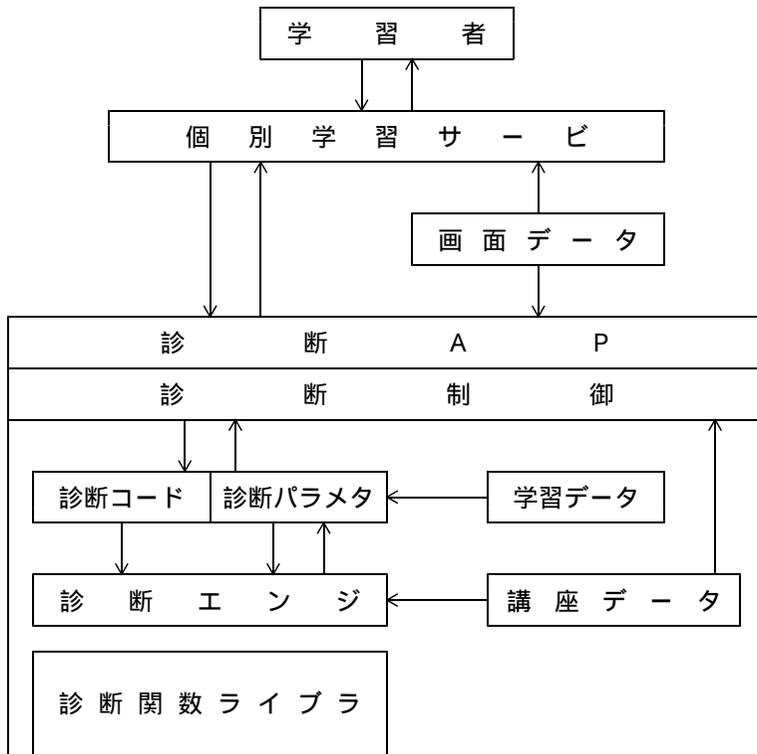


図 3

5 . 診断エンジンの基本概念

一般に、教科書や文献による学習の場合、いくつかの学習項目 (en) に体系的に分類される。そして、あるまとまった知識の理解とは、この学習項目の全体集合 (E) と考える。また、この学習項目とは別に、何かが分かる学習の最小単位というものも存在する。たとえば、ある言葉のもつ意味であるとか、簡単な公式の証明などである。この学習の最小単位を指導項目 (fn) とするならば、1つの指導項目が複数の学習項目に影響する場合は多い。そこで、この指導項目に注目すると、ある指導項目を理解するためには、それ以前に必要とされる知識が存在し、また、その指導項目の実行をおこなった結果、その次のアクションが期待される。ここで前者を前提知識 (cn)、後者を学習目標 (gn) とする。ここで、学習者の理解度 (sn)、前提知識、学習目標を、学習項目の理解度に関連させることにより、指導項目の選択を導き出すものである。

指導項目の選択としては、学習者が理解できる指導項目で、かつ学習者に価値のある指導項目とする。ここで学習者が理解できる指導項目とは、学習者の理解度が前提知識を超

えてしる指導項目となり、学習者に価値のある指導項目とは、学習者の理解度より高い学習目標一つ以上持つ指導項目となる。

6．本システムの利点

本システムの診断部分は、前提知識をもとに、学習関数により学習目標を求め適切な教材選択を行なう（動的学習順路）、非常にシンプルな構成である。このために、エキスパートシステムなどを利用した知的CAIと比べ、プログラムが単純になる事により、コンピュータへの負荷が軽減される。また、教材などの各データとの独立性が高いため、分散環境での利用に大きな効果をもたらすことができる。つまり、本システムはインターネットで利用する事により、その成果は大きいと考える。

また、本システムをより有効に利用してもらうため、集合学習での利用も考慮し、個別学習用の学習教材と全体の小テストなどにも利用できるようテスト教材だけの簡易なパターンも用意した。また、学習経路が完全に決まっているものや、小單元だけの利用もできるように、ポイント学習機能を追加した。

7．まとめ

本システムの概要とインターネット環境下で利用できる知的CAIについて述べた。今後は、実際の授業での利用や教材開発を通じて、本システムの評価をおこなっていきたい。

参考文献

- [1] 佃，真鍋，インターネット対応知的マルチメディア教育システムの概要，平成9年度情報処理教育研究集会講演論文集（1997）
- [2] 小沢他，教材主導によるCAIシステムの開発（windows版），12th Fuzzy System Symposium, pp.419 - 420（1996）
- [3] Berners-Lee, T., et.al., The world-Wide Web, Communications of the ACM, 37 (8), 76 - 82,（1994）
- [4] 廣沢晃一：個別指導CAL - 学習状況の遠隔管理とファジィ理論の応用 - , FIJUTSU VOL.42, NO 5 ., pp.501 - 506（1991）
- [5] 丸山美奈，仲林清，小池義昌，福原美三，中村幸宏，分散教育環境CALATにおけるパイパーリンクアーキテクチャの提案，人工知能学会知的教育システム研究会，

SIG-J-9501-16 (1995)

- [6] 丸山美奈：インターネット最前線WWWとCAI，bit，共立出版，p 63 - 66 (1996.5)
- [7] 佃 昌道，真鍋俊彦，：ネットワーク環境を用いたコンピュータリテラシー教育システム，平成 8 年度情報処理研究集会，講演論文集，p.683 - 688 (1996)
- [8] 佃 昌道：英語教育CAIとStarWorks，サイエンティフィック・システム研究会：Navigwareフォーラム1997，p 51 - 55 (1997)
- [9] 佃 昌道，真鍋俊彦：分散型ネットワークと教育環境，信学技報，電子情報通信学会，ET95-124 (1996.3)
- [10] 森 靖之，佃 昌道：教育支援サブシステムの開発とその効果における一考察，高松大学紀要第28号，29 - 38 (1997.12)

8 . 謝辞

本研究は，富士通㈱との共同プロジェクトであり，本システムの設計，構築にあたって，援助，助言をいただいた，富士通㈱，富士通静岡システム㈱，Scientific System研究会メンバーの方々に深く感謝いたします。

An outline of intellectual, educational information system and systematic formation of CAI

Masamichi TSUKUDA

Abstract

This system consists of three subsystems - CAI educational subsystem in which individual learning plays a central part, multi-media teaching materials support subsystem and educational support subsystem. Each subsystem is the enlarged and integrated server/client in WWW. Requests from the learners are processed through the processing system on each server side. The learners' use of WWW. client enables them to use multi-platform. This report is centered on, firstly, the outline of this system, secondly, the formation of CAI system and, thirdly, the learning control.

高松大学紀要

第 30 号

平成10年10月28日 印刷

平成10年10月30日 発行

編集発行

高 松 大 学
高 松 短 期 大 学

〒761-0194 高松市春日町960番地

TEL (087) 841 - 3255

FAX (087) 841 - 3064