

動的な学習教材作成オーサリングシステムの開発について

小山幸治*・尾崎正弘**・森屋裕治・武岡さおり・足達義則**

Development of Authoring System for Dynamically Changing Teaching Materials

Kohji KOYAMA, Masahiro OZAKI, Yuji MORIYA, Saori TAKEOKA and Yoshinori ADACHI

はじめに

WWW(World Wide Webの略、以下Webと言う)に存在する膨大なデータに対する効率的な検索システムやWebデータを効果的に管理するためにデータベース・システムが盛んに開発されている。それらは、多量のWebデータの中から必要とするコンテンツを効率的に採取するデータマイニング¹や異機種で制作されたWebコンテンツを共有データとして扱うラッパー技術²などの研究が多い。

本研究では、Web上の膨大なデータを効率的に採取したり共有化をするためではなく、逆に教育機関や企業が制作した有限のWebコンテンツを多数の利用者に効率的に配信するための知識データベースの構築を目的としている。

また、WebCT³を始めとするWebを介した教育が盛んであるが、教育現場では教育方法や使用できる学習教材の不足から多くの問題を抱えている。特に、Webに利用できる学習教材を開発するために、従来の学習教材と異なった手法で学習教材を開発する必要があり、またWeb学習教材を作成するためにはある程度の情報処理能力を必要とするなど、教育現場における大きな負担となっている。そのために、Web上で利用できる学習教材が不足しているのが現状である。さらに従来のWeb学習教材は、学習内容が予め決められているため、それらの学習教材を新たに開発する他の学習教材に流用することは難しいなどの問題を持っている。その上、一般的なWindows(Microsoft社の製品)などのソフトウェアで作成された学習教材をWeb用の学習教材に自動変換することは不可能であった。

著者らは、従来からWeb学習教材や教育支援システムの研究開発を繰り返してきた。それらの研究成果^{4)・[8]}をもとに、本研究では、従来のWeb学習教材開発における問題点を次のように改善した動的な学習教材作成オーサリングシステムを開発した。

- ・ 個別学習者の学習能力を配慮したXML(eXtensible Markup Language)を用いた動的学習教材の構築
- ・ 一般的なWeb学習教材をXMLを用いた動的な学習教材に自動生成
- ・ 学習教材の再構築を可能にするXMLを用いた学習教材データベースの構築

* 本学非常勤講師

** 中部大学経営情報学部

以下に、Web上でこれらの機能を組み込んだXMLを用いたデータベースの構築と、Web上で利用できる効果的な学習教材を作成するためのオーサリングシステムの開発について報告する。

オーサリングシステムの概要

(1) ハードウェア構成

オーサリングシステムはWeb上で動作し、将来的なWeb教育支援システムを想定しているために、図1のようなハードウェア構成になっている。ただし、現状の構成は実験モデルであり、多数の学習者が参加するような多大なトラフィックを想定していない。

本システムの構成は図からも明らかなように、2台のサーバーと複数のクライアントから成る。2台のサーバーは、学習教材の部品データベースや統計・履歴情報などの管理情報、教材サーバーのバックアップ用である管理サーバー、クライアントである学習者からの要求による学習教材の配信、学習教材を学習教材部品から動的に再構築する教材サーバーである。

オーサリングシステムは管理サーバーに保存され、教材作成者や学習指導者からの要求により、クライアント側で起動する。

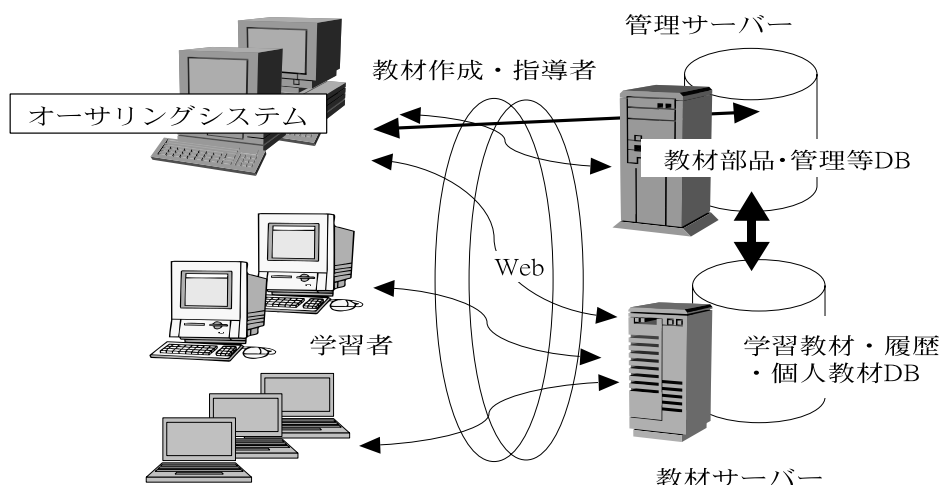


図1 オーサリングシステムのハードウェア構成

(2) オーサリングシステムの機能

オーサリングシステムは、将来的にWeb教育支援システムに組み込まれて運用するために、既存の学習教材や一般のソフトウェアで作成した学習教材を活用できるように配慮したシステムである。図2から、まず学習教材作成者は既存のソフトウェアを利用してHTML(Hyper Text Markup Language)形式の学習教材原稿を作成する。次に、オーサリングシステムを用いて、それらのHTML形式の学習教材原稿から動的な学習教材データ(HTMLとXMLのセット)を作成する。さらに作成した動的な学習教材データをデータベース(RDB)に登録する。

オーサリングシステムの特徴は、本システムで作成した学習教材と一般のソフトウェアで作成した学習教材とを区別することなく動的な学習教材データに変換し、学習教材部品単位で学

習教材データベースに登録できる点である。

オーサリングシステムは3つのサブ・システムから成る。教材構成作成サブ・システムは、HTMLやXMLなどで作成された学習教材から学習教材部品と学習教材ページ単位に学習教材（仮想的なデータとして、XMLを用いたタグで作成されたページ単位のスタイルシート）を作成する。HTML弾力構造作成サブ・システムは、学習者の要求に基づき、学習のさなかに動的な学習教材の変更を可能にするために、Web教材ページ内にXMLによるタグを組み込むなどの機能を持つ。教材部品管理サブ・システムは、学習教材部品の学習教材データベースへの配信や学習教材に対する動的な学習教材部品の受け渡しを行う。個別の学習教材部品をテキストの構造にあわせて章、節、項などで学習教材を構成する。この構造情報は、部品そのものと独立したXMLにセットで持たせるために動的再編成が容易に行える点が特徴である。

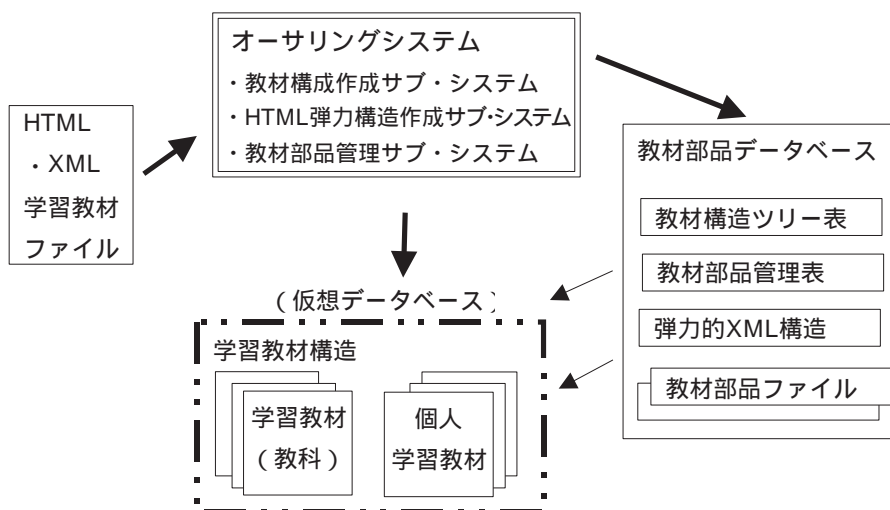


図2 オーサリングシステムの機能

学習教材作成の手順

(1) 学習教材作成手順の概要

オーサリングシステムを用いた学習教材の作成手順は、一般ソフトウェアによる学習教材部品の作成、教材部品管理サブ・システムによる学習教材部品の登録、一般ソフトウェアであるワープロなどによる学習教材原稿の作成、教材構成作成サブ・システムによる学習教材の構造作成、HTML弾力構造作成サブ・システムによる学習教材部品の弾力的構造変更部分の作成・登録の順である。

図3に示すように、まず既存のソフトウェアを用いて学習教材の内容をWebページの画面単位で自由に記述する。学習教材内容は、映像、アニメ、音声などを含めたHTMLファイルで作成することができる。Webページに使用する映像、アニメ、音声などの部品は予め一般ソフトで作成することになる。その後、オーサリングシステムを用いて学習教材を学習教材部品に分解し、学習教材スタイルシートや学習教材部品としてデータベースに登録する。この時、過去に作成された学習教材部品を利用して新しい学習教材を作成することもできる。学習教材部品の登録内容は、表題、ファイルタイプ、内容、用途、検索用キーなどや使用されている教材名などである。そのような情報が付加されることで、データベースから学習教材部品の閲覧・検索などの学習教材部品管理作業が可能となる。

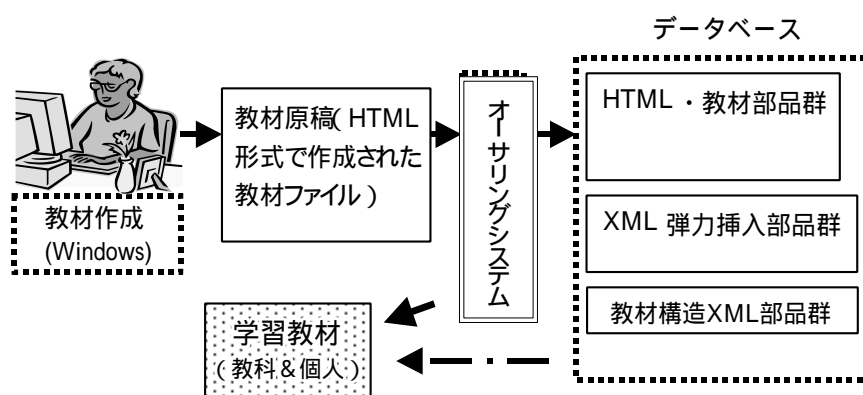


図3 学習教材作成の流れ

また、一般にWeb学習教材はハイパーリンク形式を採用しているために、それらの学習教材部品群からリンクする他の学習教材へのポインタなどを登録することもオーサリングシステムから可能である。学習教材部品内部にHTMLのハイパーリンクが設定されていない場合でも、その機能によりデータベース内に存在するすべての学習教材部品を各学習教材から閲覧できる。

そして、予め学習教材部品の内部にタイトル(Title)やキーワードを作成しておけば、それらを自動的に表題として採取するなどの機能もあり、データベースのインデックス登録などの手間を省く工夫をした。

(2) 学習教材作成について

操作画面により学習教材を作成するための事例を示す。まず、図4に示すように今まで学習教材部品として作成・登録されたHTMLページ等を1冊の学習教材として本の体裁にまとめる。図から、表題、HTMLページファイル名、ファイルタイプ、ファイルの内容(この内容は、データベースに登録されて意味検索に用いる)、章名、節名、頁目名がXMLタグとして付加されて一個の教材構造が教材ツリーXML構造ファイルとして出力される。図5では、一般の書籍同様に学習教材の目次構成を作成する。これらは、学習教材部品がどの順番で構成されるか、この学習教材部品のレベルが上級か初級か、学習教材ページ内の問題が解答されたときに正誤の判定を行って動的に学習教材を変化させる機能(正解の時は次の閲覧時に削除すべきか等)を必要とする。そこでXML言語を採用することにより、学習のさなかに学習教材制御情報を自動更新する機能を実現した。

図4 教材部品の詳細情報

図5 学習教材構成入力画面

これにより学習教材部品構造と学習教材の学習実行制御構造が分離でき、学習教材部品の実行順序の変更、学習教材部品の挿入・削除が自由に実施できる。また、一般ソフトウェアで学習教材部品の内部構造の変更を実施しても学習教材内容の変更が可能となった。

学習教材構成が完成したのち、HTML弾力的構造作成サブ・システムを用いて学習教材部品であるHTMLページファイルに学習中の理解度に応じて表示する解説や追加問題を挿入したり、解答済み問題を次回の学習時点で削除したりする仕組みを組み込んだ。図6は、学習教材HTMLとXML言語を用いた動的な変換手続きファイルである。図から設問や解説が動的に変化する機能が矢印で示されている。図7は、動的な変化を示した具体的な学習教材の例であり、たとえば学習者の理解度により、学習のさなかに、設問1、2、3のうち、学習者の能力により適切な解説が提示されることになる。

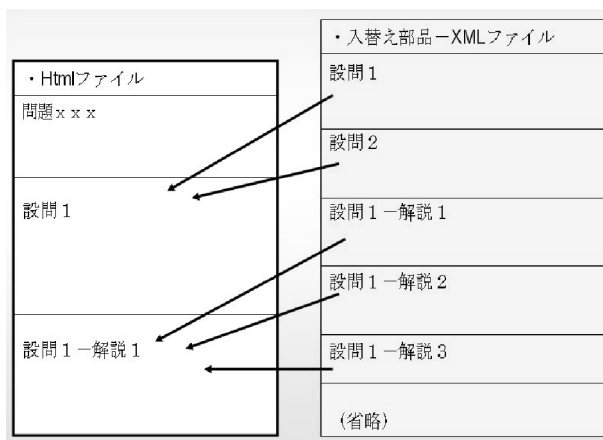


図6 学習教材の弾力構造の概要

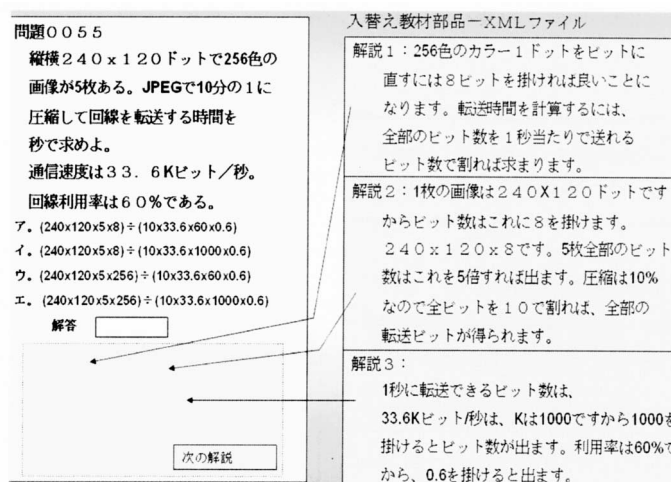


図7 学習教材のXML弾力構造

(3) 学習実行時の機能について

提案したオーサリングシステムは、旧オーサリングシステムに複数の機能を追加・改良したものである。新たにHTML教材弾力構造が追加されたのに伴い、学習時に対しても同様の機能を追加するなど、主に学習実行時におけるバージョンアップを実施した。

前回までは、学習課題中の問題に対して正解答がなされた場合、次回の学習時にはその問題はメニューから削除した。しかし今回はそのまま削除することはせず、学習者が同じような学習課題に対して理解度の低い学習教材部品の表示要求をした場合は、たとえ正解答であっても次の学習内容では理解度レベルを下げるようにした。さらに、学習者による単語解説の閲覧が多い場合にも同様の処置を採用した。

また、図8に示すように、単語解説閲覧の画面で学習者が特定の単語を含む学習教材部品の検索ができるようにした。それにより単語解説閲覧画面内に登録表示が無いものについても、学習者個人が過去の学習において閲覧した用語解説等は、個別学習者用学習教材部品として登録されているために閲覧できるようになった。

学習者の理解度を測定するHTML教材弾力構造を支援する機能において、次のような処理を実施する。まず学習実行時に誤解答を与えた場合、同種で同じレベルの問題があるときは次の学習すべき問題として、個別学習者用学習教材に自動配信する。また学習者が同種の問題に対して3回連続して誤答した場合は、理解度レベルを一ランク下げた問題の配信を実施する。

さらに、問題のない単なる解説のみの学習教材ページに対して、学習者が用語等の解説要求をした場合は、同じ理解度レベルの同種の解説を挿入する。特定の解説要求が多い場合は、レベルの低い解説があればそれを挿入するようにした。また、問題に対する解答表示要求が多い場合にも、問題のレベルを下げるようにした。要求が多いという判断は、同種の問題を連続3回間違った場合、また解説、解答の表示要求も問題同様に3回に設定した。

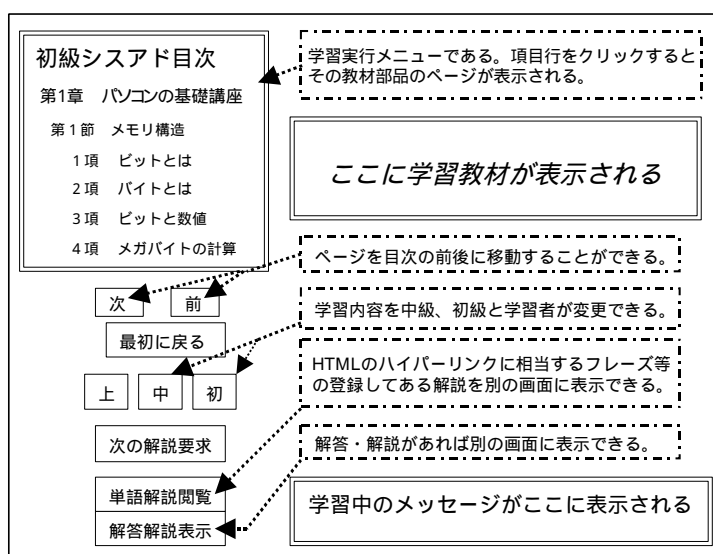


図8 学習実行画面の機能

ま と め

オーサリングシステムは、Web上での自主学習支援を目的としており、多くの学習者が同時に利用でき、従来から研究開発されているWeb支援システムに比べ、個別学習者のきめ細やかな学習指導を行うことができるなど、次のような効果が期待できる。

- ・学習教材がHTMLとXMLのセットで構成され、学習教材部品と学習教材との2つのサーバーによる階層的なデータベースとして登録されるため、セキュリティの向上が図れる。
- ・学習教材部品と学習教材と2つの階層的なデータベースが、動的に変化する学習教材の構成や再構築を容易にしている。
- ・既設の学習教材や学習教材部品単位でデータベース化されているため、他の学習教材部品として簡単な操作で有効活用できる。
- ・弾力的構成変更機能により学習教材データが学習のさなかに動的に変化するため、個別学習者の理解度に応じたきめ細やかな学習指導や学習教材の提示が可能となった。

今後は、この推論技術を使い、学習者の理解度をより細かく把握して精度を高めていきたい。また、XMLを利用した技術の中に、公開Web上で遠隔地の学習端末からサーバー側のデータベースを操作したり各種のデータを受け取るSOAPという技術が必要となる。今回もこの技術を使いデータを操作したが、さらに高度な機能を組み込んでシステムの機能向上を図るつもりである。

そして、現在並行開発しているWeb教育支援システムにオーサリングシステムを組み込み、実践的なシステムとして完成させていくつもりである。

要 約

Webを介した教育が盛んに行われ始めているが、教育現場で本格的に利用されるには、まだ多くの問題を抱えている。特に、Webに利用できる学習教材を開発するために、従来の学習教材と異なった手法で学習教材を開発する必要があり、またWeb学習教材を作成するためにはある程度の情報処理能力を必要とするなど、教育現場における大きな負担となっている。そのために、Webで利用できる学習教材が不足しているのが現状である。

本研究では、XMLを用いた動的な学習教材の開発、動的な学習教材を提供する学習教材データベースの開発、Windowsなどの一般的なソフトウェアで作成した学習教材を学習教材データベースに変換処理など、従来のWeb学習教材開発における問題点を改善した動的な学習教材作成オーサリングシステムを開発した。本論文では、1ページのWeb学習教材を構成する個々の学習教材部品単位に分解した学習教材部品データベースを構築し、それらの学習教材部品のタグ集合として学習教材(仮想)と個別学習者用学習教材のテンプレートを作成するオーサリングシステムについて述べた。

参考文献

- [1] 浦本直彦、松澤裕史、猪口明博、武田浩一：“ライフサイエンス分野におけるテキストマイニング技術適用の動向”、情報処理学会、情処研報、Vol.2003、No.51、pp 23 - 32、2003
- [2] 林孝志、小西一也、堀口恭太郎、網川光明、鈴木源吾、芳西崇：“異種情報源統合のためのXML問合せ最適化と情報源問合せ能力管理”、情報処理学会誌データベース、Vol.44、NO.SIG12、pp.1 - 9、2003

動的な学習教材作成オーサリングシステムの開発について

- [3] 梶田将司：“日本におけるWebCTの現状と課題”、
<http://webct.media.nagoya-u.ac.jp/HP-2000-10-25/kajita.files/>、2000
- [4] 武岡さおり、尾崎正弘、岩下紀久雄、江島徹朗、足達義則：“学習理解度を考慮したハイパーテキスト型CAI教材開発に向けて”、日本教育情報学会第16回年会論文集、pp.178 - 181、2000
- [5] 武岡さおり、尾崎正弘、他：“学習者の理解度を考慮したハイパーテキスト型CAI教材の試作”、名古屋女子大学紀要(人文・社会編) 第48号、pp.177 - 186、2002
- [6] 川田博美、尾崎正弘、江島徹郎、足達義則：“CAI教育に適応したクライアント・サーバシステムの開発”、名古屋女子大学紀要(家政・自然編) 第48号、pp.113 - 120、2002
- [7] 小山幸治、武岡さおり、川田博美、尾崎正弘、足達義則：“理解度向上支援総合ネットワーク型教育システムの構築”、日本教育情報学会第18回年会論文集、pp.254 - 257、2002
- [8] M.Ozaki, Y.Adachi, and N.Ishii：“Development of Hybrid Type Writer Recognition System”, Proceedings of International Conference on Knowledge-Based Intelligent Engineering System & Allied Technologies KES ' 2002 pp.765 - 769 2002