

環境教育におけるマルチメディア教材管理

三国 景史、佐々木敦司、伊藤佐智子
(株)学習情報通信システム研究所
〒069 北海道江別市西野幌 45
E-mail:{kei,sasa,itos}@srl.co.jp

あらまし

環境教育で用いられるような、動画やシミュレーションを含むマルチメディア教材のオブジェクト指向モデルをもつ、環境教育教材オブジェクト管理システム(TOMEE, Teaching Object Management for Environmental Education)を構築した。本システムは、教材オブジェクトの永続化と分散化を実現するために、Java で実装した。これによって、教材の部品化とネットワーク上での再利用が実現され、学習者や教師は、Java 対応 Web ブラウザを用いてインターネット経由でどこからでも利用できる。

キーワード 環境教育, マルチメディア教材, 分散オブジェクト, Java

Management of multimedia materials in Environmental Education

Keishi MIKUNI, Atsushi SASAKI, Sachiko ITO
Software Research Laboratory
45 Nishi-Nopporo Ebetsu Hokkaido 069, Japan
E-mail:{kei,sasa,itos}@srl.co.jp

Abstract

We have developed a management system of teaching materials named TOMEE (Teaching Object Management for Environmental Education) with special reference to the animation and simulation program in environmental education. Teaching materials in TOMEE were represented as "objects" defined in the classes implemented using Java. The materials were stored as persistent objects in TOMEE and distribution of the objects was achieved by way of Internet. Teachers can use Web-browser for Java at anywhere to make their own lecture notes, consisting of a set of teaching materials and learners can also use them.

Key words environmental education, multimedia materials, distributed objects, Java

1. はじめに

近年、コンピュータ技術の進展にともない、マルチメディア教材を学習に取入れる要求が高まっている。しかし、マルチメディア教材の作成は大変な作業を要するので、教師が個別に作成するのは困難である。教材を利用に適した単位(部品)として管理し、同じ部品群から教師の目的に応じて、共同利用することが有効である。また、マルチメディア教材は学習者の要求によって色々な振る舞い、すなわち、動画再生、シミュレーション実行や関連素材の検索などの対話的な学習支援をする。これらの機能も教材のなかに内蔵するものとみなされる。我々は、文章や絵、動画、シミュレーションなどの教材は、すべて素材オブジェクトとして表現し、学習主題ごとに教材を関連づけて、学習者に提示する表現法に基づく、オブジェクト指向データベース(ODEE)[1]を構築した。しかし、サーバにシミュレーション計算の負荷が大きい、Web ブラウザに HTML と CGI だけで操作や表示を行っているため、ユーザーインターフェース構築における制約があることなどの問題があった。複雑な構造を持つマルチメディア教材の管理・利用には分散オブジェクト技術を利用したオブジェクト・ベースのシステムが有効である。本システムでは必要とされるオブジェクトの永続と分散の機能を Java で実装した。

本研究では、環境教育で用いられるような、動画やシミュレーションを含むマルチメディア教材のオブジェクト指向モデルを Java で実装し、これによって、教材の部品化と再利用を容易にした。このコンセプトを基本として開発したインターネットまたはイントラネット上で利用できる環境教育教材オブジェクト管理システム(TOMEET, Teaching Object Management for Environmental Education)について報告する。

2. 対象領域

環境問題は国や世代を越えた人類共通の問題として認識され、特に個人や企業が何をなすべきかという関心が高まっている。そのため、環境問題の現状を学習し、地球環境を守るためどう行動すべきかを考える環境教育が求められている。

環境教育は自然科学や人文、社会科学の学際領域であり、広い分野にわたる専門家の共同作業と最新の動向及びデータの活用が必要である。また、刻々と変化する地球環境の情報やその長期的な予測を学習するには、動画やシミュレーションを含むマルチメディア教材が有効である。

3. 教材のモデル

教材はテキストやグラフ、表、動画、シミュレーションなど様々なメディアの素材を単位としたオブジェクトとして表現される。このとき、関連のある素材はひとまとめにされ、学習画面に表示する際のページに相当する素材の組として扱われる。主題はいくつかの素材の組から構成される。そして、主題を集めたものが講義ノートになる。この素材、主題、講義ノートなどを総称して、教材オブジェクトとしている。教材の構成をこのようにモデル化し、オブジェクト表現するためのクラスを定義し、図1のようなクラス構造とした。

素材オブジェクトは Text クラス、可変長のバイトデータを扱う MultiMedia クラスと表形式の SpreadSheet クラスから構成される。MultiMedia クラスから、絵、動画、音、シミュレーションクラスが派生する。SpreadSheet クラスを持つ Refer クラスからは、表、グラフクラスが派生する。

主題オブジェクトは、素材集合である素材の組 (ElementGroup) クラスをもつ。講義ノートオブジェクトは主題オブジェクトの集合である。

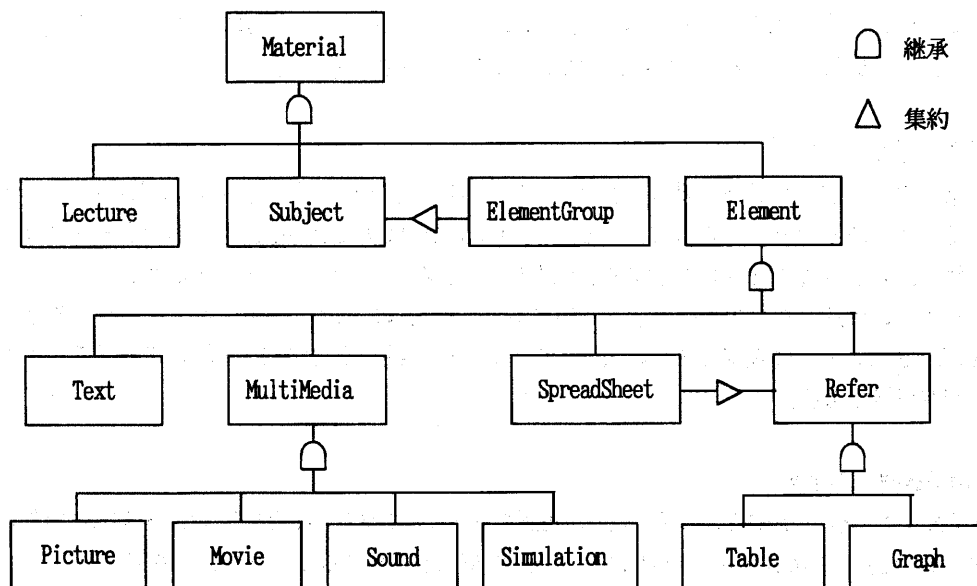


図1 教材オブジェクトのクラス構造

3.1. 講義ノート

講義ノートは講義用の資料として、あるいは学習者の個別学習に利用されることを想定した教材の構成である。例えば、講義ノート「オゾン層の破壊」では 14 の主題から構成されており、その学習順序が記述されている。

3.2. 動画素材

現象の時間経過や立体的な構造をわかりやすく表示するには、画像、特に動画を用いるのが効果的である。グラフや模式図などの教材も、動画にするとよりわかりやすい。動画に描出されている内容は多様で、例えば、長時間にわたる様々の事象の変化などが含まれている。そのような動画を複数の学習主題で利用するために、動画の内容とそのフレーム範囲を「動画内容タグ」で管理する。

動画内容タグをキーとする検索機能によって、ひとつの動画から複数の動画を生成して表示する。このとき、再生成された動画は表示が終了すると削除されるので、重複したデータを保存し

ておく必要はなく、ひとつの動画素材から学習目的に応じた動画を生成できる。

3.3. シミュレーション素材

シミュレーションは学習者が初期条件やパラメータを変えて計算でき、現象を可視的に表示する教材である。環境教育では、長期的で地球規模の現象を扱うので、コンピュータグラフィックスによるシミュレーションは学習者の理解の助けとなる。「オゾン密度の日変化」、「オゾン密度の年々変化」、「2次元の大気の流れ」のシミュレーション[2][3]を対象に、パラメータ入力、アニメーション制御、シミュレーション関数からなるクラスを定義した。

3.4. 関心領域

ある素材の中で学習者が特に関心をもつべきところに関心領域 ROI(Region of interest)と定義する。そして、ある素材の関心領域と別の素材の関心領域に関連をつけ、素材間の複雑なつながりを表わす。関心領域や他の素材との関連情報は素材オブジェクトとは別の、ROI オブジェクトに格納される。この関心領域の参照機能を利用すると、例えば、絵のある部分をクリックするとその説明が示されるように設定できる。文章、グラフ、表、絵の素材に関心領域が定義でき、相互間の参照が可能である。

3.5. 用語辞書、用語木

個別学習では、専門用語を随時参照したり、用語をキーにして素材を探索することが有効と思われる。教科書「高校理科」の索引と本文見出しから、用語約 600 語を選出した。さらに、「環境問題」、「オゾン層の破壊」、「紫外線の生物作用」の専門用語約 200 語を追加し、用語辞書に格納している。用語辞書に含まれる用語のうち、木構造の概念で分類できるものは、その概念に基づいて階層に配置し、これを「用語木」とした。用語木では、階層が深くなるにしたがって用語の専門性が増す。すべての素材には1個以上の用語(素材タグ)が付けられて管理されている。これによって、用語に関する説明や素材の検索ができる。

4. 環境教育教材オブジェクト管理システム

システム構築にあたって、以下の3点に留意した。

- ① 分散オブジェクトによるネットワーク上での教材の共有
- ② 永続オブジェクトによる複雑な構造を持つ教材の管理
- ③ 動画やシミュレーションを含むマルチメディア教材の実装

4.1. 分散オブジェクトによるネットワーク上での教材の共有

分散オブジェクトの実現には、HORB(Hirano object request broker)[5]を利用した。HORB はローカル・オブジェクトをリモート・オブジェクトとして利用するためのソースの変更をほとんど加えずに利用できる。

4.2. 永続オブジェクトによる複雑な構造を持つ教材の管理

教材オブジェクトの管理には、再配布可能なフリーソフトウェアであるシングル・ユーザ向けの ODBMS である、ObjectStore PSE(Persistent Storage Engine) For Java[6]を使用した。同時更新や、10MB 程度を越える大きなデータが扱えないなどの制限があるが、複雑なオブジェクトを扱うには、パフォーマンスがよい。

4.3. 動画やシミュレーションを含むマルチメディア教材

動画の形式はMPEG (Moving Picture Expert Group) を採用した。しかし、Javaによる動画再生の機能は提供されていないため、動画データは HORBを利用せず HTTPで転送して Webブラウザによって表示している。Java Media Player API[7]が正式に提供されれば利用したいが、まだ Windows95/NTなどに評価版[8]が出ている段階なので今回は採用を見送った。

シミュレーションオブジェクトはパラメータ入力、アニメーション制御、シミュレーション関数からなる。シミュレーション関数がJavaバイトコードとして、素材オブジェクトに格納される。シミュレーション計算はクライアントで実行されるため、サーバに負荷がかからず対話的なシミュレーションが実現できる。

4.4. システム構成

TOMBE は学習者アプレット、教師アプレット、教材オブジェクトサーバからなる。図2にシステムの構成を示す。

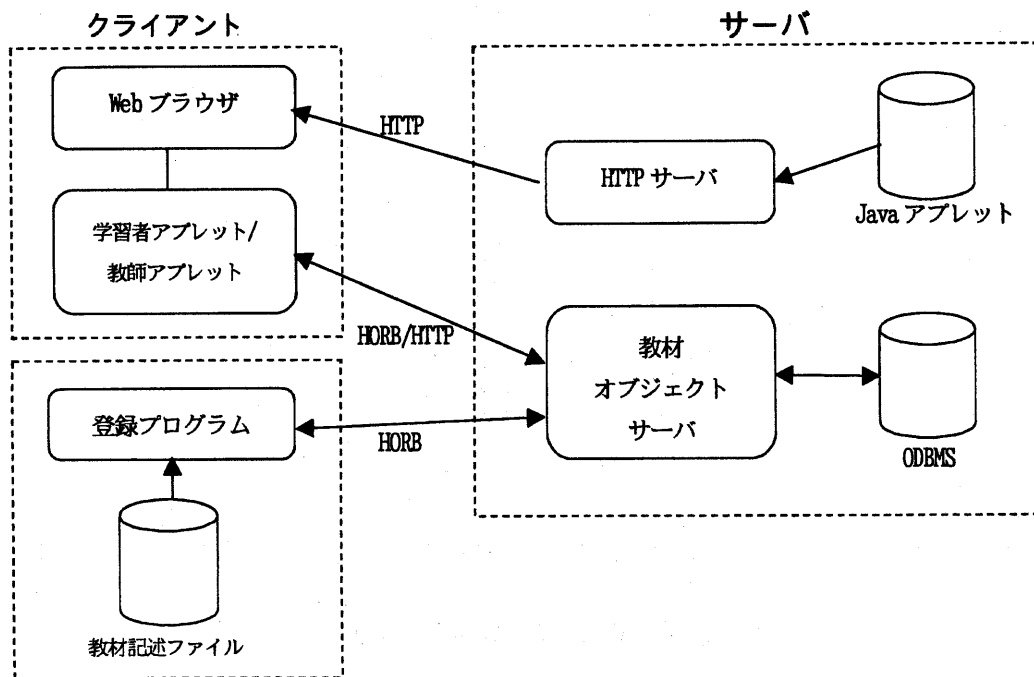


図2 システム構成

学習者アプレット：HTTP サーバからネットワークを通じてダウンロードされ、Java 対応の Web ブラウザによって、プラットフォームを選ばずに講義ノートにしたがった学習等ができる。

教師アプレット：学習者アプレットと同様に Java 対応の Web ブラウザで動作する。文章、絵、表、グラフ、動画、シミュレーションといった素材の登録、更新や関心領域 ROI を設定する機能をもつ。

オブジェクト登録プログラム：教材に関して記述されたファイルから、素材の登録、関心領域 ROI を設定する機能をもつ。

教材オブジェクトサーバ：教材オブジェクトの探索要求を処理し、配信する。

5. 講義ノート「オゾン層の破壊」の使用例

講義ノート「オゾン層の破壊」での、動画素材とシミュレーション素材を用いた学習例について示す。

図3は主題「北半球と南半球のオゾン層」の学習画面である。ここでは、緯度によるオゾンの分布が大気の流れによって生じることを学習する。



図3 主題「北半球と南半球のオゾン層」の学習例

図3の動画は、1979年から1992年までの人工衛星からのオゾン濃度観測データから作成した。この動画素材には、以下の3つの動画内容タグが付与されている。学習者の要求により、動画オブジェクトは動画データからフレームを選択し、新たな動画を編集・生成する。

- オゾンホールが顕著になる以前のオゾン密度の月次変化
- 1982年以降のオゾン密度の月次変化
- 毎年の10月のオゾンホールの経年変化

学習者はいずれかを選択し、表示させることができる。

図4は主題「オゾン層の生成理論」の学習画面である。ここでは、オゾン層生成の機構について学習する。

図4 主題「オゾン層の生成理論」の学習例

図4のシミュレーション「2次元の大気の流れ」の目的は、地球大気の流れに存在する流れを見ることである。学習者は流れのレイノルズ数を変えることによって、流れの乱れ具合が変化することを学習する。渦の強さの分布の時間変化がアニメーションで表示され、9つのトレーサー粒子の動きで流れの様子がわかる。

6. おわりに

環境教育におけるマルチメディア教材を管理するシステム (TOMEE) を Java 言語を用いて開発した。学習者や教師は、ネットワークを通じてプラットフォームに関係なく Java 対応 Web ブラウザによって学習や教材作成が行える。教師はデータベースに格納されている素材、素材の組、主題、講義ノートといった、いろいろなレベルで教材を再利用し、自らの教授法に基づいた講義ノートを作成できる。

Java は、マルチプラットフォームに対応してるといってもまだプラットフォーム間で差があり、アプレットが大きくなるとロードから起動までに時間がかかる[4]。しかし、分散オブジェクトや永続オブジェクトの利用が Java によって比較的容易に構築でき、シミュレーション計算をアプレットで行うのでサーバに負荷がかからないなど利点は大きい。

現在、ネットワーク 3 層構造に拡張し、教材オブジェクト・サーバを多重化して多数の学習者が同時に利用できるスケーラブルな構成に拡張を行い実用性の検討をしている。

参考文献

- [1] ITO, S. et al.: ODEE: Resource server for environmental education. Proc. 14th ICTE, 1997, pp.222-224
- [2] 加藤浩文他：地球環境学習システムにおけるシミュレーションの扱い，日本物理学会講演概要集第 51 回年会第 4 分冊，1996，p.257
- [3] 佐々木敦司他：学習情報データベースにおけるシミュレーション教材クラスライブラリについて，電子情報通信学会 1996 年総合大会講演論集，1996，p.282
- [4] 伊藤正俊：インターネット対応の教育用物理シミュレーションソフトウェアの開発，教育システム情報学会誌 Vol.14 No.3 Aug. 1997, pp.100-104

参考URL

- [5] HORB Home Page、電子技術総合研究所、<http://ring.etl.go.jp/openlab/horb/>
- [6] ObjectStore PSE for Java、Object Design, Inc.、http://www.odi.com/products/PSE_Homepage.html
- [7] Java Products & APIs、Sun Microsystems, Inc.、<http://www.javasoft.com/products/>
- [8] Intel Media for Java、Intel Corp.、<http://www.intel.co.jp/jp/ial/jmedia/>