

サイバー教育の構築に向けて

鈴田 二紀[†] 今井 睦俊[†] 阿部 知己[†] 藤井 慎裕[†]
雪田 修一[†] 國井 利泰[†]

Introduction for cyber educational system

Niki Suzuta[†], Atsutoshi Imai[†], Tomomi Abe[†], Norihiro Fujii[†],
Shuichi Yukita[†], and Tosiyasu Kunii[†]

1. 抄録

サイバー世界における、新教育システムとしてサイバー教育の構築について論証する。サイバー教育では、サイバー世界に学習者と教師が入り込んでシミュレーションをしながら学習できるため、e-learning に有効である。サイバー教育は、教育コンテンツ及び教授学習システムを含有している。その総合システムにはトップダウン方式を採用し、基礎技術としてセル理論を用いる。トップダウン方式では、最終目標からの Break Down 方式である。システム開発のための基盤技術として、セマンティックWEBの限界を克服するセル理論を利用したエンジニアリング・モデルを採用することで、モデルレベルで統一のとれた設計と実装を可能になる。

2. 目的

本論文の目的は、セル理論を応用しユビキタス時代に対応した教育コンテンツ及び教授学習システムを研究・開発するための基礎研究としてトップダウン方式とセル理論を研究し、その上で XML にどのように対応させるかを検討した。

3. トップダウン方式とは

教育コンテンツの設計において、教育工程を一番効率の良く設計する方法とは何か。著者の一人である國井の特許に基づき[1]、トップダウン方式について以下にまとめる。

トップダウン方式とは、最終目標からの Break Down 方式である。つまり、教育工程を計画・設計する際に、最終目標を最初に掲示する。最終目標を掲示することによって、学習意欲を下げることなく継続的に学習をしていく効果がある。教育要素と最終目標とを比較した上で、最終目標の教育要素と対応付けする。その要素が、最終目標から取り外せるか取り外せないかによって、次の工程を決定付ける。

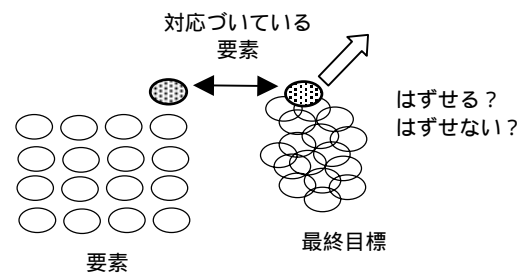


図1 トップダウン方式のイメージ図

これまで見られた tree 構造のデータ構造は、トップダウン方式で設計された教育コンテンツを構造化することは難しい。カリキュラムのデザイン図でよく使われる構造化されていない専修科目の関連ダイアグラムに代わるものとして、セル理論を用いる。

4. セル理論の概要

4.1 情報空間とセル理論

セル理論は、國井によって発表され[2]、接着空間モデルからセル空間モデルの抽象階層モデルにより段階的詳細化を進める、汎用かつ具体的な理論である[5]。

セル理論では、その情報空間の特徴に基づき、同値関係を特定し、セル構造空間で融合空間を規定する。それによって実空間と情報空間を統合するセル接着モデルを定義づけること、また変化量をホモトピー不変量として保存することが可能となることを論じたものである[2]。つまり、セル理論は、サイバー世界と実世界における事象を写像することができる理論である。

現段階では、ホモトピー不変性のモデルへの導入によって、コンテンツのデザイン工程の更なる効率化を図るところまでは至っていないが、ホモトピーについて、その意義を簡単に説明する。

[†] 法政大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Computer and Information
Sciences, Hosei University

4.2 ホモトピーとは

ホモトピー同値は、トポロジ的に同値でない変化であっても、形状の変化を同一とすることができるので、よりトポロジーよりもより汎用的であるといえる。形状がまったく異なるものになった場合においても、その過程はホモトピーによって特定づける事が可能であり、ホモトピー同値によって証明することが可能である。したがって、ホモトピー同値を使うと単なるハイパーリンクではなくコンテンツ間のより高次の依存関係を表現できる可能性がある。

4.3 セルラーデータベース

セルラーデータベースは、セルモデルを基礎として、セル情報とホモトピーを用いて管理を行っている。キーによる管理を行っているリレーショナルデータベースと異なり柔軟性が高く、管理者を必要としないので、利用者にとって自由度の高いデータベースとなる。また、セルモデルを基礎としていることで、ホモトピーによる可逆性があり、安全性が高いといえる。セルラーデータベースマネジメントシステムは、セル情報・セル定義情報・セル操作情報を持っている。セル情報は、リレーショナルデータベースのテーブルに相当する。セル定義情報は、各セルのオープンセルと境界の情報を記録する。それによって、オブジェクト単位でのデータ管理を可能とする。セル操作情報では、セルの変形のホモトピーに関する操作情報を記録する。これによってホモトピーの理論を活用でき、セルの再利用が可能となる。

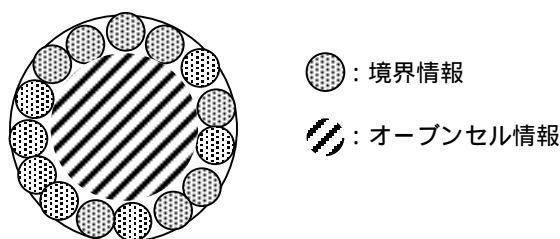


図2 セルデータのイメージ図

5. サイバー教育システムの構成

サイバー教育システムは、コンテンツ、ナビゲーションツール、オーサリングツールの3つのサブシステムで構成されている。コンテンツは、教育コンテンツの要素となるセルの集合体で、これらの要素はセルラーデータベースで格納、管理される。また、ナビゲーションツールは、素材を格納したセルラーデータベースからコンテンツの要素となるセルを抽出し、学習者に対して個別カリキュラムを自動生成し、各自のゴールに合ったコースウェアを自動制作する。さらに、オーサリングツールは、セルラーデータベースに格納するセルを定義し、教育用コンテンツ制作者が素材となるセルを制作するのを、GUI

などで補助する。方式は概念の多重解像度モデルとして提示した[4]。それぞれのサブシステムについてまとめたものが以下の表1のとおりである。

表1 サイバー教育システムのサブシステム

コンテンツ セルラーデータベースで管理された教育用の要素	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツの要素となるセルの集合体 セルラーDBで管理
ナビゲーションツール セルラーデータベースを用いて学習者に対して個別カリキュラムを自動生成	<ul style="list-style-type: none"> セルの集合体からコースウェア作成のための素材を抽出 トップダウン方式のツリー構造で、コースウェアを制作 ツリー構造へのアクセス順序を決定するカリキュラムを作成 学習者情報の管理 学習者情報のセルラーDBへの登録・更新
オーサリングツール 教育用コンテンツ制作者が教育要素となるセルを制作するのに用い、制作したセルをセルラーDBに格納	<ul style="list-style-type: none"> 新規セルの作成 既存の教育用素材のセルへの変換 セルの集合体への新規セルの登録 セルの集合体の管理

6. ナビゲーターの実現手法

トップダウン方式に基づいたナビゲーターを設計する。このツールは、セルラーデータベースを用い、学習者に適した教育プログラムをダイナミックに生成し、ナビゲートするシステムである。また、学習者の予備知識やバックグラウンドによって、学習者の興味や問題意識に密着した自然なコンテンツを提供する。さらに、既存のハイパーテキストに加えて、セル理論によるダイナミックな構造化原理の導入を行い、セルラーデータベースとの連携を行うことによって実装する。

6.1 従来のナビゲーターとの相違点

各分野の基礎から問題を解いてから次のステップに応用までを順番に進むという手法をとる。この方法では最終目標に到達する前に、学習意欲が低下してしまい、場合によっては学習そのものを放棄してしまう可能性がある。そこで、本ナビゲーターは、学習者に適した教育プログラムをダイナミックに生成する学習コースを提供することによって、効率が良く、飽きない学習を可能にすることを目標とする。

6.2 システムの特徴

セルラーデータベースを用い、教育コンテンツをダイナミックに生成しナビゲートするシステムである。

動作ステップは、以下に挙げる。

学習者情報の取得

一般的なCGIを用いて、アンケート形式で本人の予備知識やバックグラウンド情報を取得する。

解析

収集されたバックグラウンド情報より、キーワードを分類し、検索項目を選出する。

教材の選定

キーワードよりセルラーデータベースから教育コンテンツを選定する。

6.3 実装方法

実装にあたり次世代 Web アプリケーションとして Zope 用い、XML オブジェクトとして「XML Objects for Zope」を使用する。重い Java に傾注している SAX や DOM に頼ることなく、XML を読み書きできる特徴とオブジェクトを生成しやすいドキュメント構造をもつことで採用した。また、セルデータベースを XML にて表現する。

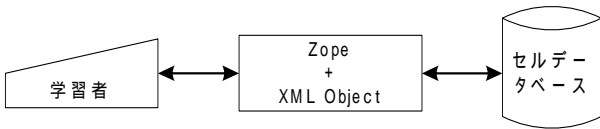


図3 ナビゲーター構成イメージ

6.4 ナビゲーターの具体例

このツールの具体例として「録画したDVDを編集したい」とする。

この場合に必要な情報として以下の項目があげられる。

学習者情報の取得：

(キーワード)
DVD edit

(知識)
DVDの仕様、規格を知っている。

(バックグラウンド)
DVDプレーヤーを持っている。
ビデオレコーダーを持っている。
パソコンを持っている。
DVDレコーダーを持っている。

(質問：5W1H)
When いつ----- すぐに
Where どこで----- 家で
Who だれが----- 私が
What 何を----- DVDを
How どのように----- CD-Rに編集

解析

入力者の情報からキーワード分析をして、類似項目を抽出する。

デジタル、アナログ画像解像度の選択
ATRAC、MP3、Audio コーデック選択
MPEG、MPEG2、DviX ビデオコーデック選択
ハードディスク、CD-R or DVD-R 出力選択

教材の選定

本人に適した教材を構成する。
DVD リッピング

CSS、マクロビジョンの解除
MPEG2 再エンコード
DVD-R 記録

以上のように のステップを本人の要望によって行うプロセスを自動生成する。また、必要に応じて から に再帰的にナビゲートすることで、学習者の興味や問題意識に密着した自然なコンテンツを提供することができる。

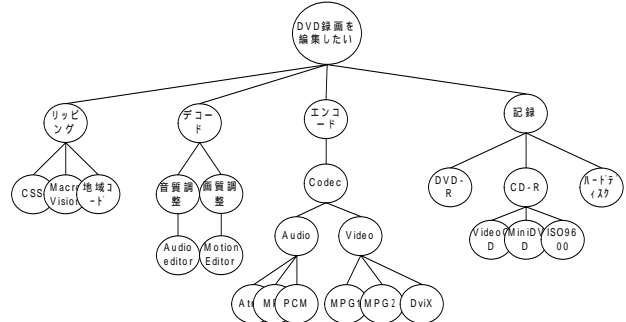


図4 生成されたコースウェアの階層図

7. セルモデルを用いたオーサリングツールの実装手法

7.1 オーサリングツールの概要

開発したオーサリングツールは、教育用要素となるセルを作成し、これらのセルをセルラーデータベースに格納するものである。サイバー教育理論に基づいてコースウェアを制作する際に、素材として用いるセルを制作する。トップダウン教育では、素材となるセルを、セルモデルを実装したセルラーデータベースで管理する。セルとして管理される素材として、解説用のビデオデータ、音声データ、スライド、テキストや、練習や評価などのための問題集など、既存の教育コンテンツを最小単位に分解したリソースである。セルラーデータベースにより管理されるため、さまざまなコースウェアで再利用可能となっている。

従来のオーサリングツールは、標準的な学習者を想定し、固定的なコースウェアを制作するものであった。したがって、教育用の素材をコンテンツとして静的に配置するものであった。これに対して、トップダウン教育でのオーサリングツールは、学習者の興味や問題意識など、個別の学習者の情報に基づいて、コースウェアを自動生成する。

7.2 オーサリングツールの機能

オーサリングツールでは、次のような機能を実装した。

セルの定義機能
コンテンツの最小構造となるセル構造の定義を行う。

セルの作成機能
セル ID の付与、各種リソースとの対応づけを行う。

セルの検索機能
セル同士の対応づけを行う際に必要となる自動検索を

行う。

セルの管理機能

セルデータベースに対して、セル情報の変更、セルの削除などを行う。

7.3 オーサリングツールの実装方法

オーサリングツールの実装では、ナビゲーターと同様 Zope を用いた。セルを記述した XML オブジェクトは、「XML Objects for Zope」で管理する。下図がオーサリングツールの実装イメージである。

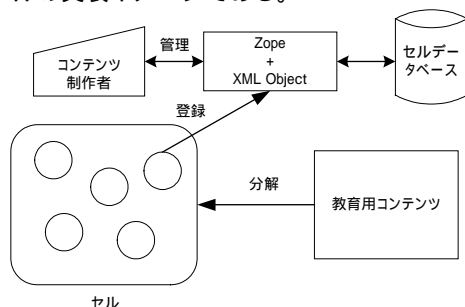


図5 オーサリングツールの実装イメージ

7.4 オーサリングツールの具体例

ナビゲーターで用いるセルを作成・登録するオーサリングツールの具体例を考える。

セル構造の定義

コースウェアやカリキュラムの生成で必要となる情報を記述するためのセル構造を定義する。

セルの作成

オーサリングツールの GUI を用いて、セル情報を記述していく。映像、音声、テキストなどのファイル形式、コーデック方式などの素材の情報を記述してセルを作成する。

セルの対応づけ

セルの自動検索機能を用いて、関連するセル同士を対応づけ、その情報を境界情報としてセルに記述する。

セルの管理

不要なセルの削除など、コンテンツを作成するためのメンテナンスを行う。

制作者が から のステップを行うことによって、コースウェアの制作に必要なセル情報をセルデータベースに登録していく。

8.まとめと今後の課題

今回は、トップダウン方式とセルデータベースを用いた効率的なサイバー教育手法の基礎概念とその実装方法について論じた。サイバー教育により、従来の教育方式と比較して、学習者それぞれの背景に応じたコンテンツが自動生成でき、トップダウン方式を用いることで

学習者の学習意欲を低下させることなく教育を行うことができる。

今後の課題としては、ホモトピー不変性のサイバー教育への導入によるコンテンツのデザイン工程の更なる効率化がある。効率化の後に、実際の教育への適用するための実装実験を行う必要がある。また、今後の e-learning 市場の拡大を見計らい、Palm などのワイヤレスデバイスでの実証実験も行うことを検討している。

9. References

- [1]Toshiyasu L. Kunii,Tsukasa Noma, Kyujac Lee “ASSEMBLABILITY DISCRIMINATING METHOD AND ASSEMBLING SEQUENCE GENERATING METHOD”United States Patent
- [2]T. L. Kunii and H. S. Kunii, “A Cellular Model for Information Systems on the Web - Integrating Local and Global Information”, Proceedings of 1999 International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments (DANTE'99), November 28-30, 1999, Heian Shrine, Kyoto, Japan, Organized by Research Project on Advanced Databases, in cooperation with Information Processing Society of Japan, ACM Japan, ACM SIGMOD Japan, pp. 19-24, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, U. S. A.
- [3]T. L. Kunii, “Homotopy Modeling as World Modeling”, Proceedings of Computer Graphics International '99 (CGI99), (June 7-11, 1999, Canmore, Alberta, Canada) pp. 130-141, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, U. S. A.
- [4]T. L. Kunii, Daisuke Terasaki, Masumi Ibusuki, and Hiroshi Hanaizumi, “Modeling of Conceptual Multiresolution Analysis by an Incrementally Modular Abstract Hierarchy”, IEICE Transactions on Information and Systems, VOL.E86-D NO.9, In press, The Information and Systems Society, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.
- [5] Tosiyasu L. Kunii, “Web Information Modeling: The Adjunction Space Model”, Proceedings of the 2nd International Workshop on Databases in Networked Information Systems (DNIS 2002), pp. 58-63, The University of Aizu, Japan, December 16-18, 2002, Lecture Notes in Computer Science, Subhash Bhalla, Ed., Springer-Verlag, December, 2002.