

eラーニングのための教材データベースの設計

Design of a Teaching-Material Database for e-Learning

庄司 成臣¹ 小山 嘉紀² 三宅 新二³
 延原 哲也⁴ 劉 渤江⁵ 横田 一正⁶

Nariomi SHOJI Yoshinori KOYAMA
 Shinji MIYAKE Tetsuya NOBUHARA
 Bojiang LIU Kazumasa YOKOTA

現在, WBT (Web Based Training) においては SCORM (Sharable Content Object Reference Model) を中心とした標準化が進められている。SCORM は, 教材コンテンツの流通, 再利用のための規格であり, SCORM をベースにした様々な拡張が可能となっている。本論文では, SCORM の教材コンテンツを集約するモデルであるコンテンツアグリゲーションモデルから, 既存の教材表示システムのための教材を生成する方法について考察する。また, SCORM では定められていない教材の個人化について, 必要な機能と, 実現のためのアプローチを考察する。

The standardization of WBT (Web Based Training) has been developed based on SCORM (Sharable Content Object Reference Model), which is a standard for circulation and reuse of teaching-materials. SCORM is a kind of standard protocol, various extensions of which are possible. In this paper, we consider how to generate teaching-materials for existing systems from SCORM content aggregation. Moreover, we consider an approach for personalization of teaching-materials, which is not defined in SCORM.

1. はじめに

近年, ネットワークの高速化などに伴い, Web を利用した教育に注目が集まっている。Web を利用した教育の特徴として, 場所と時間の制約を受けないことがあり, そのようなメリットから資格の取得や社員教育などさまざまな分野で活用されている。

Webサーバ上に置かれた教材を利用して自主学習を行う

¹ 学生会員 岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士前期課程 shoji@c.oka-pu.ac.jp

² 学生会員 岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程 / 両備バス株式会社 koyama@rrr.gr.jp

³ 正会員 岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程 / 株式会社両備システムズ shinji@ryobi.co.jp

⁴ 学生会員 岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程 / 株式会社ベネッセコーポレーション tetsuya_nobuhara@mail.benesse.co.jp

⁵ 正会員 岡山理科大学総合情報学部 liu@mis.ous.ac.jp

⁶ 正会員 岡山県立大学情報工学部 yokota@c.oka-pu.ac.jp

教育の形態はWBT (Web Based Training) と呼ばれている。WBTでは学習者側のクライアントとして一般的なWebブラウザが用いられる。

WBTは現在, SCORM (Sharable Content Object Reference Model)[1]規格を中心とした標準化が行われている。SCORMは教材の流通, 再利用のための規格であり, CMI (Computer Managed Instruction) [2]や, LOM (Learning Object Metadata)[3]といった規格をベースにADL (Advanced Distributed Learning Initiative)[4]によって立案され改良が続けられている。現在の最新バージョンはSCORM 2004である。

SCORMの主な規格内容としては, LMS (Learning Management System) の略で教材の配信や学習履歴の管理などを行う)に読み込まれるコース構造のデータモデル及びXML バインディングの規定や, クライアント側で実行されるコンテンツであるSCO (Sharable Content Object) とLMSとの間の通信APIと, 通信時のデータフォーマットの規定を行っている。SCORMに準拠したLMSであれば, 異なるコンテンツベンダによって作成されたSCORM準拠教材を実行することができるため, 同じ内容の教材をそれぞれのLMSにあわせたフォーマットで作成するといった必要が無くなる。また, SCORMでは, LMSやSCOの具体的な仕様は定められていないので, ベンダーが自由に機能を追加する事ができる。

本論文ではSCORMコンテンツアグリゲーションモデルにより構造化された教材を, 既存の教育システムで提示する方法と, 個人化機能の実現方法について考察する。まず第2章でSCORMの概要を述べ, 第3章で教材の生成手法, 第4章で個人化について議論する。

2. SCORM 概要

本章では SCORM の概要と 本論文で扱う問題点を述べる。

2.1 コンテンツアグリゲーションモデル

コンテンツアグリゲーションモデルは, 学習資源を構造化し, 提示順序を指定することで, ひとつの学習ユニットを構成する方法である。コンテンツアグリゲーションモデルではデータ構造であるコンテンツモデルと, 提示順序の制御構造であるシーケンシングが定められている。また, それらについてのXMLでの記述方法も定められている。

2.1.1 コンテンツモデル

コンテンツアグリゲーションモデルは, 図1に示すようにアセット, SCO, コンテンツアグリゲーションの3つの構成要素から成り立っている。

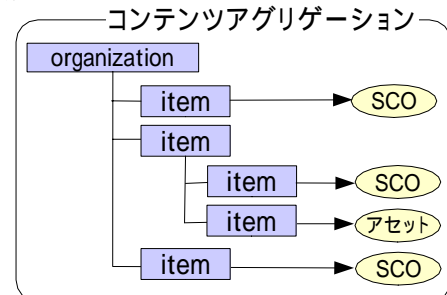


図1 コンテンツアグリゲーションの例
 Fig.1 Example of Content Aggregation

● アセット

アセットは学習資源の最小単位であり, 具体的にはテキスト, XML, 画像, 音声などである。

- SCO

SCO はひとつ以上のアセットの集合から構成される起動可能な学習資源の最小単位である。SCO は SCORM 規格で定められた通信用 API を用いて、学習時間や得点などを LMS とやりとりする。

- コンテンツアグリゲーション

コンテンツアグリゲーションは、SCO やアセットを組み合わせて学習ユニットとして集約したものである。コンテンツアグリゲーションは organization 要素、item 要素からなる木構造で表現され、章や節といった関係は item 要素の入れ子によって表現される。

2.1.2 シーケンシング

シーケンシングは SCORM1.3 で追加された規格であり、構造化された教材に対して、学習の進捗状況やテスト結果による提示順序の制御を行う方法を定めている。実際の記述では、item 要素の子要素として記述される。

シーケンシングで定められている主な概念には以下のものがある。

- 学習アクティビティ

学習アクティビティは、ひとつの意味のある学習単位であり、SCO やアセット、もしくは複数の子アクティビティから構成される。

- シーケンシングルール

シーケンシングでは、ある条件とそれが満足された場合の動作というルールベースのモデルが採用されている。制御の条件となるのは、Objective (学習目標) と呼ばれるアクティビティが試行される際に一時的に保持される値と、学習の進捗状況である。

- シーケンシングコントロールモード

前後のアクティビティ間の移動のみを許すといった学習アクティビティ間の移動に制限をかける機能である。

2.2 SCORM の問題点

SCORM で定められているのはコース構造の記述や、SCO と LMS の通信の部分であり、それ以外の機能は、開発者が追加することができる。SCORM に追加する機能としては以下のものが挙げられる。

- 学習オブジェクトからの教材の提示
- 教材の個人化機能
- 学習者の理解度の判定

このうち、学習者の理解度の判定は、文献[5]で考察している。本論文では学習オブジェクトからの教材の提示と教材の個人化機能について考察する。

2.2.1 学習オブジェクトと教材の提示

SCORM の仕様では、学習資源の構造化と提示する順番を指定する方法は定められているが、それぞれの学習資源の具体的な提示方法に関しては一切定められていない。このため、現状の SCORM 準拠教材の多くは、HTML によって物理的なレイアウトを記述している。HTML で記述する場合の問題点として、論理的な構造と物理的なレイアウトの両方が混在し再利用の妨げとなるとということが挙げられる。

そこで、本研究においては、コンテンツアグリゲーションは論理的構造の記述のみであると仮定し、その提示をこれまで独自に開発されてきた教育システムによって行うことを提案する。教材の提示に関しては次章で詳しく述べる。

2.2.2 教材の個人化

学習者が教材を利用する上で、重要だと思われる箇所に線を引くといった個人化の機能が必要となる。学習者へ個人化

の機能を提供するためには、個人化の行われた箇所を個人化情報として記録し、それを教材へ反映する機構が必要である。教材の個人化は 4 章で詳しく述べる。

3. 教材の生成

本章では、コンテンツアグリゲーションから既存の提示システムへの教材生成について考察する。コンテンツアグリゲーションからの教材の生成を行う場合、次に示す 2 つの実現段階を考える。

- シーケンシングを考慮しない教材生成
- シーケンシングの内容を表示用のシステムで解釈し反映する教材生成

教材表示用のシステムの例として、Module BookViewer [6]を用いて考察する。

3.1 Module BookViewer の概要

Module BookViewer の表示例を図 2 に示す。



図 2 Module BookViewer の画面

Fig.2 Module BookViewer

Module BookViewer は、Web ブラウザ上で動作し、テキスト、静止画、動画、3D オブジェクト、Java アプレットを本の形式で表示することができるビューアである。SCO のように項目ごとの部品化を行うことができ、それぞれの部品を XML で記述した木構造の目次から参照する。部品の記述は、文書記述の汎用 XML フォーマットである XML SmartDoc をベースにしたものとなっている。

学習者には、ナビゲーション用のインタフェースとして、前後のページに移動するためのボタンと、項目間の移動及び教材内の位置の表示を行う目次のツリーが提供される。

3.2 シーケンシングを考慮しない提示の実現

3.2.1 目次の生成

コンテンツアグリゲーションは、organization 要素、item 要素からなる木構造になっているため、目次は文書の先頭から行きがけ順で作成する。item 要素は入れ子になることができるので、子要素になっていくほど章、節と小さな項目にする。それぞれの要素は必須属性ではないが、title 属性を持っているので、それを目次の見出しとして利用することができる。

3.2.2 表示内容の生成

コンテンツアグリゲーションモデルでは、resource 要素でメタデータと物理ファイルに関連付け、SCO やアセットを表現する。表示内容を生成する際は、目次と同様の順番で item から参照される各 SCO やアセットの内容を読み込み、ファイルの種類にあわせて SmartDoc のタグを生成する。ファイルの種類は、SCO やアセットのメタデータを見ることで判断する。具体的には、LOM 規格の format 要素に MIME

タイプで記述されているのでそれを参照し、それぞれのファイルの種類にあわせたタグを生成する。

3.2.3 生成例

SCO から教材の部品を生成した例を示す。

SCO の例

```
<resource identifier="S1" type="webcontent"
  adlcp:scormtype="sco" href="text.txt">
  <file href="text.txt">
    <metadata>
      <adlcp:location>text.xml</adlcp:location>
    </metadata>
  </file>
  <file href="sample.jpg">
    <metadata>
      <adlcp:location>sample.xml</adlcp:location>
    </metadata>
  </file>
</resource>
```

生成した教材

```
<?xml version="1.0" ?>
<doc>
  <p src="text.txt" />
  
</doc>
```

この例は、テキストと画像からなるSCOを表している .file 要素のhref属性で物理ファイルを参照し、その子要素である metadata要素でメタデータを記述したXML文書を指定し関連付けている。

教材の生成は、関連付けられたメタデータを読み、テキストと画像に合わせたpタグとimgタグを生成することで行っている。

3.3 シーケンシングの表現

シーケンシングを解釈した場合、自由なページ移動だけでなく、提示する教材の制御や学習者の操作の制限が必要となる。本節では、シーケンシングを解釈した場合の実現方法について考察する。

3.3.1 Module BookViewer の拡張

現在の Module BookViewer では学習者の操作の制御を行うことは考えられておらず、シーケンシングに対応することができない。このため Module BookViewer を拡張する必要がある。シーケンシング内容の解釈の行うために、ビューアの外部にシーケンシング処理部を作成する。シーケンシングの制御は、ビューアと処理部のやりとりによって行う。

ビューアの自体の拡張としては、Objective と学習進捗状況の記録を行う機能が必要である。また、学習者によってページ移動操作が行われた場合に、シーケンシング処理部にページ移動のリクエストを出し、次に移動すべきページを受け取る機能が必要となる。

3.3.2 シーケンシング処理部

ビューアとシーケンシング処理部の関係を図3に示す。

シーケンシング処理部は、内部にアクティビティの木構造を持ち、それぞれのアクティビティとビューア内でのページ数との対応情報を持つ。シーケンシング処理部がビューアからのページ移動のリクエストを受けた場合、それがアクティビティ間の移動ならば、その移動に対応する Objective もしくは学習進捗状況によりシーケンシングルールの判定を行い、リクエスト結果をビューアに返す。

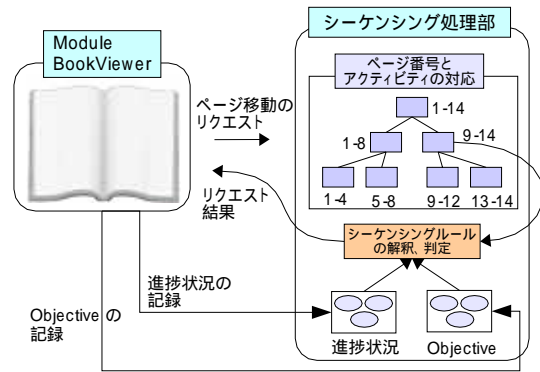


図3 シーケンシング処理部
Fig.3 Sequencing processing part

4. 教材の個人化

本章では、本論文で扱う教材の個人化の定義を行い、個人化の機能として必要なものと、それらを実現するためのアプローチについて述べる。

4.1 個人化の定義

教材の個人化とは、それぞれの学習者の意図や状態にあわせて教材の内容が変更される事であるといえる。教材の内容の変更といっても、学習者の操作によって行われる場合と、システムが行う場合に分けることができる。

● 学習者が行う個人化

学習者が行う個人化は、学習者の意図によって教材の内容を部分的に変更する行為である。紙の教科書に行う場合と同様にマーカーで線を引いたり、しおりを付けたりすることで、教材を自分の使い易いものに変更する操作にあたる。また、メモに対する検索やマーカーを引いた箇所の一覧を生成し、見直し学習に利用するといった紙の教科書では行えない機能も提供される。

● システムが行う個人化

システムが、学習者の力量にあわせて、表示する教材を変更するといった操作がこれに当てはまる。学習者の力量は、過去の学習履歴やテストの結果から推定する。

利用者の力量を測定し、それにあわせて教材内容を変更する試みは文献[5]で行っている。本論文では学習者が行う個人化を対象に考察する。

4.2 個人化の種類

学習者が行う個人化には以下の機能が必要である。

● 情報の追加

学習者によって、説明の不十分な箇所を補ったり、重要な箇所を強調したりすることで、より理解を深めやすい教材に加工する操作である。具体的にはメモを貼ることや、重要だと思ふ箇所に線を引くといった操作が当てはまる。

● 情報の削除

冗長な説明を隠す場合などが当てはまる。削除した部分を再び表示するための操作を行えるようにする必要がある。

● 情報の選択

作成者側から予め、何種類かの選択肢が与えられており、その中から学習者が選ぶ場合である。例えば、用意されている説明の中から、最も理解できる説明を選ぶ操作などである。

● 難易度の調整

難易度に関する学習者の意図、例えばある部分の説明が難しいので、もう少し簡単な内容を提示して欲しいという要求

をシステムに対して行う操作である。

4.3 個人化実現のアプローチ

前節で述べた個人化機能を実現するためのアプローチについて考察する。

4.3.1 個人化情報

教材の個人化を行う際には、オリジナルの教材の内容を変更してしまうのではなく、外部に個人化情報を持ち、表示する際にそれらが反映されるべきである。また、個人化情報は、内容の更新やレイアウトの変更に対応するために、表示する際の座標といった物理情報に依存してはいけない。

4.3.2 個人化情報の適用

Module BookViewer の部品は、XML で記述されるため、XML の操作を行う必要がある。また、XML やテキストファイルがアセットの場合、文字列の操作が必要となるため、個人化情報の記述には xTrics (XML TRee Information Control Script)[7]を使用する。xTrics は XML を操作するスクリプト言語であり、属性や要素、要素内のテキストに対して変更、挿入、削除などを行うことができる。テキストの一部分を削除する場合は、xTrics でテキストの削除を行う命令を記述し、教材生成の際にスクリプトを実行することで個人化を反映する。変数 \$text で表されるテキストの 3 文字目から 5 文字目を削除するスクリプトは以下のように記述する。

```
$text=delete($text,#3:5#);
```

テキストに対してマーカーを引く場合やメモを貼る場合は、マーカーを表すタグを挿入する。しかし、XML にタグを挿入する場合、挿入したタグが、複数のタグにまたがり整形 XML でなくなってしまう恐れがある。下記の例では、<marker>神籠石の部分で、b 要素の終了タグの前に marker 要素の開始タグが挿入されており、整形 XML が崩れている。

```
<a>
```

古代山城は、朝鮮式山城</marker>神籠石と呼ばれる</marker>ものがあるが、どちらも朝鮮半島に起源を求めることができる。

```
</a>
```

この問題を解決するために、XML を意味的に拡張する方式[8]を導入する。この方式は、XML に特殊な属性を持たせることにより、構文的には XML の整形 XML のルールを満たしつつ、XML より表現能力の高いグラフモデルを表現する方式である。先ほどの例の場合では、次に示すように b タグと marker タグを文章の外に出し、substring 属性で部分文字列を指定することにより整形 XML を崩すことなくマーキングを行うことができる。

```
<a q:id="a" xmlns:q="http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/Qpit">
  古代山城は、朝鮮式山城と神籠石と呼ばれるものがあるが、
  どちらも朝鮮半島に起源を求めることができる。
  <b q:substring="a(6,15)" />
  <marker q:substring="a(12,20)" />
</a>
```

5. おわりに

5.1 まとめ

本論文では、コンテンツアグリゲーションから既存の表示用システムへの教材の生成方法とシーケンシングを行う場合の教材提示の実現方法について考察を行った。

また、教材の個人化の機能について、必要な機能の分類と実現のためのアプローチについて考察した。

5.2 今後の課題

教材の提示に関しては、シーケンシングを考慮した場合においてシーケンシングルールの解釈方法について考察する必要がある。また、今回は Module BookViewer を対象にしたが、他の教材表示用システムの場合も考える必要がある。

教材の個人化に関しては、メタデータを含め個人化情報の具体的な記述方法と教材への反映方法について考察する必要がある。最終的には、提示システムによらない個人化手法の実現を目指している。

[文献]

- [1] ADL, *SCORM Content Aggregation Model Version 1.3*, (2004).
- [2] CMI, <http://ltsc.ieee.org/wg11/>
- [3] LOM, <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [4] ADL, <http://www.adlnet.org/>
- [5] 延原 哲也, 小山 嘉紀, 三宅 新二, 庄司 成臣, 劉 渤江, 横田 一正, “学習者の理解度に対応した適応型 e ラーニングシステムの考察”, *DBWS2004, DBSJ Letters, Vol.3, No.2*, (2004).
- [6] 庄司 成臣, “Web 用モジュール型教材システムの実現”, 特別研究論文, (2004).
<http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/~shoji/h15/thesis.pdf>
- [7] 岡本 辰夫, 吉田 奈美子, 國島 文生, 横田 一正, “XML 操作スクリプト言語による個人化手法の提案”, *DEWS2002*, (2002).
- [8] 國島 文生, 貴志 聡一郎, 三戸 健二, 室山 恵美, 横田 一正, “意味的拡張 XML の処理系の実装と考察”, 電子情報通信学会技術研究報告, *DE2001-14*, (2001).

庄司 成臣 Nariomi SHOJI

岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士前期課程在学中。2004 岡山県立大学情報工学部情報通信工学科卒業。e ラーニングの研究に従事。日本データベース学会学生会員。

小山 嘉紀 Yoshinori KOYAMA

両備バス株式会社所属。岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程在学中。e ラーニングの研究に従事。日本データベース学会学生会員。

三宅 新二 Shinji MIYAKE

株式会社両備システムズ所属。岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程在学中。テキストマイニング、マルチメディアの研究に従事。情報処理学会、教育システム情報学会、日本データベース学会正会員。

延原 哲也 Tetsuya NOBUHARA

株式会社ベネッセコーポレーション所属。岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士後期課程在学中。e ラーニングの研究に従事。日本データベース学会学生会員。

劉 渤江 Bojiang LIU

岡山理科大学総合情報学部情報科学科助教授。マルチメディア情報処理技術の研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、日本データベース学会等正会員。

横田 一正 Kazumasa YOKOTA

岡山県立大学情報工学部情報通信工学科教授。データベースシステムの研究・開発に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、日本データベース学会、ACM、IEEE 等正会員。