

e-Learning を活用した授業支援モデルに基づく LMS の開発

熱田 智士[†]芝浦工業大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻[†]松浦 佐江子[‡]芝浦工業大学システム工学部電子情報システム学科[‡]

1. はじめに

近年、大学を始めとする高等教育機関において e-Learning への取り組みが活発化している。そうした中で e-Learning を受講している学生への指導を対面型授業によって行うブレンデッドラーニングは、授業全体を e-Learning として扱った事例に比べ多くの成功を修めており[1]、高等教育機関における e-Learning の主要な地位を占めている。

e-Learning の実施に際し、包括的な学習管理機能を提供する LMS (Learning Management System) の導入は運用の前提条件である。昨今 LMS は SCORM[2]などの標準化規格に順ずることで教材コンテンツの再利用・相互運用性を保証しようとする向きがあるが、授業は本来、教育目標に従った固有の授業設計に基づいて運営されるため、標準化によってもたらされる画一的な支援のみでは、授業設計の特徴を活かした e-Learning の実施は難しい。この問題は対面型授業を含む e-Learning において得に顕著である。

本稿では、対面型授業を含む e-Learning を支援する上での課題を明らかにすると共に、統合的な教育資源管理(授業に共通な教材・レポート・成績管理と教育機関内システムとの連携)と対面型授業特有の授業支援を可能とする LMS を提案し、e-Learning を活用した授業支援を実現する。

2. 対面型授業の多様性

対面型授業の実例として本学で開講されている特異性を持つ科目を2つ挙げる。

(1) Java プログラミング演習科目

Java を用いてオブジェクト指向プログラミングを学習する演習科目であり、以下の特徴を持つ。

- ① 提出されるレポートはソースコードであり、採点時にコンパイル・実行を実施する。
- ② ソースコードの管理方法の学習のため、提出時にディレクトリ構成の定義を行わせる。
- ③ 採点は複数の教員および TA が担当する。
- ④ 課題の内数回は、プログラムの理解度を評価するために、授業中に学生と対話を行いながら採点を実施する。

(2) ソフトウェア設計論

オブジェクト指向によるモデリングを学習することを目的とした講義科目であり、以下の特徴を持つ。

- ① 奇数回の課題では、実際に分析・設計を行う。
- ② 偶数回の課題では、分析・設計の良し悪しの判断力を問うため、他の学生のレポートを評価する。学生には奇数回に提出されたレポートをランダムに配布する。

どちらの科目も授業の構成要素、レポート・演習の形式、採点方式等に他の科目にない特異的な要素が含まれていることが見て取れる。こうした授業設計や、担当教員数など実施形態の違いによって、対面型授業には多様性が生じる。また、教育的効果を保証するためには、授業設計者が意図した学習過程(以下本稿では「学習シーケンス」と呼称する)に沿って学習を進めることが重要であるが、こうした学習シーケンスも当然授業ごとに異なるものとなる。

3. 対面型授業を支援する e-Learning の問題点

対面型授業を e-Learning によって支援する上での課題は、こうした多様性を如何にしてシステム上で表現するかであると考えられる。現在の LMS 及び LMS が準拠する SCORM 規格は、対面型授業の利点を阻害する要因を孕んでいると考えられる。SCORM 規格のコンテンツモデルは任意の深度の木構造として表現され、その上に学習シーケンスが定義される。しかし、SCORM は SCORM 非準拠コンテンツの取り扱いに関してのガイドラインを定めておらず[3]、このため SCORM では対面での講義を中心に SCORM で定義される学習コンテンツに加え、レポート、テスト(小テスト、期末考査)、講義、演習など様々な要素を含むより大きな集合として表現される対面型授業の構成要素全体を網羅することが難しい。これに付随して SCORM では対面型授業の学習シーケンスの表現力が不十分であると考えられる。

4. 授業支援モデル

問題解決のために我々が考える LMS が実現すべき授業支援モデルについて述べる。第一に標準化規格では不十分な対面型授業のモデルとその学習シーケンスの表現である。第二に教育機関内システムとの統合を可能にする枠組みの提供である。教育的効果が期待される新しい手法の提案とその手法を実現するシステムが数多く提案されている。1つの教育機関内で複数の異なる e-Learning システムの利用が想定されるため、教育機関においても EAI のように個々の e-Learning システム及び教育機関内情報システムを統合することが求められる。第三に授業内における教員・学生の権限の自由度の確保である。講義形式だけでなく学生が主体的に関わる形態の授業が増加しており、参加者の役割の変化に応じて様々な資源を利用する必要がある。例えば、学生にテスト作成の権限を開放すれば作問学習など学習の幅が広がる。また、第二の項目を達成するために必要なセキュリティを確保する。これら3点を実現することで対面型授業の多様性に柔軟に適応することができると考える。

5. 授業支援モデルに基づく LMS の開発

システムは対面型授業のモデルを表現するために、授業に特化した機能を後付けで追加することのできる拡張性を LMS に持たせると共に、授業固有の性質の表現を外部システムに委譲し、外部システムと LMS との統合により教育機関内システム全体でこれを実現する。こうした拡張性を確保することで既存の代表的な LMS[4][5]などに比べ、個々の授業の多様性に適応可能な柔軟性に富んだシステムの構築を目指す。以下でシステムの権限モデルと拡張性に関する機能を中心に本システムの実現する機能について述べる。

5.1. システムの権限モデル

本システムには4種類のロール(管理者、教員、TA、学生)が存在しユーザーは1つ以上のロールに属する。授業は複数の教員が担当し、授業に対する権限の設定は主担当教員のみが行う。権限の設定は課題や教材など各要素と、それらの要素を分類し権限のコンテナとして機能するカテゴリに対して行うことができる。権限の検証対象はロール、授業単位で設定されるグループ、及びユーザーである。権限の状態は「許可」、「拒否」、上位の権限を継承する「継承」の3状態がある。

5.2. システムの拡張性

本システムはデータモデルの拡張、プラグイン、Web サービスの3つのアプローチにより拡張性を確保している。本システムはシステムの既存のデータモデルで表現できない各授業の多様性を支援する上で必要となる情報（以下追加情報）を格納するため、データモデルの各エンティティに対してキー値と追加情報のペアを格納できる拡張領域を設けている。追加情報の形式はXML又はバイナリデータである。XMLの場合は検証用のXMLスキーマも格納できる。

本システムのプラグインは、データモデルの操作を目的としたプラグインとWebユーザーインターフェース（以下UI）の拡張を目的としたプラグインに分類できる。データモデルに対するプラグインは権限の検証やレポートの採点といった特定のプラグインポイントに読み込まれるものと、バッチ処理を行うものがある。プラグインは実行時に授業の主担当教員の権限を得て、主担当教員のみがアクセス可能なストレージや、主担当教員が管理する他の授業のデータにアクセスすることが可能である。これにより個々の授業の境界を跨いだ連携が可能となる。

Webサービスは、プラグインによるUIの拡張では充足できないような大幅な変更もしくは高い応答性が求められる場面において利用される。クライアントにリッチクライアントを用いることで、オフライン環境での作業も可能となる。また、Webサービスは教育機関内の他システムとの統合用のインターフェースとなる。

6. システムの適用と評価

6.1. 対面型授業のシーケンシング動作の実現

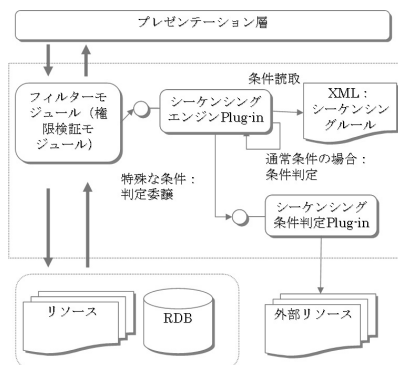


図 6.1: 対面型授業用シーケンシングエンジンの構成

対面型授業の学習シーケンスの表現は、プラグインによって実現できる。システムは授業の構成要素の表示や操作に関する権限の検証をプラグインによって制御ことができる。この仕組みを用いて、各項目の表示・操作に関する条件を定義したXMLとそれを解釈するシーケンシングエンジンをプラグインとして実装する。条件判定は通常シーケンシングエンジン自身が行うが、プラグインが想定する条件で記述できない特殊な条件（例：本システム外部のリソースに基づく条件など）を処理しなければならない場合は、シーケンシングエンジンに加えて特殊な条件の評価結果を返すプラグインを導入し、シーケンシングエンジンから呼び出すことでこれを可能にする（図 6.1）。

6.2. 授業への適用

6.2.1 Java プログラミング演習

2章で例に挙げたJavaプログラミング演習科目にシステムを適用する。[6]において当科目を対象にシステムによる支援を行ったが、その際問題点としてシステムの一部が対象科目に依存してしまう事、セキュリティの観点からプログラムの実行テストの実施が困難であることが挙げ

られた。以下の実装により、それらの問題を解消する。

(1) データモデルの拡張

採点に必要なJavaソースコードをコンパイルする際のルートパス、クラスファイルの出力先及び実行時のエントリポイントといった情報を表 6.2 のようなXMLとして表現し、個々のレポートの拡張データ領域に格納する。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<JavaOptionSettingDataset
xmlns="http://cse.org/JavaOptionSettingDataset.xsd">
  <Setting>
    <CompileRootPath>src</CompileRootPath>
    <OutputPath>bin</OutputPath>
    <EntryPoint>packageA.HelloWorldClass</EntryPoint>
  </Setting>
</JavaOptionSettingDataset>
```

図 6.2: Java 演習科目レポート提出用XMLデータ

(2) 学生向けWebインターフェースに対する拡張

図 6.2 のXMLを構成する各情報を入力するためのUIを学生のレポート提出画面に対するプラグインとして実装する。これによって学生はレポート提出時に自身のソースコードが採点される際に必要となる情報を入力できる。

(3) 教員用レポート採点ツールとの連携

プログラムの採点を支援するために当研究室で開発されたプログラミング採点ツール[7]と本システムをシステムが提供するWebサービスを通じて連携させる。これにより採点の円滑化と、LMSによる採点結果の一元的な管理が可能となる。また採点環境がクライアントのローカル環境に移行したことでプログラムの実行テストなどセキュリティの観点から実施が困難であった項目も実施可能となる。

6.2.2 ソフトウェア設計論

同じく2章で挙げたソフトウェア設計論に本システムを適用する。本システムの課題は補足資料として複数のファイルに関連付けることが可能であり、学生へのレポート配布はこの補足資料を用いて行う。配布処理自体はバッチ処理用のプラグインとして実装する。プラグインは授業のストレージに格納されているXMLの設定ファイルに基づき、レポートを対象となる課題の補足資料に割付け、各資料に対して対象となる学生以外の表示権限を“拒否”に設定する。これにより学生からは自分が評価するレポートのみが閲覧可能となる。配布したレポートとそれを評価する学生の組み合わせ結果はストレージにXMLとして保存される。

7. むすび

提案システムでは、対面型授業における学習のシーケンスが表現可能になり、また演習科目の特性を支援すると共に従来の演習科目専用の実装が外部に切り離され、特定の科目との依存関係が解消される。Webサービスインターフェースをシステムとして提供することで教育機関内システムとの統合が容易になる。

参考文献

- [1] 清水康孝, サイバーキャンパスとこれからの大学教育, 大学教育と情報 2003 Vol.11 No.4, 2003
- [2] “事例に見る SCORM 相互運用性向上のための応用技術 第 1.2 版”, 日本イーラーニングコンソーシアム標準化推進委員会, 2005
- [3] SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 2004, Advanced Distributed Learning Initiative, 2004
- [4] WebCT Inc. : <http://www.webct.com>
- [5] 関西大学 CEAS コミュニティページ : <http://ceascom.iecs.kansai-u.ac.jp>
- [6] 熱田智士, 松浦佐江子, “Java プログラミング演習向け課題レポート提出・管理機能を付加した授業支援システム”, FIT2004 情報科学技術レターズ, Vol.3, pp.359-362, 2004
- [7] S.Matsuura, S.Atsuma and T.Fujiwara : Programming exercise Evaluation Method using Code Review for Improvement of Programming Skill, CATE 2005, pp.89-94, 2005