

平成 21 年 4 月 1 日現在

研究種目： 基盤研究(C)

研究期間： 2006～2008

課題番号： 18500748

研究課題名(和文) Webサービスによる広域仮想学習環境に関する研究

研究課題名(英文) Cross-System Virtual Learning Environment Based on Web Service

研究代表者

史 一華 (SHI YIHUA)

西南学院大学・商学部・教授

研究者番号：90249623

研究成果の概要：

e-Learning 環境における学習意欲の持続・学習状況の把握・教員負担の軽減の三つの問題に対処するために、複数の e-Learning システム、コンテンツサーバ、学習ツールが緩やかに連携して、利用者指向・コンテンツ指向の広域的な学習環境を実現するためのフレームワークを提案し、その構造・機能・仕組みを明らかにした。また、この過程で、データベースやプログラミングなどの教育で利用できる様々な評価ツールや支援ツールを開発し、サービス化した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,200,000	0	1,200,000
2007年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	660,000	4,060,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：e-Learning、Web サービス、教育工学、広域学習環境、BBS、学習評価、自動連携、データ共有

1. 研究開始当初の背景

インターネット環境の急速な普及に伴って、e-Learning は、新しい教育手段として広く注目されている。e-Learning の発展には、コンテンツの開発、システムの構築、学習評価方法の確立、利用環境の整備など様々な側面がある。

e-Learning は新たな独立した学習方法として、生涯学習、社会人教育、バーチャル大学、企業教育などの場で、利用されるようになるには、学習者の学習意欲を持続させる仕組みや学習者の学習状況を正確に評価するための機能は不可欠である。

一方、e-Learning システムを運用する側に目を転じると、一つの e-Learning サイト（あるいはコース）での教師と利用者の数がかかなり限定されます。これまでの多くの報告からも分かるように、そこでの相互学習環境やテスト環境の構築は、関係者に大きな負担になる。この問題を解決するための重要な方策としては、組織やシステムの壁を越えてる広い範囲でのシステム機能や情報の共有が考えられる。

しかし、現行の e-Learning システムは、利用者により便利な利用環境を提供することに集中し、教材やコースウェアの制作・管理機能、様々な機能モジュール（コース設定・管理、コミュニケーション、アンケート、学習メモや学習情報管理）を独自のアーキテクチャとデータ形式によって実装されている。このため、システム間でのデータの自動交換や情報共有は困難である。

したがって、それぞれの e-Learning システムの長所を維持しつつ、その壁を越えて、幅広く連携できるシステム構築の仕組みが必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「協同学習を効率的に支援できる自学自習システムとしての次世代 e-Learning システムの構造、機能、仕組みを解明すること」である。具体的には、複数の e-Learning システム、コンテンツサーバ、学習ツールが緩やかに連携して、利用者指向・コンテンツ指向の広域的な学習環境を実現するために、どのような支援が必要か、またどのような仕組みとデータ構造で e-Learning システムを構築すべきかを明らかにする。

3. 研究の方法

Web サービスという基盤技術を使って、システムのコミュニケーション機能や評価機能をサービス化することで、複数の異種 e-Learning システム、コンテンツサーバ、学

習ツールが緩やかに連携した「広域仮想学習環境」のフレームワークを提案し、それを構成する次の4つの部分の研究と開発を行う。

(1) 自学自習の学習環境では、従来の教室での学習環境に近づくための重要なポイントは、如何に他人の知識を利用して自分の勉強を進めていくかということにある。この協同学習の視点から、現在の WEB ベースの e-Learning システムを、教員の管理・指導の少ない「自学自習の学習環境」で、如何に学習者たちの相互交流環境を提供するかを検討する。

(2) 学習者の学習状態を正確に知り、同時に学習者自身にも学習の状況を点検（自覚させる）させるためには、講義に適した評価ツールの開発や評価問題の制作支援が重要である。ここでは、我々は、自分たちが担当している「データベース」や「プログラミング基礎」などの講義で必要とする評価ツールの開発を通して、共有と連携を意識したサービス開発の方法を明らかにする。

(3) (1)や(2)で作成した様々なツールをサービス化された機能モジュールを連携させるための **Mashup** 型学習環境の構築方法を示す。また、この方法によって、研究の目的である「協同学習を効率的な支援」を有効に実現できることを明らかにする。

(4) Web サービスをベースに連携する異なるシステム間において、共有データの更新が正当に行われているかという正当性基準について、並行処理制御理論の観点から、より高い並行性を保証するための正当性基準の拡大を試みる。

4. 研究成果

既存の e-Learning システムのような問題点を解決するために、Web サービス技術を活用した新しい e-Learning システムのフレームワークとして、図 1 に示しているような次の3つの部分からなる「仮想広域学習環境」を提案している。

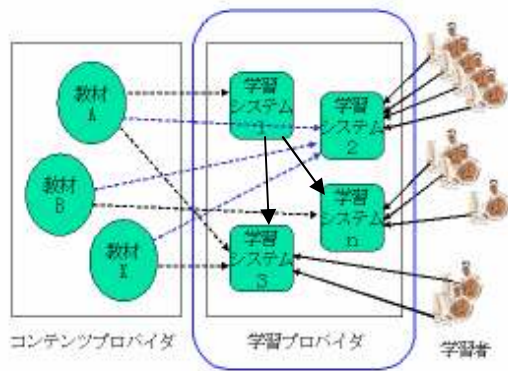


図1 広域仮想学習環境

「学習プロバイダーサーバ」:

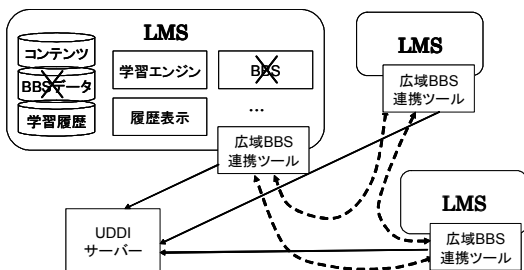
利用者の学習の入口と現場となるもので、主に利用者の認証や学習の対象となる SCORM などの標準的なコースウェアの制御、学生の進捗情報の管理などが考えられている。

「コンテンツサーバ」:

利用者は学習プロバイダーを通して、学習したい内容をコンテンツサーバから検索し、コンテンツプロバイダーと対応の学習プログラムの利用契約を交わす。その契約が成立すれば、プロバイダーはコンテンツサーバ間で教材などの自動配信や設定を行う。

「広域学習支援」:

異なる構造の複数の e-Learning システムにある様々な学習情報をあたかも一カ所にあるように見せるための機能である。各々の



e-Learning システムで情報の公開と取得のための WEB サービスおよび従来の表示モジュールの拡張によって実現される。

従来の e-Learning システムを中心の学習環境に対して、仮想広域学習環境は、教材や学習情報を中心の学習環境である。先行研究で「学習プロバイダーサーバ」と「コンテンツサーバ」について、構造的な提案などを行ったが、その具体的な実現は、標準化技術の流れに大きく依存している。その実現には時間が要する。本研究は、「広域学習支援」を中心に展開する。

(1) 学習者間のコミュニケーションへの支援環境について:

複数の大学間で機能やデータの共有実験

を行うための準備として、これまで自作をベースにした実験システムの開発をフリーで本格的な e-Learning システム Moodle へ移行した。特にこれからの実験の基礎となるシステム間の Web サービスのための API の検討を行った。

Moodle のフォーラム機能の代わりに「広域 BBS 連携ツール」を利用することで、物理的に離れている複数の BBS で行っている質問応答と討論があたかも「一つの BBS」のようを実現し、離れた複数の研究室間でデータ交換や通信などの基礎実験を行い、その振る舞いと有効性を確認した。

図2 システム間の情報共有

また、e-Learning という「孤独な」学習環境で、如何に学習者が他の学習者の存在を感じ、協力して学習できるように支援していくことが重要である。われわれは、学習者がゲーム感覚で他の学習者や先生と協調して学習して行くためのシステムを構築した。システムに蓄積されている様々な学習履歴をマイニングし、個人に最適な学習環境を提供する機能も実現した。

(2) 評価環境の構築とサービス化:

e-Learning による自学自習環境においては、如何に学習者を評価し、学習を制御するのが、学習の効果やモチベーションの維持に大きく影響する。既存のシステムは独自仕様の評価データと評価モジュールを持っているため、評価データの再利用・共同利用が殆どできない。この問題を解決するために、XML と Web サービスをベースにした新しい評価ツールの開発方法を提案するとともに、実験的な評価ツールの構築も行った。これを利用すれば、複数のシステム間で評価データや機能などの共有と連携が可能になる。

e-Learning システムで利用されている機能は、大きく「汎用機能:教材提示や Quiz 式演習など」と「専用機能:特殊な演習機能」に分けられる。前者は殆どの e-Learning システムでサポートしているが、後者については、従来のシステムの壁を越えて、他で開発されたものを容易に「借用」することが重要である。我々は、より複雑な教育活動を支援するため実験例として、データ構造やアルゴリズムやプログラミングなどのソフトウェア教育とデータベース教育に特化したモジュールを試作した。また、自然言語処理やテキストマイニングなどの技術を活用して、少ない作業で多くの「似た問題」を一斉に作成するモジュールも開発した。

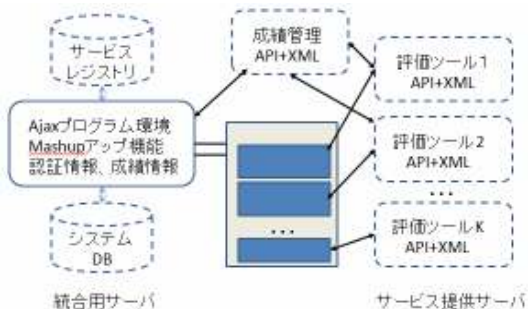
これらのモジュールは、従来の標準的な e-Learning システムでは持ち合わせていない。それが他のシステムで簡単に利用できる

ようにサービス化を行った。他人の「機能」を利用して、より完全な評価環境を容易に構築できる。

また、これらを実際の講義での利用を通して、その有効性を検証した。教員の出題労力を軽減できるだけでなく、教室のような集合教育の場での活用も期待できる。

(3) サービスの利用と統合環境：

(1)と(2)で別々に開発された「機能(=サービス)」を他のシステムからシームレスに利



用したり、一連のサービスを統合して独自のサーバを持たずにシステムを Mashup したりするためのフレームワークを検討し、図3のような異種 e-Learning システム間連携のためのその構成・プロトコル・データフォーマットなどを提案した。また、これに基づいて、これまで開発した多くのシステム：「クイズ・穴埋め・ペ어링型演習システム+類似問題生成ツール」、「教示・演習機能をもつプログラミングシミュレータ」、「SQL 演習システム」などの異なる目的・型・構造のシステムについて、相互接続するための Web サービス機能や API の拡張を行い、その動きと手順と利用者に与える影響を考察した。

この枠組を活用して広域的な連携が進めば、これまでの e-Learning の大きな障害である「教員側の負担」の軽減に有効である。従来のシステムの機能拡張が容易になり、バージョンアップなどの煩雑な作業で必要とされる高いプログラミングスキルと時間の負担が軽減できる。ネット経由でシステムの利用者（教員）が増加すれば問題の作り手が増え、そこから負担の軽減だけでなく、異なる大学の教員間の連携も促進できる。また、サーバやシステム要員を持たない小中高などの教育の現場において、e-Learning が容易に導入できるようになる。一方、学習側から見れば、複数の演習システムよりも、一つ統合した演習システムの利用がより自然で使いやすくなる。

図3 評価ツールの Mashup 環境

(4) 情報や機能の共有の正当性について：システム間での機能とデータの共有が正

確かつ効率的管理する必要がある。これはデータベース理論のトランザクションの正当性管理問題に帰着することができる。我々は従来の正当性判定基準よりも緩やかな基準を提案した。

具体的には、トランザクションの一貫性を検索に関する一貫性、更新に関する一貫性、データ関連に関する一貫性に細分し、競合等価に基づいて並行実行時にそれらの一貫性に対応する個々の隔離性の性質について検討した。一貫性を満たす部分トランザクションが存在しない通常の場合では、トランザクションの隔離性が正当性基準になるが、部分トランザクションが一貫性を満たす場合は、トランザクションの検索に関する隔離性 (xR 隔離性)、更新に関する隔離性 (W 隔離性)、部分トランザクションの隔離性 (S 隔離性) によって正当性が保証できることを示した。また、内部入力データとの関連を分析することにより、xW 隔離性を導入し、トランザクションの検索に関する隔離性 (xR 隔離性)、内部一貫性に関する隔離性 (xW 隔離性)、部分トランザクションの隔離性 (S 隔離性) によって正当性が保証できることを示した。さらに、各種の隔離性の判定方法を導入することによって、直列可能でない並行実行が正当である理由を明らかにした。

ここでの結果は、Web サービストランザクションやワークフロートランザクションなどに適用できる。また、既存の研究によって提案された各種のクラスの性質の分析、データ従属性に基づくトランザクションの設計法の検討にも応用できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① 徐海燕、古川哲也、史一華：一貫性と隔離性の細分による並行実行の正当性の検証、情報処理学会論文誌データベース Vol. 2 No. 1 22-32 (2009). 査読有
- ② 史一華、徐海燕：多様な演習システムのサービス化と統合、電子情報通信学会信学技報 Vol.108 No.470 pp.1-6 (2009). 査読無
- ③ 徐海燕、古川哲也、史一華：隔離性の分割による正当なスケジュールの検討、日本データベース学会 Letters, Vol.6, No.3 pp.21-24 (2007). 査読有
- ④ 史一華、徐海燕：プログラミング教育のための可視化ツールの開発、電子情報通信学会信学技報 Vol.107, No.205, pp.11~16(2007). 査読無
- ⑤ 史一華、徐海燕：e ラーニングにおける

学習評価ツールの試作、電子情報通信学会信学技報 Vol.106、No.583、pp.53-58 (2007). 査読無

- ⑥ 徐海燕、古川哲也、史一華：ワークフローの特徴に基づくトランザクションの正当性、データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム DBWeb2006 pp.297-304 (2006). 査読有

[学会発表] (計 6 件)

- ① 内田英喜、森本順一、史一華、徐海燕：SQL 演習問題自動出題演習システムの開発、火の国情報シンポジウム、C-2-1 (2009).
- ② 筒井亮太、木本博己、松崎大祐、徐海燕、史一華：Web モール実験システムの開発と実践、火の国情報シンポジウム、B-4-4 (2009).
- ③ 持田祐介、高木智美、徐海燕、史一華：シラバスデータの XML 化とその検証について、情報処理学会 火の国情報シンポジウム、B-3-2 (2008) .
- ④ 直江弘次、徐海燕、史一華：学習履歴マイニングによる学習支援手法について、火の国情報シンポジウム 2007, B-8-2 (2007).
- ⑤ 牛島 正規, 高木 智美, 徐 海燕：Moodle における学習支援機能の開発、火の国情報シンポジウム、C-4-3 (2007).
- ⑥ 徐海燕、古川哲也、史一華：一貫性に基づく複合 Web サービスのトランザクション管理、火の国情報シンポジウム 2006 C-9-1 (2006).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

史 一華 (SHI YIHUA)

西南学院大学・商学部・教授

研究者番号：90249623

(2) 研究分担者

徐 海燕 (XU HAIYAN)

福岡工業大学・情報工学部・教授

研究者番号：80226373

(3) 連携研究者

なし