

e ラーニング総合支援システムの構築・統合に関する研究

学位論文内容の要旨

情報通信技術の進歩が教育領域にも及んだことによって、世界各国でパソコンやインターネットなどの情報機器・通信環境を有効に利用した e ラーニング支援システムの構築が進み、様々な実践的・実証的な研究が展開されている。本論文は、融合型 e ラーニング総合支援システムの構築法や、それを利用したの効率的な教育支援システムの開発と実証に関するものである。

本論文は 7 章で構成した。第 1 章は序論であり、各国の e ラーニングの現状調査と、e ラーニング階層モデルに言及し、支援システムを独立の「支援層」として研究する考え方を述べている。さらに、学習者の理解度を高め、かつ学習意欲を向上させる化身話（Avatar Language）を SVG によるアニメーションで表現し、XML データベースサーチエンジン、自動出題・採点、自動回答、自動デジタル教材作成など複数システムにおいて、知能化身を応用することが可能な点を明らかにした。問題解決のためには、マルチエージェントシステムをベースとした知能エージェント「マルチ化身」の機能を生かして、e ラーニング支援システムの各モジュールとの融合を行い、応用を検討している。特に、XML データベースが不定長・不定個数のデータ項目変更という教育データベースに対する潜在的な要求に柔軟に対応できる点に着目し、教育コンテンツを XML 化することによって、プラットフォームに依存せず Cross-Platform の総合 e ラーニング支援環境が形成できる点を述べている。

第 2 章では、教育資源の散在性と異質性に基づき、教育資源の共有を目的とする異質データベース集積モデル（五つ層からなる）の研究成果を述べている。モデルの応用として、中国・東北師範大学（NENU）の「科目選択システム」を改善し、実証実験を行った。このモデルでは、各モジュールが独立し、円滑なインターフェースを持つため、他の教育応用への移植、機能改善なども容易である。ユビキタスコンピューター（ユビコン）基板を導入することで、このシステムの機能をさらに充実させ、広域に渡る教育情報の収集・管理を可能している。

第 3 章では、テスト・採点システムの構築と評価などについて述べている。コ

ンピューター利用のテスト（客観テスト方式）と採点システムの構築・実践などは現在、多種存在している。本論文では、担当教師が問題の種類（選択式、空欄埋め式、記述式など）と「ウエート（Weight）」を指定することで、問題データベースから、自動的に各種の問題をランダム抽出し、組み合わせ、複数組の電子式答案用紙を生成できる「自動出題」システムを提案した。ここで、ペーパーテストの記述式問題（主観テスト方式）に対して、準自動採点システムを構築し、運用と評価を行った。システムのコスト分析と採点を行った教師のアンケートによりシステムの有効性を明らかにした。このシステムの応用を目指し、ユビコン基板による遠隔地の採点監視、解答用紙の電子化処理なども試みた。

第4章では、全てのデータベースをXMLで記述した質問回答システムの構築・運用について述べている。ペトリネットを導入することで、「質問衝突」を解決し、メール、掲示板、専用システムを有機的に融合させ、総合的な質問・回答システムを構築した。さらに、担当教師からの回答をデータベースに書き込み、この抽出、学習者への提示などにおいては、マルチ化身の知能エージェント性を利用した。

第5章では、紙教材の電子化処理、デジタル教材の作成方法、特にXMLベースの教材作成フレームワークなどについて実証と検討を行った。既存の紙教材の電子化により、ネットワーク環境で再利用できる方法を論じるとともに、今後のシステム開発と各教育コンテンツの共有などを十分に考えて、XMLによりデジタル教材のフレームワークを検証した。担当教師と利用者のアンケートにより有効性を肯定するとともに、エディタの改良、実行速度の向上、操作インターフェースの簡素化などの改善が必要であることも明らかにした。

第6章では、教育コンテンツを広い範囲で共有するため、安全性、違法コピー防止、電子教材著作権保護などについてのeラーニングセキュリティを検討した。ホモモルフィックシステムによるフレネル変換図形埋め込み電子透かし法を提案し、その有効性についてユビコンカメラで撮影した画像を利用して検証すると共に、PSNRにより定量的な有効性の検証を試みている。

第7章では、本研究の全体的なまとめと今後の研究課題について論じた。

以上、融合型総合eラーニング支援としての各種システムの構築法と実践例、実証実験による有効性の評価を行っている。その結果、本論文で述べた各プロトタイプシステムを改善・改良することにより、より使いやすく、実用性の高いeラーニングシステムの実現が期待できるとの結論を得ている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 青 木 由 直

副 査 教 授 北 島 秀 夫

副 査 教 授 荒 木 健 治

学 位 論 文 題 名

e ラーニング総合支援システムの構築・統合に関する研究

パソコンやインターネットなどを有効に利用した e ラーニング支援システムの開発が世界的に進んでいる状況において、本論文では融合型 e ラーニング総合支援システムの構築法やそれを利用して教育を効率よく支援するためのシステムの開発と実証に関する研究を行っている。

本論文は7章で構成され、第1章は序論であり、各国の e ラーニングの現状調査と、e ラーニング階層モデルに言及し、支援システムを独立の「支援層」として研究する考え方を述べている。第2章では、教育資源の散在性と異質性を考慮して、教育資源の共有を目的とする異質データベース集積モデル（五層から構成される）の研究成果を述べている。第3章では、テスト・採点システムの構築と評価などについて述べており、準自動採点システムを構築し、運用と評価を行ない提案システムの有効性を明らかにしている。

第4章では、全てのデータベースをXMLで記述した質問回答システムの構築・運用について述べている。第5章では、紙教材の電子化処理、デジタル教材の作成方法、特にXMLベースの教材作成フレームワークなどの実証と討論を行ない知見を得ている。第6章では、教育コンテンツを広い範囲で共有するため、安全性、違法コピー防止、電子教材著作権保護のために電子透かし法の利用を提案し、その有効性をユビコン（ユビキタスコンピュータ）監視カメラを利用して検証している。第7章では、本研究の全体的なまとめと今後の研究課題について論じている。

本論文の要点は以下のようにまとめることができる。

（1）学習者の理解度を高め、かつ学習意欲を向上させる化身話（Avatar Language）をSVGによるアニメーションで表現し、XMLデータベースサーチエンジン、自動出題・採点、自動解答、自動デジタル教材作成などの複数の知能化身による参加が可能な点を考察している。このモデルでは、各モジュールが独立し、円滑なインターフェースを持つため、他の教育応用への移植、機能改善なども容易である点を明らかにしている。将来のユビコンの導入を視野に入れて、ユビコン利用システムの機能充実や、広域に渡る教育情報の収集・管理の可能性を論じている。

(2) eラーニング総合支援システムに関する一つのモデルを提案し、中国・東北師範大学(NENU)の「科目選択システム」を改善し、モデルの実証実験を行っている。このモデルでは、各モジュールが独立し、円滑なインターフェースを持つため、他の教育応用への移植、機能改善なども容易である点を明らかにしている。さらに、システムを利用する教師が問題の種類(記述式、空欄埋め式、記述式など)と「ウエイト(Weight)」を指定することで、問題データベースから、自動的に各種の問題をランダム抽出し、組み合わせ、複数組の電子式答案用紙を生成できる「自動出題」システムを提案し、紙試験の記述式問題(主観テスト方式)に対して、準自動採点システムを構築し、運用と評価を行っている。

(3)、既存の紙教材の電子化によるネットワーク環境で再利用を論じ、今後のシステム開発と各教育コンテンツの共有などを考慮して、XMLによりデジタル教材のフレームワークを検証している。その際、担当教師と利用者のアンケートにより有効性を確認しながら、エディタの改良、実行速度の向上、操作インターフェースの簡素化などの改善が必要について知見を得ている。担当教官からの回答をデータベースに書き込み、抽出、学習者への提示などは、マルチ化身の知能エージェント性を利用して、その有効性を示している。また、ペトリネットを導入することで、「質問衝突」を解決し、メール、掲示板、専用システムを有機的に融合させ、総合的な質問・回答システムが構築できことを実証している。

(4) 遠隔地の採点監視、解答用紙の電子化処理などに関する利用面から、eラーニングセキュリティを論じ、そのひとつの方法として、ホモモルフィックシステムによるフレネル変換図形埋め込み電子透かし法を提案している。その有効性をユビコン監視カメラを利用して検証し、PSNRにより定量的な有効性検証を試みて将来の利用に関する知見を得ている。

これを要するに、著者はeラーニング総合支援システムに関する新しい提案と実証実験を行っており、コンピュータやネットワーク利用による教育の分野において新知見を得ており、情報メディア工学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。