

# 博士論文審査報告書

## 論文題目

大学での ICT 利用教育における支援ツールの開発に関する研究  
～環境分野での活用と展開に向けて～

Research on the development of support tools for ICT use in university education

- For application and deployment in the environment course -

申請者

井原

雄人

Yuto

IHARA

2013年 2月

近年のわが国における少子化の急速な進行は、様々な分野へ影響を与えている。大学教育においても2007年度以降、入学希望者総数が入学定員総数を下回るいわゆる大学全入時代が到来し、大学教育の質の低下が問題となっている。この傾向は、私立大学において特に顕著であり、2011年度には、62%の私立大学において定員割れの学部があり、募集停止や廃校といった措置をとる大学まで生じる状況となっている。

これに対して、内閣府が主導する形で設置された「教育再生会議」やその後継組織である「教育再生懇談会」において、大学・大学院の抜本的な改革として、大学全入時代の大学の在り方について検討されてきた。そのなかの指針として、ハードウェアからのアプローチとして授業環境の改善、ソフトウェアからのアプローチとして教育サービスの向上が示されている。また、これらを具現化するための取り組みとして、本研究で取り上げる ICT を利用した教育の推進が求められており、具体的には、デジタルメディア教材を利用した自己学習や、e-learning による遠隔講義、LMS 導入による効率的な授業運営などが挙げられている。また、早稲田大学でも「Waseda Vision 150」の策定方針の中で、ICT の教育への利用が検討されており、その具体的な利用方法として、教育内容の公開と対話型教育への移行が挙げられており、積極的な ICT 利用教育の導入による、コミュニケーション性の確保による教育効果の向上が企図されている。

これらを背景として、本論文では、ICT 利用教育の現状を整理することで、その事例データベースを構築するとともに分析と課題の抽出を行っている。また、ソフトウェアの観点から効率的で精度の高い情報検索アルゴリズムの提案や多様なネットワークに対応した動画圧縮およびデータ伝送方法の開発を行い、さらにハードウェアの観点からネットワーク未発達地域に対応したデータ伝送の提案ならびに VR を用いた体感型教育支援システムの開発を行うことで、教育効果の向上に寄与することを目的としている。具体的な対象として、環境分野を取り上げている。

本論文は、6章で構成されている。

第1章は序章であり、研究の背景や目的を述べている。ICT 利用教育の既往の研究や取り組みを調査・分析し、今後の具備すべき機能や課題を抽出している。

第2章では、ICT 利用教育の取り組み事例の体系的な整理を行い、そのデータベース(以下、DB)を構築するとともに、分析を通して今後の ICT 利用教育の方向性を明らかにしている。

この DB では、「講義概要」「実施対象」「利用ツール」の3つの項目に対して、43個の属性を持たせることで広範な情報を収録し、教授者が事例を参考に活用する際に、さまざまな情報を抽出できるものとなっている。ここでは、独立行政法人メディア教育センターらの事例に加えて、遠隔教育センターなどの専門組織を有する大学・大学院の事例を合わせて474件を対象としている。

この DB を分析した結果では、実施されている講義内容の分類として「授業支援」に属するものが51%を占めていることや ICT 利用教育に用いられている機器およびソフトウェアについては、LMS(Learning Management System)などの教育環境の整備に加えて、SNS(Social Network System)を利用したコミュニケーション性の確保が重要視されてきていること、また遠隔講義に用いられるネットワークインフラおよび双方向性確保の手法においても、教授者と学習者がリアルタイムで通信を行うことができる双方向性の確保が重要となってきていることなどを明らかにしている。

第3章では、自己学習時に利用される情報検索において、効率的かつ高精度に検索可能なアルゴリズムの開発を行うとともに、その有効性を検証している。

インターネット上の情報量は年々増加しており、一般的なポータルサイトなどによる情報検索では、必要な情報を効率的に得ることの困難性は増してきている。こうした状況に対処するため本章では、大学教育などの場面で必要とされる専門用語を中心とした情報検索において効果的なアルゴリズムを開発することで、自己学習の効率化を図っている。

まず、検索精度を向上させるために、検索対象となる文章に対して、Suffix Tree Clustering Algorithm を適用することによる全文検索を実施し、関連キーワードの抽出を行う。次に、抽出された関連キーワードを事前分布としてベイジアン予測に適用し、さらにベイズ定理での尤度による関連度の判定を加えて、その結果を事後確率として関連度の重み付けをすることで、関連性の高いものを優先的に抽出することを可能としている。さらに、これらの過程に対して、キーワードの有無を事前選別するランダム選択アルゴリズムを導入することで、アルゴリズム自体の高速化を行い、効率化と精度向上の両立を図っている。

開発されたアルゴリズムでは従来の検索手法と比べて、文章中に関連キーワードが含まれる場合は 46%、含まれない場合には 18%の検索速度の向上が図られ、キーワードの有無の事前選別することで、さらに 25%の検索速度の向上が図れることを実証している。また、自然語より専門用語を優先的に関連キーワードとして抽出することにより、検索結果における非選択率を 20.8%から 9.2%までに向上させ得ることを明らかにしている。

さらに大学教育における自己学習時の活用方法として、「国際環境法」をキーワードの例として適用をした結果、教材となる文章のテキスト分析により抽出される上位20語に対して、本アルゴリズムの検索結果では14語が合致し、関連キーワードの抽出で高い相関性があることが分かり、有効な検索手法であることを実証している。

第4章では、多様なネットワーク環境に対応した遠隔講義で必要となる効率的な動画圧縮手法と効果的なデータ伝送方法を開発するとともに、その有効性の検証を行っている。

現在の遠隔講義に用いられている動画送配信では、低圧縮・高精細のものが主流となっているが、国内のブロードバンド普及率は未だ 60%程度であり、過疎地や離島といった本来遠隔講義の必要性が高い、ネットワーク未発達地域への送配信には最適化されていない。また、環境・エネルギー研究科の教育理念に掲げられている「現場・現実・現物主義での実践」のように環境分野における教育においては、教室内での座学教育だけでなく、実際の現場での演習が重要となっており、遠隔講義の必要性は高い。

まず、低・中帯域でも比較的画質が良く伝送できる動画圧縮手法として、XVD と On2VP6 の両形式の開発を行い、実際にユーザーが体感する知覚画質を既存の動画圧縮手法と比較している。その結果では、256-640kbps の低帯域では XVD 形式、768-1024kbps の中帯域では On2VP6 形式の有効なことを確認している。

また、ネットワークインフラが整っていない地域内でのデータ伝送手法として、面的な電波強度を測定し、最適アンテナ配置をすることで、無線 LAN を用いたデータ伝送を行う際の指向性を確保する手法の構築を行っている。加えて、地形遮断などにより無線 LAN が有効でない地域におけるデータ伝送手法として、PoE (Power over Ethernet) を利用した電力搬送による有線 LAN ネットワークも検討し、長距離伝送に優れた単線ケーブル4本と電力によるノイズに対して低減効果の高い撚線ケーブル4本をシールド化した混合 PoE ケーブルを製作することで、従来の撚線のみケーブルと比較して 16%の速度改善効果が得られることを実証している。

さらに、この成果を用いて、廃棄物不法投棄の現場となった瀬戸内海の離島である香川県豊島からの遠隔講義の実証試験を行い、ネットワークインフラおよび電源が存在しない 500m 圏内からの遠隔講義システムを構築して、その有効性を確認している。

第5章では、大学での実習・実験での安全教育を例に、VRを用いた体感教育による授業支援手法の開発を行い、その有効性を検証している。

従来の大学での安全教育は、マニュアルやウェブサイトの整備といった情報配信ならびに講習会による座学教育などが中心であり、教育効果の高い現場での体感型教育は、時間・場所の制約が大きいため頻繁に行うことが困難であった。また、VRを用いた教育手法は、ICT 利用教育の中でも、今後有望な技術として注目を集めており、これらを組み合わせたVRを用いた体感型安全教育支援システムの開発の意義は高い。

これまでの VR を利用した教育コンテンツは、専用の大型機器が必要あり、高コストであったのに対して体感型安全教育支援システムは、汎用的な PC 上で動作可能な VR プラットフォームで3D コンテンツを作成する安価で簡便なシステムとなっている。映像や音声による視覚および聴覚からの情報に加えて、体感グローブや反力デバイスを用いることで、熱や振動といった触覚による情報を再現している。また、教育コンテンツの作成時においても、XML によるシナリオマネージャーを導入することで、新たな教育コンテンツを容易に作成にすることのできるシステムを開発している。

実証試験での被験者アンケートでは、体感効果および教育効果においてユーザーから高い評価が得られており、また心拍数・脈拍を用いた定量評価では、体感反応を受けた際の心拍数の増加と拍動の減少によって本システムの有効性を確認している。

第6章は、本論文のまとめとして本研究で得られた成果を要約するとともに、今後の研究の展望について述べている。

本論文では、大学におけるICT 利用教育での事例データベースを構築するとともに、その分析から今後の方向性を示し、それを基に関連の手法や技術・機器等の開発を行っている。まず、学生の自学自習の際に有効なインターネットの情報検索において効率的なアルゴリズムを開発し、その有効性を検証している。さらに多用なネットワーク環境に対処する動画圧縮とその伝送技術の向上を図り、遠隔授業の適用範囲の拡大・効率化を可能としている。また、新たな体感型 VR 手法による安全教育システムを構築し、その有用なことを実証している。

以上、要するに本論文は環境分野を例に大学での新たな ICT 利用教育システムを提案・構築し、その実証を通じて有用性を明らかにしたものであり、今後の大学教育の拡大や質の向上にとって意義深いものである。よって、博士(学術)の学位論文として価値あるものと認める。

2013年2月

(主査)早稲田大学教授

永田 勝也

早稲田大学教授

友成 真一

早稲田大学准教授

博士(工学) 早稲田大学

小野田 弘士