

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 1 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008 年度～2011 年度

課題番号：20240069

研究課題名（和文）社会的ネットワーク指向の次世代 e-Learning 基盤の開発

研究課題名（英文）Development of Next Generation e-Learning System based on Social Networking Architecture

研究代表者

岡本敏雄（OKAMOTO TOSHIO）

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授

研究者番号：60125094

研究成果の概要（和文）：

本研究は、SNS技術動向も踏まえ、次世代のe-Learningのコンセプトを理論的・技術的に再検討し、次世代型のe-Learning基盤の開発を行った。次世代e-Learning基盤としてはSNSをベースにした学習管理システムを開発し下記に示すような学習支援機能を開発した。

- 1 学習者モデルから興味・関心を推測し、個々人に最適な学習コンテンツおよびコミュニティ、ユーザの推薦を行う機能の開発を行った。
2. 学習者の状態を表現するための学習者モデル、グループ活動モデルを設計した。
3. ソーシャルブックマークを利用して学習者およびコミュニティが持つ知識を推測する機能を新たに開発した。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we develop a prototype of the new e-Learning system and propose new learner model and group learner model. We develop the following functions that help learners in our learning environment. (1) We develop a recommendation function that can recommend suitable contents and learners based on a learner model and group learner model. (2) The learner modeling module generates the learner model based on learner's activity history in the system. (3) We propose supporting information search on Web based the knowledge model, and a mutually supportive learning environment to achieve knowledge building in the learning community by using social bookmarking.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	6,700,000	2,010,000	8,710,000
2009 年度	9,600,000	2,880,000	12,480,000
2010 年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
2011 年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
総計	30,700,000	9,210,000	39,910,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：e-ラーニング, 協調学習支援, 推薦システム, 知的学習支援, 学習者モデル

1. 研究開始当初の背景

社会的ネットワーク技術の発展によって、e-learning の枠組みが広がり、グループワーク等を伴った多様な学習形態、運用形

態が見られるようになっている。そこでは問題解決・知識構築の支援を目指したものが見られる。単純に従来の e-Learning の問題点を列挙すると、

- コンテンツベースの受動的学習である。
- 学習意欲の持続性が低い
- 学習自体が単線的であり、概念形成、知識構築を支援する機能が低い
- 学習者の学習理解状態のモデリングが弱い(適切かつタイミングにあったメンタリング機能が弱い)
- 学習者間の相互作用を促進する機能が弱い

といった事項が指摘されてきた。そのような問題がある中で、近年の学習支援の研究においては次のような環境の変化が注目されている。

(1)インターネット環境の変化(参加型のアーキテクチャへの移行)

インターネット環境は情報をユーザが受信するだけのものから、近年は blog, wiki, SNS などのツールに代表されるようにユーザが情報を発信する参加型のアーキテクチャへと移行している。これにより「集合知の利用」が活発になっている。

(2)e-Learning の変化

e-Learning は従来、教える側と教えられる側の明確な役割があった。新しい e-Learning では、ユーザが教える側にもなり、教えられる側にもなりうる参加型のアーキテクチャが望まれる。例えば、学習者が教わったことを活用した結果や、それを改善した方法などを発信することにより、他の学習者に教える側に回ることができる。

このような変化を踏まえつつ、個別学習の重要性を保持しつつ、次世代社会的学習の適応した仕組みの e-Learning システムが望まれている。

2. 研究の目的

本研究は、SNS (社会的ネットワーク・サービス) の動向も踏まえ、2010年代以降の e-Learning のコンセプト、技術開発可能性、新しい学習形態、各種教育資源の相互運用・流通の仕組みを理論的・技術的に再検討し、プロトタイプ的システム開発を目的とするものである。

(1)次世代 eLearning 基盤の設計・開発

従来の e-Learning 環境における問題点を整理した上でソーシャルメディアの特徴を生かした次世代の e-Learning システムの基盤となるシステムを開発する。

(2)学習者モデル・グループ活動モデルの構築 学習コミュニティ形成機能の開発

想定されている学習環境において、学習者が活動を行う過程で生じる学習者パフォーマンス情報について整理する。それを基に本

システム上で学習者の状態を表現するための学習者モデルを設計する。また、本システムにおけるグループによる学習環境を考慮した上で、同様にグループ活動モデルを設計する。

(3)コンテンツおよびコミュニティ推薦機能の開発

同じ目的や興味関心が近いユーザが参加して形成されるコミュニティにおいて、学習者モデルやグループ活動モデルを基にして学習者に最適なコンテンツや他のコミュニティを推薦する機能を開発する。

(4)適応的なコース/コンテンツ系列化機能の開発

学習者モデルやグループ活動モデルを基にして学習者に最適な学習系列を生成する機能を開発する。

3. 研究の方法

e-Learning 2.0 の基盤となる参加型の学習環境として Social Networking Service(以下, SNS)を応用した SNS 型学習管理システムを構築する。教授者や学習者が情報を発信することで学習環境の価値が高まるような学習環境を「参加型学習環境」と呼ぶ。参加型学習環境における学習は、学習者がシステムの内外で獲得した知識を学習記事として発信すること(知識の外化)で開始される。発信された情報は基本的に環境内の全てのユーザに公開されるため、学習者は他の学習者が発信した情報や、自分が発信した情報に対する意見を取得することができる。そうして得られた情報によって知識の再構築を行い、再び知識を外化することで学習活動が循環する。SNS 型学習管理システムは、“SNS の特徴的な機能を持つ学習管理システム

(Learning Management System, LMS)”と定義できる。本システムでも一般的な SNS が持つプロフィール公開機能、日記公開機能、コミュニティ形成機能を用意している。さらに、一般的な LMS が提供するユーザ管理、教材管理、学習履歴管理の機能を有している。SNS 型学習管理システムにおける学習活動について図 1 を用いて説明する。まず、あるユーザが学習コースを作成すると、その学習コースに関する学習コミュニティが形成される。このとき、コース作成者はこの学習コースの教授者となる。他のユーザはその学習コースのコミュニティに参加することにより、学習者となる。学習者は学習コース内のコンテンツを学習して知識を獲得する。次に、教授者から課題などが与えられると、学習者はエントリを作成することによって学習成果の投稿(知識の外化)を行う。投稿されたエン

トリには、他の学習者や教授者からコメントが投稿されたり、評価が与えられたりする。エントリ作成者がコメントに対して返信を投稿する場合もある。このように学習者間、学習者・教授者間でコミュニケーションを行なうことによって、エントリ作成者や他の学習者は知識を再構築することが期待される。本システムでは、あるエントリとそのエントリに対して投稿された一連のコメントをまとめて「サブコンテンツ」として管理している。ユーザの貢献によって作られたサブコンテンツは、コース作成者のコンテンツとともにシステム内のデータベースに蓄積されている。これらはすべて他の学習者が知識を獲得したり、再構築したりするための教材として活用される。このように本システムでは知識の獲得、知識の外化、知識の再構築のサイクルで学習が行われ、多くのユーザが学習を行うにつれてコンテンツやサブコンテンツが増えるので、学習環境全体の価値が高まっていく。

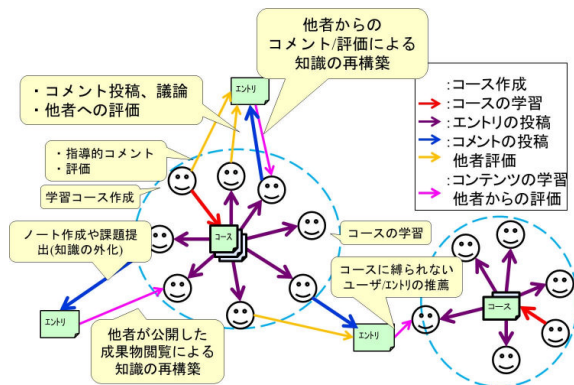


図1 SNS型学習管理システムを用いた学習

コンテンツおよびユーザが増えることで、ユーザが望むコンテンツやユーザが見つかる可能性は高まるが、各ユーザが自分にとって価値のあるコンテンツやユーザを探すことは手間がかかる。一般的なSNSでは、キーワード検索によりコミュニティや日記、ユーザプロフィールの検索機能が提供されているものの、あくまでも自らが検索キーワードを入力して探さなくてはならないし、見つけたコンテンツやユーザが最適なものかどうかは実際に閲覧して確認しなければならない。そこで本システムでは、サブコンテンツとユーザの推薦機能を提案し、効率的に最適なコンテンツおよびユーザを発見する支援を行う。

4. 研究成果

(1) 学習者モデル・グループ活動モデルの構築 学習コミュニティ形成機能の開発

学習者モデルは、その学習者の投稿したエントリの内容を考慮し、学習者がどのような概念に興味を持って学習しているかを示す

モデルである。これは、学習資源特徴ベクトルと同様に重要語を構成要素とするベクトルで表現される。重要語データベースに w_1, w_2, \dots, w_m の m 個の重要語が存在するとき、学習者 i の学習者モデル L_i は $\{l_1, l_2, \dots, l_m\}$ と表現され、各要素の値 l_j ($j=1 \dots m$) は、次のようにして決められる。

- (i) 学習者 i の全投稿エントリをひとつの文書 d_{learner} とした場合の各重要語 w_j の $\text{tf-idf}(w_j, d_{\text{learner}})$ 値を求める。
- (ii) $\text{tf-idf}(w_j, d_{\text{learner}}) \geq \text{tf-idf}(w_j, S_{\text{all}})$ ならば $l_j = \text{tf-idf}(w_j, d_{\text{learner}})$, そうでなければ $l_j = 0$ とする。

学習資源特徴ベクトルにおける重要語 w_j の tf-idf 値は、システム内の全学習資源 S_{all} の中で w_j がどのくらい特徴的な語句であるのかを示している。また、学習者モデルにおける重要語 w_j の tf-idf 値は、その学習者の投稿エントリの中で w_j がどのくらい特徴的な語句であるのかを示している。つまり学習資源特徴ベクトルと個々の学習者モデルの特徴量を比較することによって、その学習者の興味や関心を測ることができる。本システムでは、学習者モデル間の類似度をコサイン類似度によって求め、類似している学習者を推薦する。これによって、システム内で興味・関心が類似している学習者を推薦することが可能となる。

(2) コンテンツおよびコミュニティ推薦機能の開発

学習者が個々のテーマや目的に基づいてWeb上で「検索」、「閲覧」、「分類・整理」を繰り返す探究型の学習サイクルを前提としている。このような学習活動におけるソーシャルブックマークを活用した学習支援システムを開発した。そこでは、知識構造を推定することによって、個々の学習者に適応した情報および他学習者のレコメンデーションによる学習支援を行うことを目的とした。本研究では、学習コミュニティにおける知識構造の推定に基づく領域知識や知識構築の方略を学習者間で評価する機能を組み込むことによって、学習者およびコミュニティの知識構造の形成を支援することを目的とする。本システムでは、学習者が必要とするWebページを探すことを容易にするだけでなく、他の学習者が探究した履歴から新たな知識の発見を促進するために、以下のWebページのレコメンデーション、さらに学習者の特性に基づく2つのレコメンデーションによる支援を行う。

1. コンテンツのレコメンデーション
学習者および学習コミュニティの知識構造をオーバーレイすることによって学習者が未獲得の知識を推定し、これに基づいてWeb

ページを推薦する。

2. コミュニティのレコメンデーション

ある知識領域において希少な知識を獲得している学習者のことをエキスパートと呼ぶ。本システムでは、このエキスパート検索機能を実装することによって、検索キー(タグ)に関して余人が知らないような情報を持っている学習者を発見することを可能にする。また、対象となる学習者と類似した知識構造を持つ学習者をフレンドと呼ぶ。本システムでは、学習者個々の専用ページでお勧めフレンドを提示する。これによって、類似した学習者の知識構造との比較による気づきを促す。レコメンデーションの基準として独自のページランク、エキスパートランク、およびフレンドランクを算出し、ランクの高いものを一覧の上位から整列して提示することによってそれぞれの推薦を行う。

(3)適応的なコース/コンテンツ系列化機能の開発

コンテンツ作成者は、対象とする学習者集団を想定し、学習目標、学習内容、学習方略を組み立て、コンテンツを構成する。つまり、コンテンツ構成には、コンテンツ作成者の意図が含まれている。構成されたコンテンツは、実施、分析、評価され、新たな知見が見出される。この知見に基づき、より効果的なコンテンツへと改善されている。本研究では、この一連のプロセスを通して、コンテンツ構成法を検討する。特に、分析と評価のプロセスに重きを置き、定性的分析手法を提案した。一般に情報技術系分野において、物事の構造や機能、振る舞いを説明するために、コンテンツでは図や表が多く用いられている。本研究では、フレーム(コンテンツの一画面)で用いられている図(表も図の一部として含む)、文章(テキスト)、音声(ナレーション)、動画を用いた e-Learning コンテンツの分析法と構成法を探究した。各々の表象手段の意味的関係性を明らかにし、シナジー効果を高めることを追究した。さらに、学習者からみた理解のしやすさの展開と、内容展開を踏まえたフレーム間の繋がり度合を評価するためのコンテンツ特徴抽出法を提案した。これらを用いて学習者に最適なコンテンツの系列を求めることが可能となる。

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 28 件)

① 永田奈央美, 岡本敏雄: 音声付加による意味的関係性理解のメカニズムとシナジー効果—e-Learning コンテンツの構成を対象として—, 教育システム情報学会論文誌, Vol.27 No.

3, 2144-253, 2010.(査読有)

② 仲林 清, 森本容介, 拡張性を有する適応型自己学習支援システムのためのオブジェクト指向アーキテクチャの設計と実装, 教育システム情報学会誌,29(2), 2012(採録決定)

③ Tomoko KOJIRI, Yuki WATANABE and Toyohide WATANABE: "Selecting English Multiple-Choice Cloze Questions Based on Difficulty-Based Features", Proc. of International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT 2011), SIST 10, pp.577-587, Springer (2011年7月) (査読あり)

④ Tomoko KOJIRI, Yuki WATANABE and Toyohide WATANABE: "Stepwise Selection of English Multiple-choice Cloze Questions Based on Difficulty-based Features for Keeping Motivation", Workshop Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, pp.386-390 (2011年11月) (査読あり)

⑤ 山内弘一, 不破泰: 留学生支援と交流活性化に特化したインフォーマル情報を利活用する SNS の構築, 教育システム情報学会誌, 28(1):80-93 2011(査読有)

⑥ Takuya GOTO, Tomoko KOJIRI, Toyohide WATANABE, Tomoharu IWATA and Takeshi YAMADA: "Automatic Generation System of Multiple-Choice Cloze Questions and its Evaluation", International Journal on Knowledge Management & E-Learning, Vol.2, No.3, 210-224, 2010(査読有).

⑦ 榮智徳・香山瑞恵・伊東一典: 職業能力開発施設向け ETSS 準拠組込み技術者教育訓練プログラムの開発と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.12,2250-2260 (2010) (査読有).

⑧ Hai Zhang, Takanori Maesako: A Framework of Learner Development Ecosystem for Designing a Ubiquitous Educational Informational Infrastructure, Informational Infrastructure Journal of Software, Vol.4, 124-131,2009(査読有)

⑨ ソムマン・ポクポン, 植野真臣: e テスティングにおける得点・時間予測システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.91, No.9, 2225-2235,

- 2009(査読有)
- ⑩ 万欣、安間文彦、二宮利江、岡本敏雄：グループ学習支援のためのCollabo-eNote システムの開発，教育システム情報学会誌，Vol.25，No.2，151-161，2008(査読有)

[学会発表] (計 41 件)

- ① Nakabayashi, K., Morimoto, Aoki, K., Applying an Extensible Learning Support System to Collaborative Learning Environments, Workshop on Open Technology, Open Standards and Open Knowledge in Advanced Learning, Workshop Proceedings of 19th Intentional Conference on Computers in Education, 2011/11/28, Chiang Mai, Thailand
- ② 香山瑞恵, 伊東一典, 浅沼和志, 橋本昌己, 大谷真：歌唱評価のための指導者知識に基づく合唱学習支援, 第 21 回人工知能学会全国大会講演論文集, pp.3D2-OS8-6-1・3D2-OS8-6-4 (2011).
- ③ 永田奈央美, 岡本敏雄, e-Learning コンテンツの構成法-図, 文章, 音声, 動画の表象手段を中心として-, 教育システム情報学会全国大会, 2010 年 8 月 27 日, 北海道大学
- ④ 安間文彦, 岡本敏雄: SNS 型学習支援システムを用いた知識共有支援, 教育システム情報学会全国大会, 2010 年 8 月 26 日, 北海道大学
- ⑤ Toshio Okamoto, Fumihiko Anma, Naomi Nagata, Mizue Kayama: The Organizational Knowledge Circulated Management on e-Learning Practices in Universities - Through the Case Study in UEC, 2nd International Workshop on Social and Personal Computing for Web-Supported Learning Communities (SPeL 2009), 2009 年 9 月 15 日, イタリア・ミラノ
- ⑥ 安間文彦, 永井暁人, 岡本敏雄: 学習者間の相互作用の促進を目的とした参加型学習支援システム, 教育システム情報学会研究会, 長崎大学, 2009 年 3 月 14 日
- ⑦ 仲林 清, 森本容介, 葉田善章: 拡張性を有する学習支援システムのためのオブジェクト指向アーキテクチャの提案, 教育システム情報学会研究会, 長崎大学, 2009 年 3 月 14 日
- ⑧ A.Kashihara, K. Sawazaki, and M. Shinya: Learner-Adaptable Scaffolding with Cognitive Tool for Developing Self-Regulation Skill, The 16th International Conference

on Computers in Education (ICCE2008), 2008 年 10 月 27 日, 台湾・台北

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本敏雄 (OKAMOTO TOSHIO)

電気通信大学大学院情報システム学研究科・教授

研究者番号: 60125094

(2) 研究分担者

前迫 孝憲 (MAESAKO TAKANORI)

大阪大学・人間科学部・教授

研究者番号: 00114893

小尻 智子 (KOJIRI TOMOKO)

関西大学・システム理工学部・准教授

研究者番号: 40362298

不破 泰 (FUWA YASUSHI)

信州大学・総合情報センター・教授

研究者番号: 00165507

香山瑞恵 (KAYAMA MIZUE)

信州大学・工学部・准教授

研究者番号: 70233989

本田 敏明 (HONDA TOSHIKI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号: 00127705

安間 文彦 (ANMA FUMIHIKO)

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・助教

研究者番号: 70422574

永田 奈央美 (NAGATA NAOMI)

静岡産業大学・情報学部・講師

研究者番号: 50582293

(3) 連携研究者

仲林 清 (NAKABAYASHI KIYOSHI)

千葉工業大学・情報科学部・教授

研究者番号: 20462765

柏原 昭博 (KASHIHARA AKIHIRO)

電気通信大学・情報理工学部・教授

研究者番号: 10243263

植野 真臣 (UENO MAOMI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・准教授

研究者番号: 50262316