

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009年度～2010年度

課題番号：21700804

研究課題名(和文) e-Learningにおける主体的知識獲得を支援する学習環境の構築

研究課題名(英文) Development of a Learning Environment Supporting Knowledge Acquisition on e-Learning

研究代表者 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

研究成果の概要(和文)：

(和文)本研究では e-Learning 学習環境における学習者の主体的知識獲得過程を支援するために SNS を応用した学習管理システムを構築した。本システムでは学習者は個別に学習した内容を blog 記事として発信する。公開された他学習者の記事で新たな知識を獲得し、さらにコミュニケーションを行いながら学習を行うことが可能となる。また、探求学習過程を支援するためにソーシャルブックマークを用いた知識共有の機能を開発した。これにより膨大な Web 情報から必要な情報を取捨選択する作業する労力が軽減される。さらに、学習コミュニティ形成支援として、学習者に対して、コンテンツやユーザの推薦を行う機能を開発した。この機能により、学習者にとって最適なコンテンツ、学習者を自動的に発見することが可能となり SNS 型学習管理システムにおける学習コミュニティの活性化につながる。

研究成果の概要(英文)

In this research, we describe a method for developing an educational system that encourages learner interaction by “the architecture of participation”. “The architecture of participation” describes the nature of systems that are designed for user contribution. We developed a learning management system based on SNS (Social Networking Service). Our system models learner’s knowledge and “participatory attributes”. Participatory attributes are computed based on learning activities in our system. Our system also recommends other learner’s learning articles as “sub-contents” based on the learner models. Sub-contents are constructed of user’s entries and some comments for these entries. Our aim is that the recommended sub-contents make learners aware, not only of some yet unknown concepts to them, but also of other users. We describe our experimental system for exercises.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：e-ラーニング

1. 研究開始当初の背景

e-Learning や WBT(web based training)に

おいて学習者の主体的な学習を支援するための知的学習支援に関する研究が行われて

いる。近年のインターネット技術の動向を見ると、次世代型の web として、Web2.0 の概念が提唱されている。これまでの web サービスがコンテンツの一方的な配信であったのに対して、Web2.0 はユーザが主体的に情報を発信してコンテンツに参加する参加型のアーキテクチャである。このような流れの中で e-Learning においても次世代型の e-Learning の枠組み、つまり学習者が情報を発信するユーザ参加型の e-Learning2.0 が望まれている。ソーシャルネットワーキングサービス (SNS) や Blog、wiki、フォークソノミー、ソーシャルブックマークなどの web2.0 技術を学習支援、教育支援への応用が進んでいくと考えられる。たとえば、学習者がコンテンツを作成して公開することにより学習する、あるいは自分の学習過程、学習成果、学習の内容などを他の学習者に公開し、学習者間で互いに評価するなどの学習が考えられる。

2. 研究の目的

本研究では e-Learning 学習環境における学習者の主体的知識獲得過程を支援するシステムを構築する。具体的には以下のような支援を行う学習支援システムを構築することを目的とする。

(1) 主体的知識獲得支援

一般的な e-Learning における学習履歴は、コンテンツの閲覧に関する履歴が中心であり、学習内容の整理などの詳細な活動の履歴を管理することは困難である。学習者が学習内容を理解するために内容をノートにまとめ、要点を整理する行為は重要であると考えられる。そこで本研究では学習者がノートの代わりに学習内容をまとめた blog 記事として投稿し、さらに他者とのコミュニケーションを通じて学習するような主体的な学習のための環境を実現する。このような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」と呼んでいる。本研究では、SNS を基盤とした SNS 型の学習管理システムを新たに開発しこのような学習環境を実現する。

(2) 探求学習支援

e ラーニングコンテンツを学習する過程で、不明なことや補足内容を求めて外部 web ページを探索して学習することがある。このような探求学習においては、学習者は調べたい項目のキーワードを検索エンジンに入力して表示される結果から必要な情報を選択する。しかし、学習者にとって、検索結果で得られた膨大な Web 情報から必要な情報を取捨選択する作業は限られた学習時間の中では負荷が大きい。そこで本研究ではソーシャルブックマークを用いた学習支援を提案する。ソーシャルブックマーク情報を他学習者と共有

することにより検索作業における負荷を減らすとともに、個々の学習者が分類キーワード (タグ) を付与することで、複数の学習者によって分類された情報を共有することができる。

(3) 学習コミュニティ形成支援

本研究の SNS 型学習管理システム上での学習活動を効果的にするためには、学習者が日記やコメントを書き込むことによって積極的に学習活動に関与し、さらにユーザ同士でのコミュニケーションを行うことが重要となる。しかしながら一般的な SNS でもそうであるようにユーザの関与はユーザの自主性に頼る部分が大きいので、SNS 型学習管理システムでもコミュニティ活性化は大きな問題となる。そこで本研究では、コンテンツおよび学習者の推薦機能により学習者間のコミュニケーションの活性化を支援することをめざす。

3. 研究の方法

(1) 主体的知識獲得支援

本研究で提案する SNS 学習支援システムでは、一般的な LMS が持つユーザ管理、教材管理、学習履歴管理などの機能に加えて、一般的な SNS と同様にプロフィール公開機能、コミュニティ形成機能、blog 機能などを用意している。SNS 型学習管理システムにおける具体的な学習活動を図 1 に示す。まず、あるユーザが教授者となり学習コースを作成する。学習者は学習コースのコンテンツを学習することで知識を獲得する。次に、教授者から課題などが与えられると、blog 機能を用いて知識の外化を行う。ここで投稿される記事を「エントリ」と呼ぶ。投稿されたエントリは、他の学習者や教授者によってコメントが与えられる。エントリ作成者はそのコメントを基にして知識の再構築を行うことが可能となる。他のユーザからのコメントも有効な知識となるため、本研究ではコメントまで含むエントリを、「サブコンテンツ」と呼ぶ。このように本システムでは知識の獲得、知識の外化、知識の再構築を行うことで学習が進んでいく。

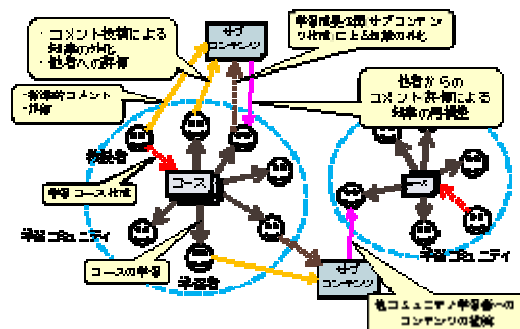


図 1 SNS 型学習管理システムでの学習

次に図2にシステムの全体構成を示す。システムは重要語抽出機構、学習者モデリング機構、サブコンテンツ推薦機構からなる。

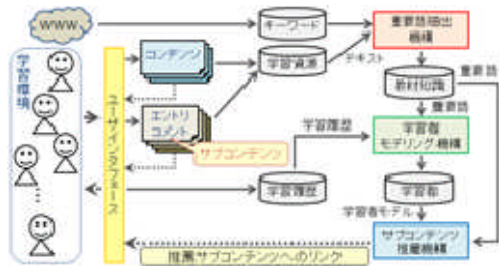


図2 システムの構成図

(1-1)重要語抽出機構

コンテンツまたはサブコンテンツ内の文字列データから TF-IDF 法を用いて各キーワードの重要度を計算し、重要度の高いものを重要語として抽出する。そして、コンテンツに含まれる重要語句を、その教材が持つ知識として教材知識データベースに登録する。

(1-2)知識モデルの算出

学習者の持つ知識は、教材知識データベースに登録されている重要語集合の部分集合で表わす。知識状態を表すベクトルは教材知識データベースに登録されている重要語の数に次元が等しく、各座標の値は学習者がその語を外化していれば 1、外化していなければ 0 となるベクトルとなる。これを知識ベクトル A_k と呼ぶ。

参加特性モデルの算出

参加特性モデルは、学習量、コミュニケーション特性、プレゼンテーション能力評価特性からなる 4次元のベクトル A_s (A_r , A_p , A_c , A_a) で表現される。学習量 A_r は n_{read} は学習資源を閲覧した総数、 d はユーザ登録からの経過週とすると次式で求まる。

$$A_r = \frac{n_{read}}{d}$$

コミュニケーション特性 A_c は積極的に発言をする学習者は正の値をとり、受動的な学習者は負の値をとる。

n_{active} を学習者の発言数、 $n_{passive}$ を被発言数、 k を定数として次式で求める。

$$A_c = k \cdot \log \frac{n_{active}}{n_{passive}}$$

評価特性 A_a は、他者の投稿に対する評価値から算出する。 A_a は教授者による評価値を基準として甘い評価を行う学習者は正の値をとり、厳しい評価を行う学習者は負の値をとる。 p_t , p_l , n_{asse} をそれぞれ学習者の評価値、

教授者の評価値、学習者と教授者の両者が評価を行ったエントリの総数とすると、 A_a は学習者と教授者の評価値から次式によって定義される。

$$A_a = \frac{1}{n_{asse}} \sum (p_t - p_l)$$

プレゼンテーション能力 A_p は、学習者の作成したエントリに対する他者からの評価値の平均値を用いる。プレゼンテーション能力が高い学習者は A_p が正の値をとり、低い学習者は A_p が負の値をとる。 n_{entry} は学習者が受けた評価の総数、 p_i は学習者が受けた評価値 ($i = 1, 2, \dots, n_{entry}$) である。

$$A_p = \frac{1}{n_{entry}} \sum p_i - 3$$

(2)探求学習支援

探求学習支援では図3のような学習サイクルを想定している。まず、学習者は SNS 型学習支援システム上の学習コンテンツを学習する。学習の過程で生じた疑問やさらなる興味が生じた場合、学習者は Web ページを検索しながら探究学習を行う。

(2-1)情報発見の支援

一般に Web 上で探究学習を行う場合、学習者は検索エンジンにキーワードを入力して得られる膨大な Web 情報の中から必要な情報を採り出さなければならない。そこで、本研究ではフォークソノミーに基づく SBM のデータを用いて、学習者のタグ付け傾向によって有効な Web ページとそれらのページをブックマークしている学習者の推薦を行う。これによって、学習者が予想しなかった新たな情報を発見することが期待される。

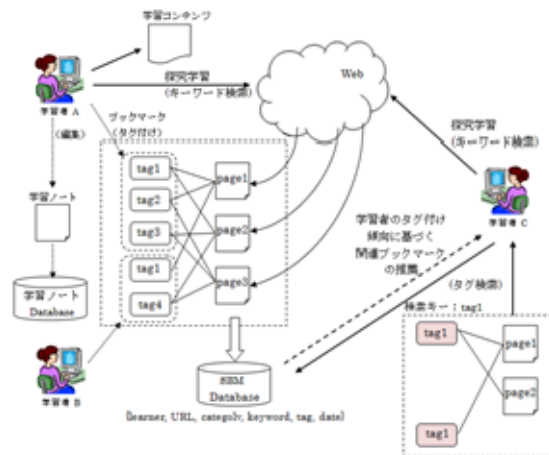


図3 探求学習支援

(2-2) 知識外化、内省の支援

本研究では、個々の学習者のブックマーク情報を共有する。学習者がブックマークする作業において、対象となる Web ページにタグ付けを行う。タグ付けは、個々の学習者が獲得した情報を知識として分類、整理する作業である。一方、閲覧のみになりがちな学習において、理解を外化するためにシステムで使用可能な学習ノートを提供する。学習ノートは、公開を許可した学習者から評価、コメントを受ける。他学習者からの評価、コメントおよび他者の学習ノートの提示によって内省を促し間違いに気づく機会を与える。

(2-3) 重要語抽出機構

e ラーニングコンテンツ内の重要語を対象とし、その中で最も重要度の高い語を概念集合として抽出する。

Web ページおよび学習者推薦機構

Web ページの推薦では、最新ブックマーク、お薦めブックマーク、および関連ブックマークの推薦を行う。最新ブックマークは、全ての e ラーニングコンテンツを対象として推薦する。お薦めブックマークは、学習中の 1 つの e ラーニングコンテンツを対象として推薦する。そして、関連ブックマークは、学習者のタグ付け傾向に基づいて推薦する。また、学習者の推薦は、ブックマークしている学習者の中から学習者のタグ付け傾向に基づいて推薦する。

(2-4) 学習者モデリング機構

e ラーニングコンテンツに含まれる重要語と学習ノートに含まれる重要語の比較、および学習ノートの評価、コメントによって学習者の理解をモデル化する。

お気に入り学習者推薦機構

学習者のタグ付け傾向が類似の学習者を学習者モデルに基づいて、参考となる学習ノートをもつお気に入り学習者候補として推薦する

(3) 学習コミュニティ形成支援

(3-1) 類似コンテンツの推薦

本研究では図 4 に示すようなサイクルで学習者への推薦サブコンテンツの提示および評価の蓄積を行う。

- I. まず、システムの学習資源レポジトリにはユーザからそれまでに投稿されエン트리およびそれに付与されたコメントがサブコンテンツとして蓄積されている。
- II. ある学習者が学習成果をエン트리として投稿すると、システムは投稿エン트리とレポジトリ内の全サブコンテンツに対して、内容類似度や有用度を考慮した推薦指数(詳細は後述)

を求める。この推薦指数をもとにレポジトリ内のサブコンテンツの中から推薦サブコンテンツリストを生成する。

- III. 学習者は提示されたリストからどのサブコンテンツを閲覧するかは任意であり、閲覧した場合にはそのサブコンテンツに対して評価を行う。サブコンテンツの評価が行われると、そのサブコンテンツの評価が更新される。

このサイクルにより有用なサブコンテンツが推薦されやすくなるとともに、レポジトリ内のサブコンテンツに学習者からの評価が蓄積されることが期待される。

サブコンテンツ推薦

サブコンテンツ推薦では、学習者が投稿した最新エン트리と類似性および有用度が高いサブコンテンツを学習資源レポジトリ内から求める。システムは下式で定義された推薦度数が高い順に並べられた推薦コンテンツリストを生成する。

$$R_{ij} = \text{Sim}_{ij} \times k_j$$

R_{ij} : エン트리 i に対するサブコンテンツ j の推薦度数

Sim_{ij} : i, j の類似度

k_j : j の有用度

サブコンテンツの重要度 k_j は、そのサブコンテンツが他ユーザから得られた全評価の平均値によって算出される。また、サブコンテンツ同士の類似度 Sim_{ij} は前節同様に、サブコンテンツから作成されたタームベクトル間のコサイン類似度によって算出される。

(3-2) 非類似コンテンツ推薦

非類似推薦は、記事本文の類似度は低い参考文献の類似度が高い非類似記事を推薦する学習支援機構である。これは、内容が類似した web ページを参考にしながら、作成されたエントリの内容があまり似ていないようなサブコンテンツを提示する。下記の計算で求まる非類似指数が小さい場合、どちらか一方の作成者の内容が十分に整理できていなかったり、どちらか一方の作成者が気づいていないことがあったり、あるいは互いの意見が異なるなどが考えられる。このように、参考文献が類似していながら内容が類似していない非類似コンテンツを参照させることで、エントリを投稿した学習者に新たな発見を促す機会を与えられる。そこで、本研究では、学習者がエン트리投稿時に下式で示す非類似指数が低いサブコンテンツが存在した場合、前述のサブコンテンツ推薦とは別に推薦する。

$$R = \text{SimBody}_{ij} / \text{SimRef}_{ij}$$

R : 非類似指数

SimBody_{ij}: コンテンツ E_i, E_j の本文の類似度

SimRef_{ij}: コンテンツ E_i, E_j の参考文献の類似度

記事の本文類似度 SimBody_{ij} は、前節と同様にコサイン類似度により求める。また参考文献類似度 SimRef_{ij} は、URL から参考ページの本文を取得し、そこからタームベクトルを作ることによりコサイン類似度で算出した。

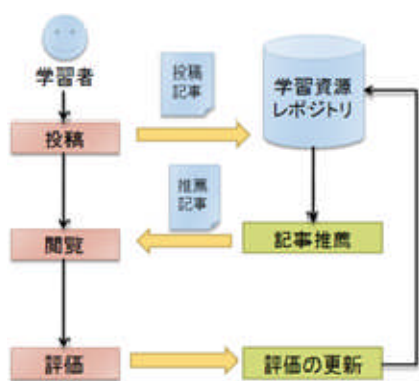


図5 サブコンテンツ推薦の流れ

4. 研究成果

大学院修士課程の学生4名を被験者としてサブコンテンツ推薦、非類似記事推薦の機能について実際に構築した試作システム上で評価実験を行った。はじめに被験者にあらかじめ定めたテーマについて web で学習させ、その内容を整理してシステム上で学習成果としてエントリを投稿させる。サブコンテンツ推薦の評価では、「契約ネットプロトコルに関する学習」を、非類似記事推薦の評価では、「協調フィルタリングに関する学習」を行わせた。次にシステムから推薦サブコンテンツのリストが提示されるのでこれらのサブコンテンツを任意で閲覧させる。被験者にそれらのサブコンテンツを閲覧させ、必要と感じたら自分のエントリの修正を行わせる。まず、サブコンテンツ推薦の前後での各学習者のエントリの変化について表1を基に説明する。各学習者が最初に投稿したエントリ(初稿)を、教員が主観的に5段階で評価したのが表1中の「初稿の評価」である。また、サブコンテンツの推薦後に各被験者が修正して投稿したエントリを教員が主観的に評価したのが、表1中の「修正稿の評価」である。表1を見ると、初稿の評価が低かった学習者は推薦記事を閲覧したことによりエントリを修正したことが分かる。これにより評価が低い学習者は推薦サブコンテンツを閲覧することで新たな知識を獲得したと考えられる。

また、参考文献が似ていながら、投稿した

エントリの内容が類似していないエントリである非類似コンテンツの推薦結果が表2である。こちらでは初稿の評価に関わりなく、学習者は推薦されたエントリによりエントリの修正を行っており、学習者は推薦されたサブコンテンツを閲覧することで、記事の追加を行うことが確認された。

表1 サブコンテンツ推薦前後における被験者のエントリの変化

	初稿の評価	修正稿の評価	修正箇所
学習者1	5	無し	
学習者2	4	5	「タクス告知メッセージ」、「音声認識システムHearsay-II」の説明が追加
学習者3	5		
学習者4	5	5	「黒板」、「知識源」、「スケジューラ」などの用語説明の追加

表2 非類似記事推薦前後の被験者のエントリの変化

	初稿の評価	修正稿の評価	修正箇所
学習者1	4	4	「協調フィルタリングの問題点」を追加
学習者2	3	3	「ロシの原理」の註明を追加
学習者3	5	5	「協調フィルタリングの問題点」の註明を追加
学習者4	5	無し	

本研究では e-Learning 学習環境における学習者の主体的知識獲得過程を支援するために SNS を応用した学習管理システムを構築した。本システムでは学習者は学習内容を blog 記事として他学習者に発信しながら学習を行う。また、探求学習過程を支援するためにソーシャルブックマークを用いた知識共有の機能を開発した。これにより膨大な Web 情報から必要な情報を取捨選択する作業する労力が軽減される。さらに、学習コミュニティ形成支援として、学習者に対して、コンテンツやユーザの推薦を行う機能を開発した。この機能により、学習者にとって最適なコンテンツ、学習者を自動的に発見することができ、コミュニティ活性化につながる。

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3件)

- (1) Xin Wan, Qimanguli Jamaliding, Fumihiko Anma, Toshio Okamoto: Applying Keyword Map Based Learner Profile to a Recommender System for Group Learning Support, Education Technology and Computer Science, Vol. 1, pp. 3-6, 2010 (査読有)
- (2) Fumihiko Anma, Toshio Okamoto: Development of a Participatory Learning Support System based on Social Networking Service, Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2009 (e-learn2009), Vol.1, pp. 2360-2365, 2009. (査読有)

- (3) Toshio Okamoto, Fumihiko Anma, Naomi Nagata, and 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), pp.219-222, 2009. (査読有)

[学会発表] (計 7 件)

- (1) 安間文彦, 岡本敏雄: SNS 型学習支援システムを用いた主体的学習支援, 日本教育工学会, 2010年9月18日, 金城学院大学
- (2) 山本美紀, 安間文彦, 岡本敏雄: 学習コミュニティの知識構造を利用した学習支援, 日本教育工学会, 2010年9月18日, 金城学院大学
- (3) 山本美紀, 安間文彦, 岡本敏雄: ソーシャルブックマークを活用した知識構造の推定と学習支援, 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) 山本美紀, 安間文彦, 岡本敏雄: ソーシャルブックマークを活用した知識構造の推定と学習支援, 教育システム情報学会学生研究発表会, 2010年3月8日, 電気通信大学
- (6) 山本美紀, 安間文彦, 岡本敏雄: ソーシャルブックマークを活用した探求学習支援システム, 教育システム情報学会全国大会, 2009年8月20日, 名古屋大学
- (7) 安間文彦, 岡本敏雄: SNS 型学習支援システムにおける学習コミュニティ形成支援, 教育システム情報学会, 2009年8月19日, 名古屋大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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