

RDF と特徴語を用いた PBL 受講生向け 教育コンテンツ推薦システムの構築

藤原哲^{†1} 大場みち子^{†2} 山口琢^{†1} 花田洋貴^{†2}

実践的 ICT 人材育成の場として、PBL(Project Based Learning)によるソフトウェア開発が活発になっている。PBL では、学生がそれぞれの役割に沿って自主的に個別の学習が求められるが、基礎知識がない場合に効率的に知識を身につけることは難しい。本研究は、PBL で効率的に学習するために授業資料による基礎知識とそれに関連する Web ページでの応用・補足情報を推薦するシステムを提案・構築する。RDF(Resource Description Framework)を用いた授業資料と Web ページの情報保持手法、閲覧中の重要単語「特徴語」とユーザプロフィールを用いた情報推薦手法について述べ、学習情報収集の効率化に関する実験による提案手法の評価を述べる。

Educational Contents Recommendation System Using RDF and Feature Terms

TETSU FUJIWARA^{†1} MICHIKO OBA^{†2}
TAKU YAMAGUCHI^{†1} HIROTAKA HANADA^{†2}

As a place of ICT human resource development, practical software development exercises called PBL has become actively. In PBL, students are required to learning independently along their role. However, it is difficult to efficiently learning knowledge when they do not have fundamental knowledge. In this paper, we propose and develop system that recommendation educational contents as foundational knowledge and web pages as applied knowledge to learning effectively. For this, we propose a method that retains of educational contents data and web page data using RDF (Resource Description Framework), and a method that recommends information on using important word called "Feature Terms" from a sentence reading and user profile. We evaluated the proposed method by experiments on the efficiency of learning information collection.

1. はじめに

今日、ソフトウェア開発を対象とした PBL (Project Based Learning) が ICT 人材育成に対して効果を上げている[1][2]。しかし、PBL を受講する学生はプロジェクト内で必要となる知識の習得で以下に挙げる問題を抱える場合が多い。

- (1) 授業資料が有効に活用されていないため[3]、PBL を進めていくための前提知識を効率良く学習できない。
- (2) Web や書籍で調べる場合、膨大な情報の中から必要な知識を効率よく学習できない。
- (3) 学生がそれぞれ持つタスクに直接必要な知識のみを学ぶため、関連するタスクやドキュメント間の整合性が取れない。

これらの問題から、学生が企画や提案から運用までを広く行う自由度の高いプロジェクトでは、参加する学生が個別のタスクを単独でもつ場合が多く、どのように活動を行えばよいかわからない事が多い。

そこで本研究では、学生に必要な知識を学ぶきっかけを与え、知識習得を効率化することを目的に、学生が受け持つタスクやドキュメントの学習に必要な情報を持つ授業資料や Web ページを推薦する手法を提案する。

本稿の構成は次の通りである。2 章では本提案の前提となる先行研究を述べる。3 章では提案手法を述べ、4 章で実装方式を述べる。5 章では評価実験により提案手法の有効性を評価する。

2. 先行研究

本章では、本研究の基礎となる筆者らの情報推薦に関する先行研究と本研究の提案の骨格となる研究に対する本研究の位置付けを述べる。

2.1 RDF と特徴語を用いた関連 Web ページ推薦手法

筆者らはこれまでに、ユーザが閲覧している Web ページの文章から関連する Web ページを推薦する手法を提案している[4]。Web ページの情報を 1 ページごとに RDF(Resource Description Framework)[5]化することで、その Web ページが持つ様々な情報に意味を付与し、意味を踏まえた検索手法を提案している。検索に用いる要素の 1 つに、「特徴語」と定義した TF-IDF 法[6]を用いて抽出される Web ページの重要なキーワードを RDF で保持し、検索に利用している。

図 1 は筆者らが提案している Web ページの情報に意味付けするための Web ページ情報 RDF の構造である。「UML 概要」という Web ページは、特徴語として「クラス図」を

^{†1} 公立はこだて未来大学大学院
Graduate School of Future University Hakodate
^{†2} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

持つこと、平均的な閲覧頻度が1日20アクセスで、掲載日時が2013年7月7日であることを示す。

Webページの推薦のために、上記のWebページ情報RDFを推薦対象となるサイトごとに予め作成しておく。推薦対象となるサイトのWebページを対象に、ユーザが閲覧しているWebページから抽出される特徴語を含むWebページを検索し推薦することで関連情報の取得を支援している。

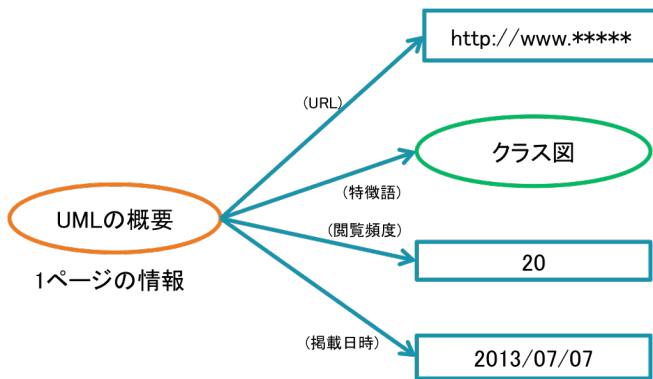


図1 Webページ情報RDF

Figure 1 Web page meta data RDF.

先行研究では、ユーザが閲覧しているWebページと特徴語が一致するという関連を持つWebページの推薦に一定の効果が確認されているが、次に挙げる推薦ができない課題がある。

(1) 特徴語以外の関連を利用したWebページの推薦

関連するWebページを推薦するために利用している要素は特徴語のみである。ソフトウェア開発のように様々なタスクやドキュメントが複雑に関連している場合、学生が知るべき関連情報に辿りつくための特徴語が、閲覧中のWebページにない場合が多く、推薦できないという課題がある。

(2) ユーザに合わせた関連情報の推薦

ユーザが閲覧しているWebページの特徴語のみをユーザが持つ推薦の要素として利用しているため、ユーザの目的や興味対象が異なる場合でも同じWebページを閲覧している場合は同一のWebページを推薦するという課題がある。

2.2 実践型ICT教育システム

大場らはPBLに参加する学生の学習情報の共有、指導体制を支援するシステムを提案している[7]。その中で、学生が講義で学ぶ「フォーマルな学習」と各自がインターネットや書籍で自主的に学ぶ「インフォーマルな学習」での学習内容を調査して体系化することを提案している。

本研究では、大場らが提案するインフォーマル学習を支援する。大場らはインフォーマルな学習のうち、ソフトウェア開発の体系的な基礎知識を学ぶシステムを構築してい

る[8]。このシステムでは、ソフトウェア開発の導入教育として利用することはできるが、必要な情報をその都度学生が調査することには向いていない。そのため、学生が焦点を当てて調査を行う、それぞれのタスクやドキュメントに関する情報を推薦する手法を本研究では提案することで、大場らが提案する学習の調査と体系化の実現を目指す。図2の破線部分の機能の提案と実装を行う。

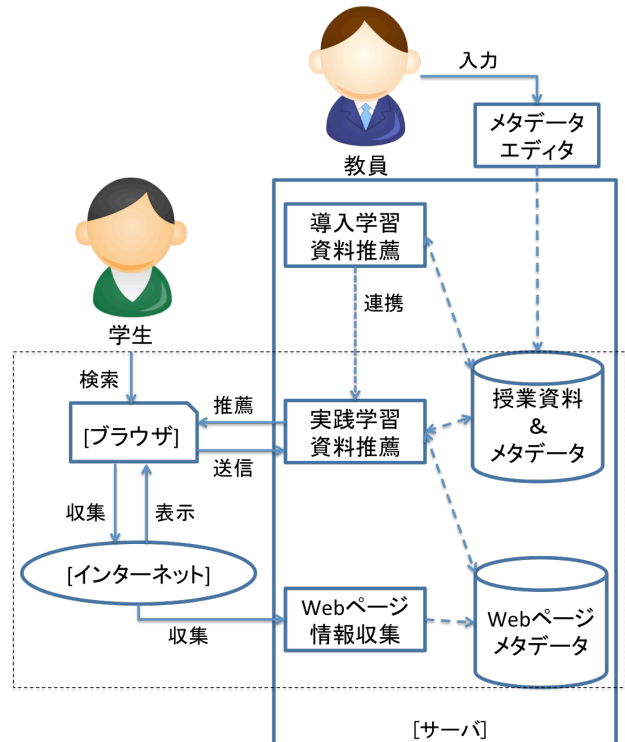


図2 実践型ICT教育システムの学習支援機能の概要と本研究の位置付け

Figure 2 Summary of learning support functions of practical ICT educational system and positioning of this proposal.

3. 提案アプローチ

1章で述べたPBLで発生する3つの課題を解決するために、次のような方針で学習コンテンツを推薦する。

- (i) 学生が基礎知識を学習する際に、はじめに授業資料を推薦する。授業資料推薦後に、そのトピックの補足や詳細となるWebページを推薦する。
- (ii) それぞれの学生が持つタスクやドキュメントに関する授業資料とWebページを推薦する際、その前後で行うタスクや入出力関係にあるドキュメントに関するコンテンツを同時に推薦する。

(i)の推薦方針を実現し課題の(1)と(2)を解決するために、先行研究のWebページ情報RDFを授業資料に応用し、基礎知識推薦のための授業資料RDFを作成する。Webページの推薦のためには、授業と関連するWebサイトのWebページ情報RDFを作成する。

(ii)の推薦方針を実現し課題の(3)を解決するために、ソフ

トウェア開発で行われる工程やタスク，作成されるドキュメントの関係を示す RDF を作成する．その関係性を利用して，学生に必要な情報を個々に推薦するためにユーザプロフィールを用いた推薦手法を提案する．

3.1 授業資料 RDF

授業資料を有効に活用して効率的に学習するために，学生が必要とする知識に関するスライド 1 枚単位で推薦する．そのために先行研究で述べた RDF を応用して，スライドごとのメタデータを持つ「授業資料 RDF」を作成する．

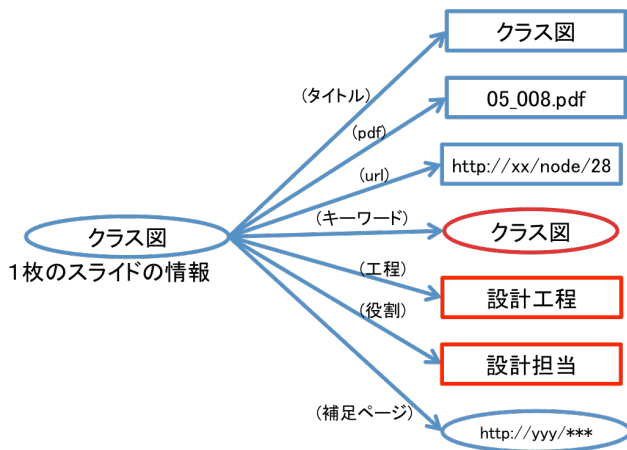


図 3 授業資料 RDF
 Figure 3 Educational material RDF.

図 3 はクラス図を説明する 1 枚のスライドの情報を持つ授業資料 RDF の例である．キーワードに「クラス図」，その情報が必要となる工程に「設計工程」，その知識が必要となる役割に「設計担当」という情報を付与している．このキーワード，その知識が必要とされる工程，その知識が必要となる役割等を利用することで，スライド 1 枚単位で推薦することができる．

3.2 工程辞書 RDF

先行研究の課題である特徴語以外の関連を利用して情報を推薦するために，物事同士の関係性を示す RDF を作成する．ここでは，プロジェクトに合わせて工程やそこで行われるタスク，タスクの中で作成されるドキュメントやその入出力関係を関連付ける「工程辞書 RDF」を作成する．

図 4 は設計工程に関する工程辞書 RDF の例である．ここでは，「設計工程」で「システム設計(分析)」というタスクを行い，「システム設計(詳細設計)」というタスクがその後に行われることを示している．「システム設計(分析)」のタスクの中では，順に「ロバストネス図」，「分析シーケンス図」が作成され，「システム設計(詳細設計)」では，「クラス図」，「詳細シーケンス図」，「メソッド定義書」が順に作成されるべきであることを示している．

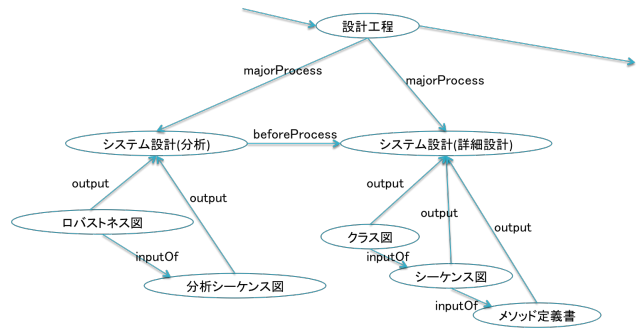


図 4 工程辞書 RDF
 Figure 4 Process map RDF.

これらの関連を利用することで，例えば「システム設計(分析)」で作成するドキュメントを作成し終えた際に，「システム設計(詳細設計)」の「クラス図」，「シーケンス図」，「メソッド定義書」に関する情報を推薦できる．「シーケンス図」を作成している際に，インプットとなる「クラス図」に関する情報を推薦し，整合性を保つために必要な関連性を学習することもできる．

3.3 ユーザプロフィール

推薦する情報を決定する際の要素として，ユーザプロフィールを提案する．プロジェクトの進捗状況を示す作業中の工程，それぞれが持つタスクや作成するドキュメントを検索範囲に指定する情報を持つ．

これらの情報を学生ごとに持つことで，それぞれのタスクやドキュメントの情報を優先的に推薦することができる．さらに，現在行っているタスクやドキュメントを始点に 3.2 節の工程辞書 RDF の関連から現在のタスクやドキュメントに必要な前提知識や関係を復習という形で推薦することもできる．

4. 実装システム

本章では，3 章で提案したアプローチを実装するシステムを述べる．図 5 に示す学習コンテンツの推薦手順は次の通りである．

- (1) 予め学生は自身が担当すべきタスクやドキュメントをプロフィールとしてブラウザに持つ．
- (2) 学生が任意の Web ページを閲覧中，その Web ページの文章から特徴語を抽出する．更にそれに関連する語句を工程辞書 RDF から抽出する．
- (3) (2)の特徴語か関連語を持つ授業資料を推薦する．
- (4) の授業資料閲覧後に過去の PBL で作成されたドキュメント，予め推薦対象に指定されている Web ページを推薦する．

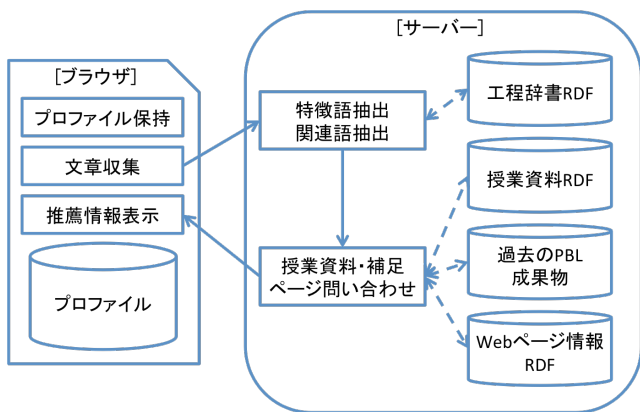


図 5 学習コンテンツ推薦処理概要

Figure 5 Summary of learning content recommendation process.

工程(大項目):

タスク(小項目):
 内部設計 外部設計

成果物:
 <内部設計>
 CRUD図 E-R図 データベース仕様書 クラス図
 画面仕様書 シーケンス図
 <外部設計>
 ロバストネス図 画面プロトタイプ 分析シーケンス図

図 6 ユーザプロフィール

Figure 6 User profile.

図 6 はユーザプロフィールを入力する画面の一部である。これは、プロジェクトが「設計工程」のフェーズで、内部設計では「CRUD 図」と「クラス図」を担当し、外部設計では「ロバストネス図」を作成する学生の入力例である。各タスクやドキュメントの左側のチェックが現在とりかかっているものを示している。このプロフィールを用いることで各学生に推薦すべき情報を判断する。「CRUD 図」のように作業を完了したものには右側にもチェックを入れている。これは、「CRUD 図」が入力となるドキュメントを作成する場合に、その関係を学習するための復習の基準として利用する。

図 7 は学生が「クラス図」を扱う Web ページを閲覧している際に授業資料のリンクが推薦される例である。学生が閲覧している Web ページが扱うトピックの授業資料を推薦することで、基礎知識の復習が期待される。

授業資料推薦後は、その授業資料のキーワードを持つ Web ページを推薦することで授業資料の補足や応用を学習することができる。ここで推薦する Web ページをシステムで決定することで、学生が煩雑でわかりづらい Web ページに辿りついて学習の効率を下げることを回避することも期待される。過去の PBL で作成されたドキュメントも推薦

し、実例から学習することで学習の効率化も図る。

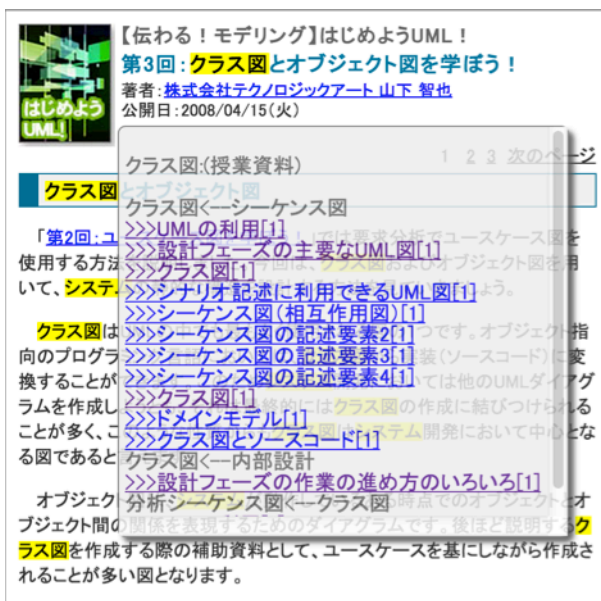


図 7 授業資料の推薦

Figure 7 Recommendation of educational materials.

5. 評価実験

本章では、4 章で述べたシステムを用いた実験とその考察について述べる。

5.1 実験

公立はこだて未来大学の学部 2 年生から修士 1 年生までの 8 名にクラス図作成の課題を与え、その際の検索を評価する。被験者の学生は、はこだて未来大学が開講している高度 ICT 演習という PBL に参加するメンバである。クラス図は、PBL 内で顧客に提案したシステムの画面遷移図およびプロトタイプのソースコードを基に作成する。工程辞書 RDF は、そのプロジェクトを担当する教員が作成する。システムが推薦する Web ページも教員が学生にとって使いやすいと判断したサイトを指定する。

実験は、各学年 1 名ずつ提案システムを使用する学生と使用しない学生に分ける。提案システムを使用しない学生には、普段どおりブラウザを使用して情報を収集するよう教示する。提案システムを使用する学生には、提案システムの機能を説明した上で、普段どおりの検索と提案システムを利用した検索のどちらを行ってもよいことを教示する。

実験は、30 分の中で最初の 10 分は調査のみを行い、その後の 20 分で作業と調査は各自の判断で時間を配分しながら行うよう教示する。

5.2 実験結果と考察

実験の結果、提案システムを使用する学生と使用しない

学生の間に、検索行動に以下に示す違いが見られた。

図 8 のグラフは Google 検索結果の閲覧回数と閲覧時間であり、表 1 はその平均値である。提案システムを使用しない学生は、使用する学生よりも Google 検索結果を閲覧する回数が多かった。同様に閲覧する時間についても、提案システムを使用しない学生のほうが長かった。

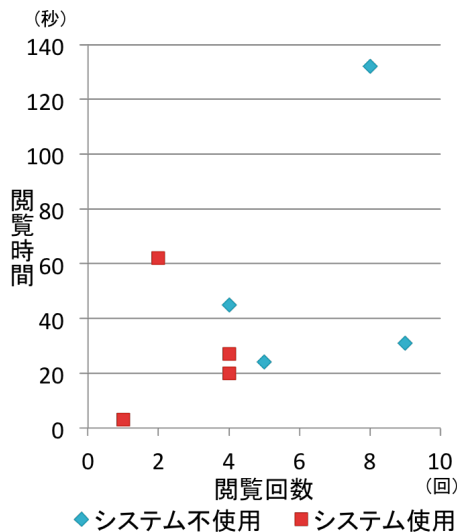


図 8 Google 検索結果の閲覧回数と閲覧時間
 Figure 8 Views and viewing time of Google search.

表 1 Google 検索結果の閲覧回数と閲覧時間の平均
 Table 1 Average of views and viewing time of Google search.

	閲覧回数平均(回)	閲覧時間平均(秒)
システム不使用	6.5	58
システム使用	2.75	28

図 9 は調査の中で閲覧したサイト数とページ数である。提案システムを使用しない学生に比べて、提案システムを使用する学生のほうが 1 サイトあたり閲覧するページ数が多くなること分かる。

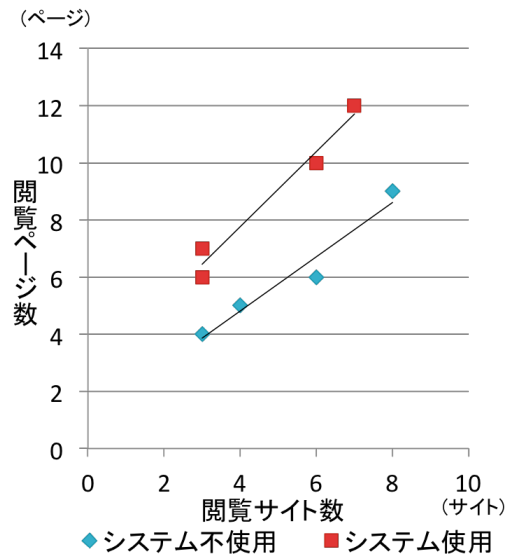


図 9 閲覧サイト数と閲覧ページ数
 Figure 9 Number of viewing sites and pages.

これらの 2 つの結果を踏まえて、各学生の検索過程を調査したところ、次のような傾向が見られた。

- A) システム不使用の学生
 - 提案システムを使用しない学生は、Google の検索結果を起点に様々なページを行き来する傾向が強い
 - 提案システムを使用しない学生は、同じような情報が記述されているページを複数閲覧している傾向がある
 - 提案システムを使用しない学生は、提案システムが推薦対象としているサイトに辿り着いた場合にそのページを長く使う傾向がある
- B) システム使用の学生
 - 提案システムを使用する学生は、授業資料の閲覧後、提案システムが推薦する Web ページで情報を収集する
 - 提案システムを使用する学生は、補足サイトで複数のページを閲覧している

これらの結果から、提案システムを使用して授業資料の推薦とその補足や詳細の説明を持つ Web ページを推薦された場合の方が、学習効率が高いと考える。

表 2 クラス図の評価

Table 2 Evaluation of the class diagram.

		オブジェクトの生成	オブジェクトの生成(完了)	属性	属性(完了)	操作	操作(完了)	関連	関連(完了)	多重度	多重度(完了)	関連の種類	関連の種類(完了)	合計
不使用	a-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	6
	a-2	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	6
	a-3	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	8
	a-4	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	6
使用	b-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
	b-2	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	6
	b-3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	9
	b-4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5

これは、提案システムを使用しなかった学生が提案システムの推薦する Web ページを閲覧する傾向があることから伺える。提案システムが学生にとって使いやすい Web サイトの Web ページを推薦することで学習の効率化ができていていると考える。

表 2 は各学生が作成したクラス図を点数化したものである。6 項目の要素それぞれについて使った場合は 1 点、さらにその要素の記述が完了した場合には 1 点を加算する計 12 点で評価した。この合計点では提案システム利用者のほうが若干ではあるが点数が高い傾向にあった。一方、クラス図を質的に評価したところ、設計図としての見やすさや完了まで至らない部分の完成度は提案システムを使用しない学生のほうが高い傾向にあったため、はっきりとした有意差は見られなかった。この結果は、30 分という時間制限が原因として挙げられる。作業が途中で終了したため、被験者の学生の今までの経験による作業効率が反映された可能性があり、正確な効果が測定できなかったと考えられる。

6. おわりに

本稿では、PBL を受講する学生の知識習得を効率化することを目的に、授業資料と Web ページ、PBL で実施する工程やタスクとドキュメントの関係をマッピングする RDF を利用した推薦手法を提案した。PBL で学生が必要とする情報を個々に推薦するためにユーザプロフィールを利用した推薦手法を提案した。以上の提案手法に基づく教育コンテンツ推薦システムを実装し、実験により授業資料の推薦とその補足や詳細の説明となる Web ページの推薦によって学習を効率化できることがわかった。

今後は、学生の学習履歴を踏まえた推薦を目指す。本稿の提案では、学生が基礎から応用のどこまで学んだかを踏まえて、推薦する情報を選ぶことができない。そのため、学生の学習を新たなプロフィールとして利用することを検討する。それらの実装から、大場らが提案する実践型 ICT 教育システムの実現に向けて、学生の学習動向の収集や傾向の分析、学習コンテンツへ反映する機能を検討していく。

謝辞

本論文は科研費(23591158) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 井上明: “PBL 情報教育の学習効果の検証(<特集>若手の会,PBL(Project-Based Learning))”, 情報処理学会研究報告. 情報システムと社会環境研究報告, vol. 2007, no. 25, pp. 123-130, Mar. 2007.
- 2) 大島信幸: “IPA における産学連携 IT 人材育成の取組み-次代を担う高度 IT 人材の継続的な育成に向けて (特集 高度 IT 人材育成の軌跡-IT トップガン構想から先導的 IT スペシャリスト育成まで)”, 情報処理, vol. 52, no. 10, pp. 1268-1274, Oct. 2011.
- 3) 松浦佐江子: “実践的ソフトウェア開発実習によるソフトウェア工学教育(分析・設計技法,<特集>ソフトウェア工学の理論と実践)”, 情報処理学会論文誌, vol. 48, no. 8, pp. 2578-2595, Aug. 2007.
- 4) 藤原哲, 大場みち子, 山口琢, 奥野拓, 伊藤恵: “特徴語と RDF を用いた情報推薦手法の提案”, 情報処理学会研究報告. 情報学基礎研究会報告, vol. 2013, no. 2, pp. 1-6, Sep. 2013.
- 5) 中川裕志: “出現頻度と接続頻度に基づく専門用語抽出”, 自然言語処理, vol. 10, no. 1, pp. 27-45, 2003.
- 6) B. Ducharme: Learning SPARQL: Querying and Updating With Sparql 1.1, Annotated 版. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates Inc, 2011.
- 7) 大場みち子, 山口琢, 伊藤恵, 奥野拓: “実践型 ICT 教育システムの提案”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, vol. 2014, no. 6, pp. 1-4, May 2014.
- 8) 安永航, 大場みち子, 奥野拓, 伊藤恵, 山口琢: “PBL を対象としたインフォーマルラーニング環境の構築”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, vol. 2013, no. 10, pp. 1-7, Oct. 2013.