

セマンティック Web に基づく適応的な教材検索と リコメンデーション機能

中村 佳祐[†] 齋藤 健司[‡] 斎藤 一[¶] 前田 隆[¶]

北海道情報大学大学院[†] 北海道情報大学経営情報学部[‡] 北海道情報大学情報メディア学部[¶]

1 はじめに

近年 e ラーニングの普及に伴い、これまでに様々な教育・学習システムが提案・構築されているが、一般に、教材の構造は固定されており、提供されたものを学ぶ形態がほとんどである。他方、学習者の学習目標に応じた教材の選択が望まれているが、学習目標に対応する教材群の内容や相互関連などの知識がないため、学習者自身によって問題を解決する適切な教材の検索は容易ではない。その際にも、標準化されたメタデータのみならず、教育的な知識を含む意味的情報を利用し、学習者が学習目標や学習状況に応じた教材を適応的に獲得できるようにする仕組みが求められている。

本稿では、学習者の直面する学習状況に対応する適切な教材を適応的に検索し、教材を学習者へリコメンデーションする教材検索エージェントを実装する。

2 セマンティック Web 技術と学習教材への応用

2.1 セマンティック Web 技術の動向

セマンティック Web は、1998 年頃に Tim Berners-Lee が提唱した技術である。セマンティック Web 技術では、メタデータを記述する標準的な方法や、それらを意味的に関連付けるオントロジーが定義されており、それぞれ RDF, RDFS, OWL として規格化されている。また、RDF スキーマや OWL には、クラス関係などのセマンティクスが組み込まれており、これを用いた包含関係などの推論を行うことが出来るが、より複雑な推論規則を記述するために、より豊かな表現力を持つ規則記述言語の開発が進められているが、標準的な方法は定まっていない。

2.2 セマンティック Web 技術と e ラーニング

セマンティック Web 技術は、e-ラーニングにおいて学習教材への索引付けと検索を行うために必要な関連付けを実現する方法を提供する。これにより、Stojanovic らは意味的な検索や学習教材の概念的なナビゲーションが可能になるとしている[1]。

Stojanovic らは、セマンティック Web 技術を e-ラーニングに適用した場合の潜在的利点については言及したが、実装には至っていない。

本研究においては、セマンティック Web 技術を応用した教材推論エージェントを実装し、そのシステムと動作について議論する。

[†]「Adaptive Reasoning and Recommendation Function for Learning Materials based on Semantic Web」

[‡]「Keisuke Nakamura・Graduate School of Hokkaido Information University」

[‡]「Kenji Saito・Faculty of Business Admin. and Information Science, Hokkaido Information University」

[¶]「Hajime Saito, Takashi Maeda・Faculty of Information Media, Hokkaido Information University」

3 e ラーニングにおける教材推論エージェント

3.1 e ラーニング用教材とセマンティック Web 応用

e ラーニングシステムにセマンティック Web 技術を適用する事で学習者、LO 等システムに関わる人や物概念を記述可能にするだけではなく、異なるシステム間で利用可能な共通の知識（オントロジー）を与える事ができるようになる。さらに、これらセマンティック Web で書かれた知識を有効に利用するため、ルール推論を用いたエージェントを導入する事で学習者に適応的な自動ナビゲーションが可能になる。

3.2 教材推論支援と推論サービス

ここでは、3.1 節で述べた教材推論支援を行うエージェント及びその中核を担う推論サービスを実現するシステム構成について議論する。ここでいう推論サービスは、セマンティック Web 技術で記述されたデータとルールに基づいた推論を実現する、Jena ベースの推論エンジンの実装を Web サービス化したものであると定義し、推論サービスを教材推論支援のために実装したものを教材推論サービスと定義する。

教材推論支援機能として推論サービスをベースに実装される教材推論エージェントは推論を利用する事でより学習者に適応的な学習教材を提供する事を可能にする。LMS (クライアント) には Ajax の手法で実装した教材推論エージェントを用意し、推論には教材推論サービスを呼び出す事で推論を実行する仕組みである。

3.2.1 推論サービス概要

本システムの推論機能は、RDF データのとして存在している事実に対して、ルール言語で記述された規則が適用され、RDF データに対する推論が開始される。推論で導き出された結果は、新しい RDF データとして追加される。RDF データに対して、RDF クエリを用いた検索や抽出を行うことで推論結果を取り出すことができる。この推論機能を提供する Jena[2]は Java をベースとした RDF によって記述された知識を処理するための様々な機能を提供する API 群である。Jena は、また、この推論システムはオントロジーの公理を展開するだけではなく、前向き推論、後向き推論も行う事ができる。次に、この Jena を推論サービスとして実装した図を Fig.1 に示す。

サーバ側は大きく分けて 2 つの機能から構成され、ひとつは Jena をベースとした推論エンジンである。もうひとつは、推論機能を Web サービス化するための基盤技術を提供する Axis2 を採用した Web サービス機能である。推論エンジンおよびそのアプリケーション群

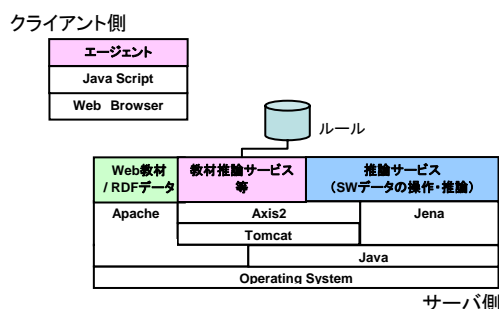


Fig. 1 エージェントの基本システム構成

のサービス化を実現する Axis2 で REST[3]を用いた通信を行う事ができる。推論サービスでは、以下のような機能を提供し、それらを自在に組み合わせ、ルールを与える事で様々な処理を実現する。

1. ルール推論 (前向き推論および後向き推論)
2. オントロジー推論
3. SPARQL を用いた RDF 検索
4. ルール・オントロジー管理 (追加, 更新, 削除など)
5. オントロジーに基づく知識の矛盾を排除

次にクライアント側についてであるが, Ajax[4]の方法に基づいた実装となっており, REST によって推論サービスを呼び出すような仕組みになっている。

このシステム構成の利点は, 構成が非常にシンプルである事, システムの機能拡張などに対しても, Ajax と Web サービスという構成から柔軟に行う事が可能である点が挙げられる。

3.2.2 ルール記述

推論サービスを実装したエージェントの動作はルールによって決める事ができるので, LMS の機能拡張にもエージェントは柔軟に対応する事ができる。

ルールは基本的にトリプルの形で書く。またトリプル以外にビルトイン (builtin) を含めることができる。ビルトインは, 標準入力や, 条件判断, 数値計算を行うなどの機能を提供する。Jena において元から定義されているビルトイン以外に独自に定義する事が可能である。ビルトインを独自に定義することによって Java が本来持っている膨大なクラスやメソッドを利用した高機能なエージェントを開発する事ができる。

また, エージェントの動作を記述しやすいうように, エージェントおよび学習者の状態を, LMS からのデータ入力によって状態を遷移させ, その状態に基づいた出力を得るという形式で処理を行うことが可能な有限状態機械 (FSM) の計算モデルに基づく汎用的な FSM 実装ルールを記述し, FSM を実装する。有限状態機械の定義は RDF の記述形式のひとつである Notation3 によって記述する。

3.3 教材推論サービスの実装と LMS との連携

推論サービスを用いた教材推論を行うためには, 推論サービスに教材推論ルールを読み込ませ, 教材推論サービスとして実装する必要がある。教材推論サービスが実装できたら, 教材推論サービスに対して学習教材や学習者などに関する知識を RDF データにしたものを読み込ませると, 自動推論が開始される。クライアントから新たに RDF データの追加があれば, それ

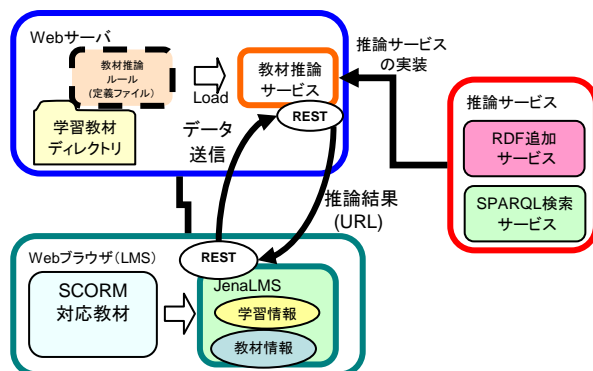


Fig. 2 エージェントの基本システム構成

をきっかけに推論機能が起動し実行することができる。

また, 実装された教材推論サービスは LMS 側に実装された JenaLMS により REST を利用して呼び出される。教材推論サービスはルールに基づいた推論結果から推薦する教材の URL を返してくる (Fig.2)。

なお, JenaLMS は SCORM 教材から得られた情報をトリプルの形にして, サービス側へ推論要求を行うような機能を Ajax の方法で実装している。

4 教材推論エージェントの実験と結果

我々は SCORM 教材の自動採点機能から取得したテストの点数に応じて, FSM の方法に基づいてその状態に応じた教材をリコメンデーションするルールを実装し, エージェントの動作実験を行った。その結果, エージェントは URL を推論で導き出し, 検索することができた。より高度なレベルのルールについては, この論文を執筆時点でまだ試験中である。

5 おわりに

我々は, 学習者の直面する学習状況に対応する適切な教材を適応的に検索し, 教材を学習者へリコメンデーションする教材検索エージェントを提案し, それを実現するシステムを構築した。また, そのシステム構成を示した。推論サービスと教材推論ルールに従って動作する教材推論サービスを実装し, 実際に動作させることに成功した。今後は, このエージェントを実際の eラーニング環境へ実装する。

謝辞

本研究は JSPS 科学研究補助金・基盤研究 B (課題番号 17300271) により一部補助されています。

参考文献

- [1] L. Stojanovic, S. Staab and R. Studer: eLearning Based on the Semantic Web (Proceedings of WebNet 2001 - World Conference on the WWW and the Internet), http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/Publ/2001/WebNet_Istststst_2001.pdf, 2001.
- [2] HP Lab. Jena Documents: Jena Semantic Web Framework, <http://jena.sourceforge.net/>.
- [3] Roy Thomas Fielding, Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, CHAPTER 5: Representational State Transfer (REST), 2000.
- [4] Jesse James Garrett, Ajax: A New Approach to Web Applications, <http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php>, 2005.