

学習教材検索システムにおける セマンティック Web を用いた推論について

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、教育界での e-ラーニング利用への関心が高まっているが、学習者が e-ラーニングにおいて学習目標や学習環境に応じて関連する知識を的確に獲得できるようにする事が求められている。

本研究では、これらの問題を解決するためにセマンティック Web 技術と Prolog を用いた推論・検索システムについて考察する。このシステムは教材間の関係をセマンティック Web 技術で記述し、Prolog で推論を行う。これらの仕組みは、e-ラーニングシステムにおいて教材を利用する上での自動ナビゲーションを可能にするものである。本稿では、この機能を実現する推論エンジンの仕組みについて説明し、e-ラーニングへの応用について議論する。

2 基礎的検討

2.1 セマンティック Web 技術適用の潜在的利点

セマンティック Web 技術は、e-ラーニングの要求（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）を満たす方法を実現してくれる。これにより、Stojanovic らは意味的な検索や学習教材の概念的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 技術を用いて学習教材間の関係を記述し、当面 Prolog を用いて実現する方法を考える。

2.2 RDF, RDFS を Prolog で利用する

RDF, RDFS を Prolog で扱う事ができるパッケージとして、SWI-Prolog の rdf パッケージ[2]および semweb パッケージ[3]が開発されている。しかし、これらのパッケージでは、OWL を Prolog で利用する事はまだ実現されていない。また、RDF においても 3 つ組みへの変換は可能であるが、それを推論する機能に関しては定義されていない。本研究では、RDF, RDFS, OWL で書かれた意味情報を用いた Prolog による推論を行うものとする。

[†]「A Reasoning Method using Semantic Web Technology in Learning Material Search System」

[‡]「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 セマンティック Web を用いた推論方法

本研究では学習教材間の関係を明確にすることで、学習者が教材を利用する上での自動ナビゲーションの実現できるシステムの開発を目指している。我々のシステムでは、Prolog で処理可能な推論機能を持ったサーバが e-ラーニングシステムのベースとなる CMS からの要求に従って、セマンティック Web 技術で記述された意味的な情報を処理する。また、1つのサーバ上で様々なルールを適用することによって、多様な推論・検索処理を行うように設計された。

3.1 RDF と Prolog のホーン節の関係

次に、推論エンジンの動作について RDF と Prolog の簡単な推論の例を用いて説明する。RDF のトリプルは、主語と目的語の二項関係を示す述語論理式に相当する。すなわち、[:Taro :Knows :連立方程式の解き方] というトリプルは、Knows(Taro, 連立方程式の解き方) というアトムで表現できる。

「太郎が連立方程式の解き方を知っているなら、太郎は一次方程式の解き方を知っている」という、含意を持つ命題を考える。この命題は次のようなホーン節の表現と対応づけられる。

knows(taro, 連立方程式の解き方)

:- knows(taro, 一次方程式の解き方). ... (1)

ただし、この命題の前件と後件をそれぞれ RDF のトリプルとして記述するためには、トリプルを表す一種のメタ・ノードを考えて、それを implies というアークで結ぶなどの方法を用いる必要がある(Fig. 1)。

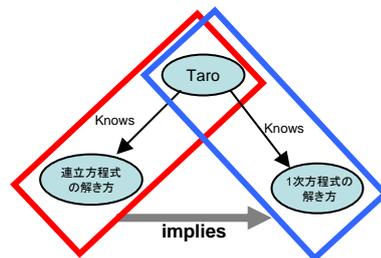


Fig.1 : RDF のトリプルとホーン節との対応関係

さらに、「taro」について変数「X」を導入することによって eq (2) に示されるように eq.(1) を一般化した形式にする。

knows(X, 連立方程式の解き方)

:- knows(X, 一次方程式の解き方). ... (2)

3.2 RDF で教材間の関係を表現する

3.1 節を踏まえて RDF を用いて以下のように学習教材間の関係を表現する事によって：

- ・教材 A は教材 B で必要とする (される)
- ・教材 A は教材 B の一部である (一部として持つ)
- ・教材 A は教材 B から参照, 引用される (する)
- ・教材 A は教材 B に準拠している

などの関係を明確にすることができる。従って, このシステムを用いる事で学習者の興味に応じた検索や自習カリキュラムの自動提案などが可能になる[4]。

例として, 学習者が Java によるネットワークプログラミングを学びたい場合の検索の仕組みについて説明する。Taro は Java によるネットワークプログラミング教材に興味を持っているとする。この情報を我々は「interestedIn」というプロパティでこの関係を記述する。また requires, isRequiredBy, haspart といったメタデータを用いる事で次のような教材間の関係を表現できる:

- ・ Java の教材は Java によるネットワークプログラミングの教材に必要とされる。
- ・ Socket の教材は Java の教材をその一部として持つ。
- ・ Socket の教材はプロトコルの教材を必要とする。
- ・ Java によるネットワークプログラミングの教材はプロトコルの教材を必要とする。

これらの教材間の関係は, 教材を提示する順序を有効に示してくれる。Taro がシステムに要求したのは Java によるネットワークプログラミングに興味を持っているという事だけである。

これはシステムが RDF で記述された Metadata を用いて関連している教材の順序付けを行ったのである。RDF で記述された教材間の関係は, 学習者の要求に応じた検索を実現する。これは e-ラーニングで学習者の自動ナビゲーションを実現する上で核となる有効な技術である。

3.3 RDF で記述された情報の推論

このシステムにおいて RDF で記述された教材や学習者ごとの情報について Prolog を用いて推論する方法を図に示す(Fig.2)。

RDF で記述された情報は SWI-Prolog によってトリプルへ変換される。これを Prolog 形式の事実とし, さらに Prolog 形式で記述されたルールを用いて推論を行う。推論の結果は, 教材の検索に利用される。「教材 <https://ks1.org/test.html> はドリル形式の教材である」という RDF/XML で記述されたソースを SWI-Prolog によってトリプルへ変換した実行結果を次に示す(Table.1)。

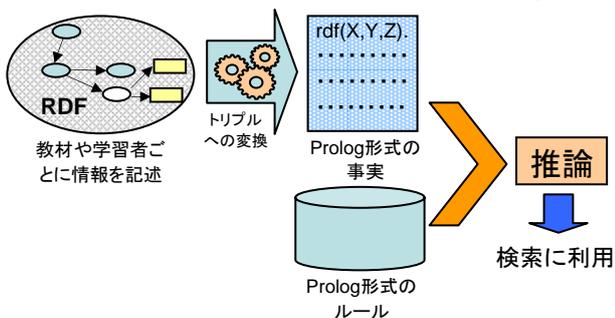


Fig.2 : RDF を Prolog で推論する

<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <!ENTITY a "http://x316.do-johodai.ac.jp/knack/pro1#"> <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:a="http://x316.do-johodai.ac.jp/knack/pro1"> <rdf:Description rdf:about="https://ks1.org/test.html"> <a:isa rdf:resource="&a;drillTM" /> </rdf:Description> </rdf:RDF></pre>	<pre>?- load_rdf('test.rdf',X), X = [rdf('https://ks1.org/test.html', 'http://x316.do-johodai.ac.jp/knack/pro1isa', 'http://x316.do-johodai.ac.jp/knack/pro1#drillTM')] Yes</pre>
--	--

Table.1 : RDF/XML ソースをトリプルに変換

4 特徴と課題

4 章では以上の推論方法を実装した学習教材検索システムの特徴, 今後の課題について論じる。

4.1 学習教材検索システムの特徴

このシステムの利点は新しいルールを追加することで1つのシステム上で様々な目的に応じた推論を実現できる事である。例えば, 学習教材の知識や学習支援を含む教授法[5]についての推論を行う時は, 必要な規則を追加できる。

4.2 ウェブ・オントロジーの導入

現在, RDF や RDFS を Prolog で扱うことのできる SWI-Prolog のパッケージでは RDF や RDFS で記述されたデータにより強力な語彙を与える為の OWL を扱うことができない。このシステムの推論エンジンをより強力なものにする為には, OWL についても推論を可能にする具体的な方法を開発する事が必要である。

5 おわりに

我々は学習者が Web 教材を利用する上での自動ナビゲーションを実現するセマンティック Web 技術を用いたシステム実現の見通しを明らかにし, その推論エンジンについて述べた。この推論エンジンをより強力なものにする為には, OWL を推論機能に組み込む方法を開発する必要がある。

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_Istssstrst_2001.pdf , 2001.
- [2]SWI-Prolog RDF parser , <http://www.swi-prolog.org/packages/rdf2pl.html>
- [3]SWI-Prolog/XPCE Semantic Web Library , <http://www.swi-prolog.org/packages/semweb.html>.
- [4]中村 佳祐・齋藤 健司・齋藤 一・前田 隆 : セマンティック Web 技術を用いた学習教材検索システム, 情報処理北海道シンポジウム, 2005.
- [5]小笠原 有正・齋藤 一・齋藤 健司・前田 隆 : 学習者に適した教授法と教材作成に関する検討 , 情報処理北海道シンポジウム , 2005.