

1R-8

オントロジ上の推論機構と推論エンジンの設計開発

湯本 純也[†] 大益 知佳[‡] 藤村 幸平[†] 富樫 敦[†]

[†]宮城大学事業構想学部デザイン情報学科 [‡](財) 仙台応用情報学研究振興財団

1. はじめに

個人のプライバシーとセキュリティ上の安全性を十分に確保したネットワークを構築する「健康福祉のための先進的エージェント・ネットワークに関する研究」(以下「健康福祉プロジェクト」)が総務省により採択された。この上で、市民から発せられる多岐にわたる要求や質問に対して、その背景と意味を十分に理解し適切に回答できる高度な健康福祉サービスを実現するため、先進的・ネットワーク技術を確立する。この目的を達成するため、(1) 高次セキュリティ機構、(2) エージェント間コミュニケーション機構、(3) 高次指紋認証機構付きモバイル GUI 端末、(4) 先進的エージェント技術、に関する基幹技術の研究開発を行う。

健康福祉サービスを提供するシステムの全体像は図 1 の通りである。ユーザが発したクエリに対し、ユーザエージェントはオントロジに格納されているユーザの情報とともにオントロジエージェントにクエリを渡す。オントロジエージェントはメタオントロジを用いてクエリを分割し、それぞれのドメインエージェントに分割されたクエリを渡す。また LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) を用いて個人情報などを分散的に管理する。

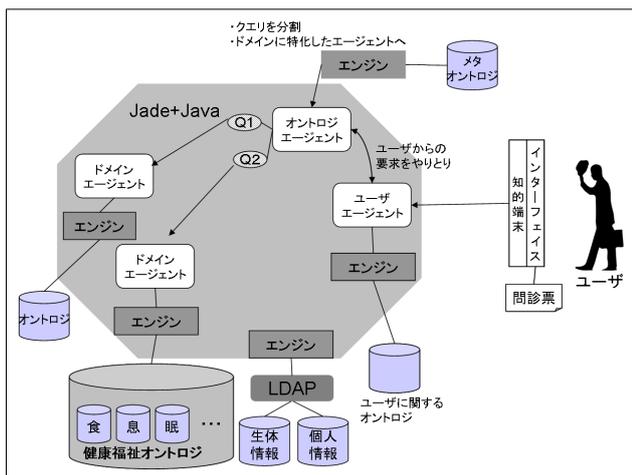


図 1: 健康福祉プロジェクトの全体像

本論文ではオントロジを用いた推論システムに焦点を当て、その推論機構と推論エンジンの設計開発を行う。

2. セマンティック・ウェブと知識

2.1 セマンティック・ウェブ

セマンティック・ウェブ^[1](以下「SW」)とは、内容に関する情報(メタデータ)をウェブページに持たせることでコンピュータがその内容を理解できるようにし、情報を自動的に処理させる技術である。この技術が実現すれば、ウェブそのものを共有知識ベースとして利用することができるようになる。

現在は、オントロジ層までは開発が進み、今後ルール層以降が課題となっている。SW の階層構造、また各階層の目的は表 1 を参照されたい。

レイヤー	役割
Trust	文脈や Proof, 暗号化と電子署名により、エージェントが示した結果の信頼性を判断
Proof	エージェントの処理の履歴, 処理理由など, 結果を導いた根拠を示す
Logic	暗号化
Rule	電子署名
Ontology	一階述語論理などを用いた知識の記述と, それに基づくエージェントの処理
RDF Schema	問い合わせ, フィルタリングを可能にする共通基盤としての論理の定義
RDF MS	より精密な語彙の定義と, 複数のスキーマの関係づけ・融合を可能にする推論
XML/Namespace	語彙(クラス, プロパティ)を定義する手段の提供
URI/Unicode	機械処理可能なメタデータの表現(データモデル)
	処理が容易な記述言語(XML)と複数語彙の区別・混在を可能にするメカニズム(名前空間)
	リソースのグローバルな識別 (URI) とグローバルなデータ表現 (Unicode)

表 1: 階層構造と各層における目的

今回焦点を当てるエンジンは、SW におけるルール層・ロジック層を考慮して設計開発を行う。

2.2 オントロジとルール

オントロジは、W3C(World Wide Web Consortium)で標準化が行われている OWL^[2](Web Ontology Language)を用いて記述する。内容は「食」「息」「眠」などの健康に関する概念である。またオントロジの構築にはオントロジ構築ツールである Protégé^[3]を用いる。

ルール記述は Semantic Web Rule Language^[4](以下「SWRL」)を用いて行う。SWRL は、推論ルールを XML 形式での表現を可能とした RuleML^[5](Rule Markup Language)と OWL の組み合わせからなっており、2004 年 5 月に W3C によって提案された。これによりオントロジの構築時に定義したプロパティ・クラスなどをその性質を損なうことなくルールで利用できる。

SWRL によるルールの記述例を図 2 に示す。ここでは「<http://www.w3.org/2003/11/ruleml#>」を「ruleml」、<http://www.w3.org/2003/11/swrlx#>」を「swrlx」に、名前空間としてマップしている。まず、ルールは<ruleml:imp>のタグで囲まれ、その中には URI ベースのルール名を定義する<ruleml:rlabel>タグ、ルールの LHS を表す<ruleml:body>タグ、ルールの RHS を表

Inference Mechanism over Domain Ontologies and Its Implementation

[†] Junya YUMOTO, Kohei FUJIMURA, Atsushi TOGASHI, Miyagi University, School Of Project Design, Department of Spatial Design and Information Systems

[‡] Chika OEKI, Sendai Foundation for Applied Information Sciences

す<ruleml:_head>タグからなる。図 2 に示した例は、以下の内容を意味している。

$hasUncle(?x1, ?x3) \leftarrow$
 $hasParent(?x1, ?x2) \wedge hasBrother(?x2, ?x3)$

```
<ruleml:imp>
<ruleml:_rlab ruleml:href="#example1"/>
<ruleml:_body>
<swrl:individualPropertyAtom swrlx:property="hasParent">
<ruleml:var>x1</ruleml:var>
<ruleml:var>x2</ruleml:var>
</swrl:individualPropertyAtom>
<swrl:individualPropertyAtom swrlx:property="hasBrother">
<ruleml:var>x2</ruleml:var>
<ruleml:var>x3</ruleml:var>
</swrl:individualPropertyAtom>
</ruleml:_body>
<ruleml:_head>
<swrl:individualPropertyAtom swrlx:property="hasUncle">
<ruleml:var>x1</ruleml:var>
<ruleml:var>x3</ruleml:var>
</swrl:individualPropertyAtom>
</ruleml:_head>
</ruleml:imp>
```

図 2: SWRL の記述例*1

3. エンジンの詳細

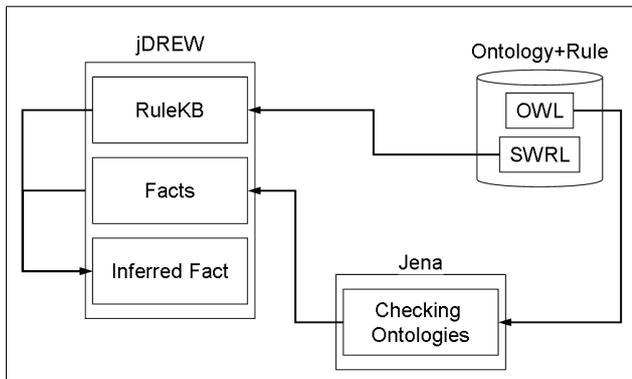


図 3: 推論システムの概要

本論文で提案する推論システムの処理の流れを述べる。

まず、構築済みのオントロジを SW のフレームワークである Jena^[6] によって解析する。Jena で提供されている機能を用いて、読み込んだオントロジに衝突・矛盾が存在しないかを確認するとともに、明示されていない関係を補足する。オントロジの点検が正常に終了した場合、OWL ファイルに記述されている情報を推論システムである jDREW^[7] の Fact として扱える状態に変換し、読み込ませる。

次に、SWRL ファイルに記述されているルールを jDREW の RuleKB に読み込ませる。この時にルールに記述されている、クラス・プロパティ等が OWL ファイルで定義されているものか点検し、正常に終了した場合、SWRL で記述されたルールを jDREW で扱える形に変換しながら RuleKB に保存する。

最後に、jDREW が内部的に保持しているルール (RuleKB) とファクト (Facts) を使い jDREW の機能を利用し推論を行い、結果をエージェントに提供する。以上の処理を図 3 に示す。

4. まとめ

オントロジ記述言語 OWL で表現されたオントロジと、OWL と Description Logic レベルのルールから生まれたルール記述言語 SWRL を用いた推論システムを提案した。オントロジの読み込みには Jena を、ルール推論エンジンとして jDREW を、オントロジ構築に Protégé など既存のツールを利用した。

しかし今日では、オントロジはより大きなものになり、巨大なオントロジを効率良く扱う推論エンジンの必要性が高まっている。今後の課題として、効率的且つ効果的な推論機構の開発が必須である。また、個々人の「健康」の概念は当然異なってくる。その差を埋めるようなオントロジの利用法も健康福祉プロジェクトにおける推論システムには必要になってくる。

謝辞

本研究は総務省「戦略的情報通信研究開発推進制度」において、「健康福祉のための先進的エージェント・ネットワークに関する研究」が採択されその一部として実施したものである。研究の機会を与えて頂いたことに感謝する。

参考文献

- [1] Semantic Web, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/2001/sw/>.
- [2] Web Ontology Language OWL, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/owl-features>.
- [3] The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System, <http://protege.stanford.edu/>.
- [4] A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [5] The Rule Markup Initiative, Harold Boley, Said Tabet, <http://www.ruleml.org/>.
- [6] Jena Semantic Web Framework, Hewlett-Packard Development Company, <http://jena.sourceforge.net/>.
- [7] jDREW Java Deductive Reasoning Engine for the Web, <http://www.jdrew.org/jDREWWebsite/jDREW.html>.
- [8] The Web KANZAKI, Masahide Kanzaki, <http://kanzaki.com/>.
- [9] 健康福祉のための先進的エージェント・ネットワークに関する研究, <http://www.myu.ac.jp/~togashi/scope>.

*1 <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>より引用