

オントロジ上の推論機構と推論エンジンの設計開発
Inference Mechanism over Domain Ontologies and Its Implementation

湯本 純也[†] 富樫 敦[‡]
Junya YUMOTO Atsushi TOGASHI

1 はじめに

1.1 背景と目的

次世代 Web 技術としてセマンティック Web^[2] が注目されている。セマンティック Web は表 1 に示すような、技術から成るとされている。現在は Ontology 層まで標準化が終了しており、今後は Rules 層以降の標準化が目標となっている。

一方、医療・健康福祉に関する問題も顕著になっている。高齢者の割合が、2000 年には 17.4% であったが、2020 年には 27.8% に達すると予想されている。また、医療費、生活習慣病の増大といった問題も軽視することはできない。すべての都道府県において、健康増進計画が策定されるなど、今後の日本の健康について、国家レベルの対策がなされている。

このような背景のもと、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」^[1](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認する。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概観を図 1 に示す。本論文では、オントロジを用いた推論に焦点を当て、その推論機構と推論エンジンの設計開発を行う。

1.2 なぜセマンティック Web か

現在のウェブシステムは、シンタックスのみを提供している。例えば、検索はテキストのパターンマッチングで提供されている、コンテキストなどは考慮していない。また検索結果の中にはユーザの意図していないものが、表示されることも少なくない。検索結果が比較的少ない場合はユーザにかかる負荷は少ないが、膨大な検索結果の中から本当に必要なものを選択することは、相当の負荷になる。さらに、一度リンクが切れてしまうと、再び同じリソースを探し出すことが困難になる。

表 1 階層構造と各層における目的

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	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
Rules	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
Ontology	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
RDF Schema	語彙(クラス、プロパティ)を定義する手段の提供
RDF MS	機械処理可能なメタデータの表現(データモデル)
XML/namespace	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)
URI/Unicode	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)

このような問題を解決するためにセマンティック Web が注目されている。セマンティック Web は、形式化されたメタデータを Web ページに付与することで、人間が理解するだけでなく計算機も理解可能な Web を実現するものとして、研究が進められている。さらに、セマンティック Web の技術を利用することで、情報の分散化や信頼性の確認、処理の自動化が容易になると考えられ、健康福祉プロジェクトにおいても有用である。

2 医療診断システム MYCIN

MYCIN は 1970 年代中頃にスタンフォード大学によって開発されたエキスパートシステムである。主に伝染性血液感染分野に適用され、医師をサポートするシステムとして利用されていた。MYCIN は、患者の症状を入力することによって、感染原因を診断し、最適な治療計画を出力する。約 1000 の宣言的知識と約 450 の手続的知識を持ち、推論機構として後ろ向き推論のプロダクションシステムを利用している。

健康福祉システムと MYCIN の大きな違いは、健康という概念の捉え方である。MYCIN では病気でない状態を健康としているのに対し、健康福祉システムでは WHO の健康の定義¹にもあるように、肉体だけではなく精神の状態も考慮した健康を扱う。

健康福祉システムでは、脈拍等の生体情報や健康に関する知識を入力すると、ユーザの健康状態を把握し、適切な健康アドバイスや情報を提供することを目指す。健康に関する知識は、概念体系を Web Ontology Language OWL^[4] を用いて記述し、概念間のよりグローバルな関係を Semantic Web Rule Language SWRL^[6] を用いて記述する。

3 プロトタイプの概要

3.1 全体像

実装したシステムの全体像を図 2 に示す。システム実現において、知識の表現には 2 節で記述したように OWL と SWRL を用いる。推論エンジンとして jDERW^[7] を、OWL・SWRL

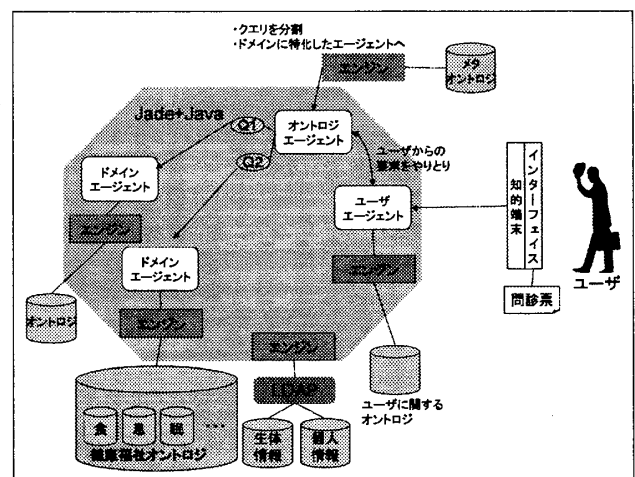


図 1 健康福祉プロジェクトの全体像

[†] 宮城大学大学院事業構想学研究所, Graduate School of Project Desing, Miyagi University

[‡] 宮城大学事業構想学部, School Of Project Design, Miyagi University

¹ 完全な肉体的、精神的及び社会的福祉の状態であり、単に疾病または病弱の存在しないことではない

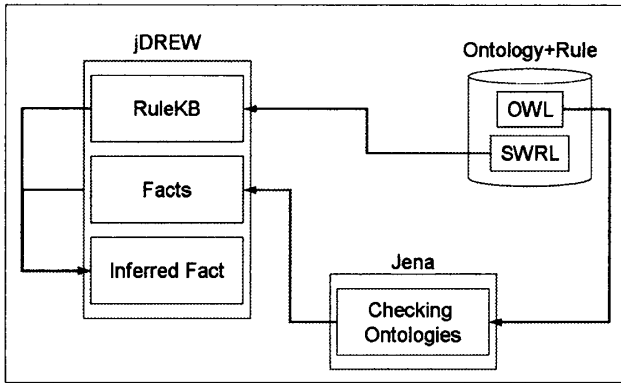


図2 推論システムの概要

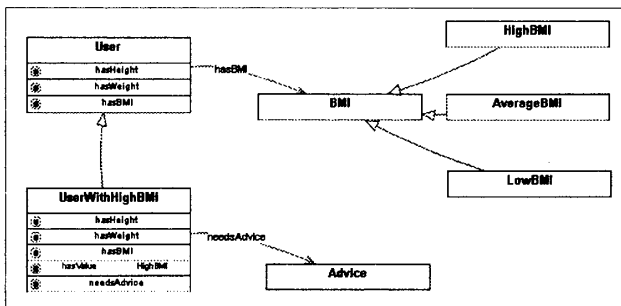


図3 構築したオントロジのクラス図

のパースとして Jena^[8] を利用した。また、OWL・SWRL ファイルの作成には Protégé^[9] を利用した。

つぎに、処理の流れについて詳しく見ていく。

まず、構築済みのオントロジを Jena 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 の Fact として扱える状態に変換し、読み込まれる。jDREW が扱える状態とは、Prolog などを用いられる “v(s,o)” のような形式である。

次に、SWRL で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 が保持している知識を用い jDREW の機能を利用し推論を行い、結果を出力する。

3.2 動作検証

実装したシステムの動作検証のために図3に示すクラスを作成した。User クラスは身長と体重、そしてそれから導出される BMI²を持つ。BMI の値が高い人を User クラスを継承して UserWithHighBMI クラスを定義し、そのような人はアドバイスが必要である、ということを表している。

体重 80kg, 身長 170cm であるような U1 を User クラスのインスタンスとして定義した。体重と身長が与えられているので BMI を計算・簡単化し、27.5 という値が得られたとする。27.5 は BMI の値としては高いので、HighBMI クラスのインスタンスとして定義する。

しかし、このままでは U1 は User クラスのインスタンスであるのでアドバイスを必要としているかどうかはわからない。そ

² BMI=体重(kg)/身長(m)²

```
new resolvent a('U1','UserWithHighBMI').
Selected newFact ':hasAdvice'('userWithHighBMI','肥満気味です. . . .').
new resolvent print(YB):-'hasAdvice'('userWithHighBMI',YB).
new resolvent print('肥満気味です. 食事を控えるか運動をしましょう. . . .').
```

図4 推論結果

ここで次のようなルールを用いることで、U1 を UserWithHighBMI クラスのインスタンスとして再定義する。

$$User(?x) \wedge HighBMI(?y) \wedge hasBMI(?x,?y) \Rightarrow UserWithHighBMI(?x)$$

これらの、知識を用いて推論を行わせた結果の一部を図4に示す。最後の行に“肥満気味です。食事を控えるか運動をしましょう。”とあるように今回期待した結果(アドバイス)が導出できた。

4 まとめと課題

OWL で表現されたオントロジと、SWRL で記述されたルールを用いた推論システムを提案した。オントロジ・ルールの読み込みには Jena を、推論エンジンとして jDREW を、オントロジ構築・ルール記述に Protégé など既存のツールを利用した。

しかし、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よ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、効率的か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」の概念は異なってくる。その差を吸収できるようなオントロジの利用法やルールの記述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る。さらに、生態情報を蓄積し利用する場合、時間の経過を考慮しなくてはならないので、様相を考慮したルール記述言語が必要であり、SWRL の拡張が必須になる。

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] 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>.
- [2] Semantic Web, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/2001/sw/>.
- [3] Resource Description Framework RDF, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/RDF/>.
- [4] Web Ontology Language OWL, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/owl-features>.
- [5] The Rule Markup Initiative, Harold Boley, Said Tabet, <http://www.ruleml.org/>.
- [6] A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [7] jDREW Java Deductive Reasoning Engine for the Web, <http://www.jdrew.org/jDREWWebsite/jDREW.html>.
- [8] Jena Semantic Web Framework, Hewlett-Packard Development Company, <http://jena.sourceforge.net/>.
- [9] The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System, <http://protege.stanford.edu/>.
- [10] The Web KANZAKI, Masahide Kanzaki, <http://kanzaki.com/>.