

健康アドバイス導出のための領域オントロジと推論ルール

Domain Ontology and Inference Rules for Deriving Health Advice

和泉諭†

栗山大†

富樫 敦

加藤 靖十

高橋 薫 十

Satoru Izumi Dai Kuriyama Atsushi Togashi Yasushi Kato Kaoru Takahashi

1. はじめに

高齢社会の到来、医療費の増大、疾病構造の変化といったことから、人々が健康な生活を送れるような健康福祉サービスが求められている。そこで我々は「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」(健康福祉プロジェクト)[1]の一環として、ユーザに適切な健康アドバイスを提供するためのシステムの構築を行っている。このシステムでは、ユーザの健康状態をモバイル端末やセンサデバイスなどによって監視し、健康状態やユーザからの問い合わせを考慮した健康アドバイスを、ネットワークを通じて提供することを目指している。本システムでは、よりの確なアドバイス導出を目指すために、健康に関する専門知識をオントロジを用いて構成する。さらにアドバイスを導出するための推論ルールを設定し、それらに基づいて、推論エンジンがユーザに合った健康アドバイスを導出する。

本稿では、特に人と健康状態、運動、そして食事との関わりに注目し、オントロジを構成する。また、オントロジに基づいてユーザの健康状態や目標に合った適切な運動や食事のアドバイスを提供するような推論ルールを導入する。

以下、2節で本システムの概要について述べる。3節では健康に関するオントロジを述べ、4節では適切な健康アドバイスを導出する推論ルールを与える。最後に5節でまとめと今後の課題について述べる。

2. システム概要

本研究において、構築する支援システムの構成を図 1 に示す。

ユーザはセンサデバイスを装着し、それにより血圧や脈拍といった生体データを取得する。取得されたデータはモバイル端末へ送られる。モバイル端末に蓄積された生体データはデータベースへ送られ管理される。ユーザはデータベースで管理された情報をモバイル端末を通じて、自由に閲覧できる。

また、ユーザはネットワークを通じて、システムに対して、健康アドバイスを要求したり、運動や食事等に関して何らかの質問をすることができる。その場合、推論エージェントがデータベースから必要なデータを取得し、推論エンジンで処理可能な形式に変換する。そしてそれらと、予め与えられていたオントロジーや、健康アドバイスや質問応答のためのルールをもとに推論エンジンが推論を行い、ユーザの健康状態に適した健康アドバイスや、質問に対する適切な回答を導き出す。

3. 健康に関するオントロジ

本システムにおいて、人間の健康状態と運動、食事との関わりを記述するためにオントロジ (ontology) を用いる。オントロジを利用することで、従来の知識ベースでは表現されていない概念の意味や概念間の関係を表すことができ、より高度な推論が行える。特に本研究においては、人間の生体情

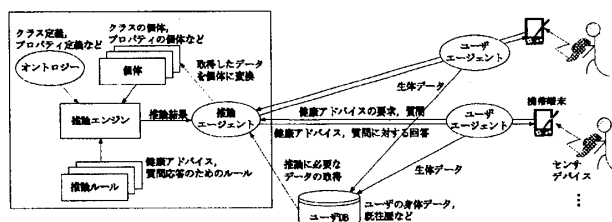


図1 システムの概要

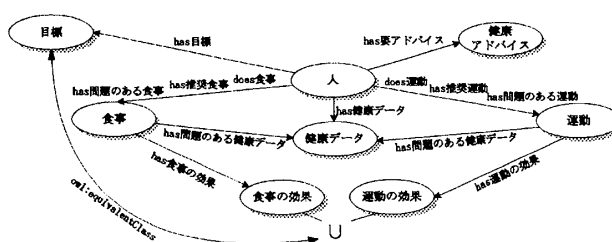


図2 健康に関するオントロジ

報や運動、食事の効果等の意味を機械が理解し、より適切な健康アドバイスを導出できると期待される。

健康に関するオントロジは OWL(Web Ontology Language)[2] を用いて記述する。図 2 に本研究で現在までに記述したオントロジの中核を示す。楕円は概念(クラス)を表し、クラス間の関係(プロパティ)は矢印で表現される。さらにプロパティ名が矢印に付与されている。プロパティには、owl:equivalentClass, has, does などがあり、owl:equivalentClass は「同等なクラス」、has は「～をもつ」、does は「～を行う」といった意味を表している。

このオントロジーにおいて、人は健康データと目標を持っている。また、人は運動(食事)といくつかの関連がある。運動(食事)する種類を does 運動(does 食事)、推奨される運動(食事)を has 推奨運動(has 推奨食事)、行うことに問題のある運動(食事)を has 問題のある運動(has 問題のある食事)で示す。運動(食事)は運動の効果(食事の効果)を持ち、さらに、運動(食事)を行うのに問題のある健康データを持つ。健康アドバイスは人の目標の達成のための運動(食事)についてのアドバイスを表している。目標と運動の効果(食事の効果)は同等クラスであり、ある人が行う運動の効果(食事の効果)が、その人の目標と一致することを想定している。また、図中では省略してあるが、人はサブクラスとして肥満の人、高血圧の人といったクラスを持つ。健康データは身体データを持ち、身体データは身長、体重、血圧、BMI 等といったデータ値をとるプロパティを持っている。さらに健康データは病歴を持ち、病歴は、現病歴、既往歴といったサブクラスを持つ。また、病歴は病気を持つ。

各クラスは実体（個体）を持っている。人は実際にシステムを利用するユーザを個体として持ち、健康データは各ユーザのデータを個体として持つ。運動は“ジョギング”、“筋力トレーニング”、“水泳”といった具体的な運動を個体として持ち、食事は“ご飯”、“野菜サラダ”といった具体的な食事を個体として持つ。目標の個体には“心肺機能を高めたい”、

† 仙台電波工業高等専門学校

† 宮城大学 事業構想学部デザイン情報学科

“減量したい”, “骨を丈夫にしたい”, “癌を予防したい” などがあり, 運動の効果の個体には “心肺機能を高める”, “筋力を高める”, “減量” などがある. 食事の効果には “骨を丈夫にする”, “貧血を予防する”, “癌を予防する” などといったものが個体として存在する. 健康アドバイスの個体には, “心肺機能を高めるためにジョギングをしましょう.” といった, 具体的なアドバイスがある.

4. 健康アドバイス導出のための推論ルール

前節で記述したオントロジに基づいて健康アドバイスを提供する. 具体的には推論エンジンがオントロジと推論ルールに基づいて推論を行ない, 適切な健康アドバイスを導出する. 本研究では, 特に適切な運動アドバイスを食事アドバイスを提供するために推論ルールを導入した. 主なものとして, ユーザの目標に合った運動 (食事) を推奨するものと, ユーザの健康状態を考慮して, 行うことに問題のある運動 (食事) を提示するものがある.

推奨運動を導出する推論ルールは次のとおりである. ルールは SWRL (Semantic Web Rule Language) [3] に準じた形式で記述する. SWRL では論理和は表現できないが, ここでは, $\vee$ を用いて表現する. また, 同様に否定も表現できないが, $\sim$ を用いて表し, ルール中のある要素 A が真と判定されることに失敗したときに $\sim A$ を真と解釈する (negation as failure).

- | | |
|---|-----|
| has 目標 (?p, ?g) $\wedge$ 人 (?p) $\wedge$ 目標 (?g) $\wedge$ | (1) |
| owl:sameAs (?g, ?e) $\wedge$ 運動の効果 (?e) $\wedge$ | (2) |
| has 運動の効果 (?x, ?e) $\wedge$ 運動 (?x) $\wedge$ | (3) |
| $\sim$ has 問題のある運動 (?p, ?x) | (4) |
| $\Rightarrow$ has 推奨運動 (?p, ?x) $\wedge$ | (5) |
| has 要アドバイス (?p, “?p さん, ?g という目標を達成するために, ?x を推奨します.”) | (6) |

これは「ある人が目標を持ち (1), その目標と同じ内容を表す運動の効果があって (2), ある運動がその効果を持っていて (3), かつその人がその運動をすることに問題がない場合 (4), その人にその運動を勧める (5) ことを結論すると同時に, 適切なアドバイスを行う (6)」ということを示すルールである.

さらに推奨しない運動を導出する推論ルールは以下のようになる.

- | | |
|---|-----|
| has 健康データ (?p, ?h) $\wedge$ 人 (?p) $\wedge$ 健康データ (?h) $\wedge$ | (a) |
| has 問題のある健康データ (?x, ?h) $\wedge$ 運動 (?x) | (b) |
| $\Rightarrow$ has 問題のある運動 (?p, ?x) $\wedge$ | (c) |
| has 要アドバイス (?p, “?p さん, ?h という健康データを持っていますので, ?x をしないことを勧めます.”) | (d) |

これは「ある人が健康データ (例えば, 心臓病) を持ち (a), ある運動がその健康データを持っている人には問題がある場合 (b), その人にその運動を勧めない (c) ことを結論すると同時に, 適切なアドバイスを行う (d)」ということを示すルールである.

これらのルールは運動に焦点を絞ったものであるが, 食事に関してはルール中の運動という語句の部分だけを単に食事に代えることで同様に定義できる.

これら基本ルール以外にも以下のようなルールがある.

・BMI 値が高い場合に肥満であると判断するルール

- | |
|---|
| 人 (?x) $\wedge$ 健康データ (?y) $\wedge$ 身体データ (?z) $\wedge$ |
| has 健康データ (?x, ?y) $\wedge$ has 身体データ (?y, ?z) $\wedge$ |
| BMI 値 (?z, ?w) $\wedge$ (?w > 26.4) |
| $\Rightarrow$ 肥満の人 (?x) |

・血圧が高い場合に高血圧であると判断するルール

- | |
|---|
| 人 (?x) $\wedge$ 健康データ (?y) $\wedge$ 身体データ (?z) $\wedge$ |
| has 健康データ (?x, ?y) $\wedge$ has 身体データ (?y, ?z) $\wedge$ |
| ((最高血圧 (?z, ?w) $\wedge$ (?w $\geq$ 140)) |
| $\vee$ (最低血圧 (?z, ?u) $\wedge$ (?u $\geq$ 90))) |
| $\Rightarrow$ 高血圧の人 (?x) |

・慢性的に高血圧状態が続く人は高血圧症であると判断するルール

- | |
|--|
| 高血圧の人 (?x) $\wedge$ Inq (“慢性的に高血圧状態が続いている?”) $\wedge$ |
| 健康データ (?y) $\wedge$ 病気 (?z) |
| $\Rightarrow$ has 健康データ (?x, ?y) $\wedge$ has 病歴 (?y, ?z) $\wedge$ |
| has 病気 (?z, “高血圧症”) |

ルール中の Inq(...) は質問... をユーザに問い合わせ, yes の返答なら真と解釈する述語を表すものである.

・高血圧症の人は医療機関で診てもらわなければならないというアドバイスを導出するルール

- | |
|---|
| 人 (?x) $\wedge$ 健康データ (?y) $\wedge$ 現病歴 (?z) $\wedge$ |
| has 健康データ (?x, ?y) $\wedge$ has 病歴 (?y, ?z) $\wedge$ |
| has 病気 (?z, “高血圧症”) |
| $\Rightarrow$ has 要アドバイス (?x, “高血圧症の診察と検査のため, 医療機関に行くことを勧めます.”) |

・ユーザに合った肥満改善のための減量プランを提示するための手続き的処理を呼び出すルール

- | |
|---|
| 人 (?x) $\wedge$ has 目標 (?x, “肥満改善の減量プランが欲しい”) |
| $\Rightarrow$ Call (肥満改善の減量プランを提示する手続き) |

ルール中の Call(...) は, 手続き... を実行することを表す. 肥満の改善のための減量プランは, ユーザの身長や体重を基に, 1 か月の減量目標を設定し, 1 日あたりの消費カロリーを割り出し, 消費カロリーを食事と運動に振り分け, 提示する.

このように本研究では, 推論ルールにより新たな関係を導き出すだけでなく, ユーザに問い合わせをしながら行う推論ルールや, 手続き的処理を呼び出す推論ルールも導入した.

前述したオントロジと, これらの推論ルールによりユーザの健康状態 (特に肥満や高血圧である場合) や問合せ, 目標に応じた適切な健康アドバイスが導出される.

5. まとめ

本稿では, 人間の健康状態と運動, 食事に関するオントロジを構成し, それを基にユーザの健康状態や目的に合った適切なアドバイスを導出する推論ルールを導入した. このオントロジと推論ルールに基づいて, 推論エンジンが推論を行い, 実際にアドバイスを導出することが期待される.

今後はより具体的なアドバイスを導出するよう, オントロジ, 推論ルールを検討していく. そして, センサデバイス, モバイル端末と連動して, 実際にシステムの構築を行い, 運用実験を行っていく.

謝辞 本研究は, 総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度で採択された「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」から支援を受けている.

参考文献

- [1] 富樫敦 他, “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/to-gashi/scope/>, 2004.
- [2] W3C, “OWL Web ontology language reference”, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, 2004.
- [3] W3C, “SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML”, <http://www.daml.org/2003/11/swrl/>, 2003.