

1N-4

# 健康状態を考慮した運動アドバイス提供システム

## - 推論メカニズム -

安田 尚史 三浦 祐太郎 和泉 諭 加藤 靖 高橋 薫  
 仙台電波工業高等専門学校

### 1 はじめに

超高齢化社会の到来，医療費の増大，疾病構造の変化といったことから，現在，日本では健康に関する関心が高まっている．そこで本研究では「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」[1]の一環として，ユーザに適切な運動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．本システムでは，ユーザの身体データをセンサデバイスにより取得し，そのデータをもとにしてユーザに適合したアドバイスを導出する．アドバイスの導出のため，健康と運動に関する知識をオントロジにより体系化し，さらにオントロジに基づいてユーザの目標や健康状態に合致したアドバイスを理由も含めて求めるための推論ルールを導入する．

本稿では，システムの概要と運動アドバイス導出のための推論ルールについて述べる．

### 2 システム概要

図1に本研究で構築しているアドバイス提供システムの概要を示す．このシステムでは，ユーザの身体データをセンサデバイスによって取得し，DBで管理する．そしてDBに蓄積されたユーザのデータを基にして，問合せに応じた種々の運動アドバイスを提供する．よりの確かな運動アドバイスを提供するために，人やその健康状態，運動に関する知識をオントロジを利用して体系化する．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，人間の身体データや運動の影響等の意味を機械が理解し，より適切な運動アドバイスを導出できると期待される．

図2にこのオントロジの中核部分を示す．このオントロジでは，人は健康データと目標を持っている．また，人は推奨される運動，行うことに問題のある運動を持っている．さらに運動には運動の影響と，その運動を行うにあたり問題のある健康データがあり，サブクラスとして有酸素運動，無酸素運動，競技スポーツがある．運動アドバイスは，人の目標達成のための運動についてのアドバイスを表している．目標と運動の影響は同等なクラスである．これは人が行う運動の影響は，その人の目標と一致することを想定している．

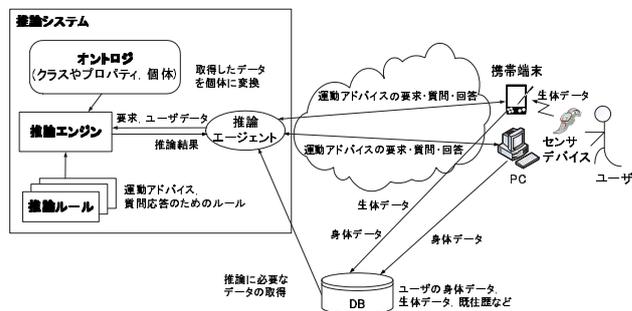


図 1: システムの概要

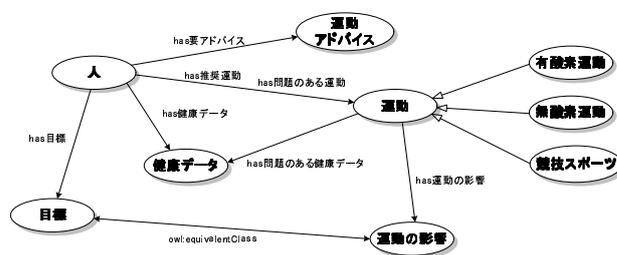


図 2: 健康と運動に関するオントロジ (一部)

### 3 推論ルール

本システムでは前節で述べたオントロジを基に推論を行い，適切な運動アドバイスを導出するために推論ルールを導入する．主に，ユーザの目標に合った推奨運動を導出するもの (ルール PX) と，ユーザの健康状態によって行うことに問題のある運動を導出するもの (ルール NX) がある．それらのルールを以下に示す．なおここでは，ルールを SWRL (Semantic Web Rule Language)[2] に準じて記述している．

#### ルール PX

- has 目標 (?p, ?g) ∧ 人 (?p) ∧ 目標 (?g) ∧ (I)
- owl:sameAs(?g, ?e) ∧ 運動の影響 (?e) ∧ (II)
- has 運動の影響 (?x, ?e) ∧ 運動 (?x) ∧ (III)
- ~has 問題のある運動 (?p, ?x) (IV)
- ⇒ has 推奨運動 (?p, ?x) ∧ (V)
- 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.”) (VI)

これは「ある人が目標を持ち (I)，その目標と同じ内容を表す運動の影響があり (II)，ある運動がその影響を持ち (III)，その人がその運動を行うことに問題がない (IV) 場合，その人にその運動を勧める (V) ことを結論すると同時に，適切なアドバイスを行う (VI)」ということを示すルールである．

Exercise Advice System Based-on Health Condition  
 - Inference Mechanism -  
 Naofumi Yasuda, Yutaro Miura, Satoru Izumi,  
 Yasushi Kato and Kaoru Takahashi are with Sendai  
 National College of Technology.

## ルール NX

has 健康データ (?p, ?h) ∧ 人 (?p) ∧ 健康データ (?h) ①  
∧ has 問題のある健康データ (?x, ?h) ∧ 運動 (?x) ②  
⇒ has 問題のある運動 (?p, ?x) ③

このルールは「ある人が健康データ (例えば, 高血圧) を持ち (①), 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 (②) 場合, その人はその運動を行うことに問題がある (③)」という関係を示すものである。

さらにこれら基本ルールに加えて, 推論の際に必要な事実関係を設定するルールも導入する。以下にそれらのルールの一部を示す。

### (1) 有酸素運動個体設定

有酸素運動 (?x)  
⇒ has 運動の影響 (?x, “体脂肪燃焼”) ∧  
has 運動の影響 (?x, “血圧低下”) ∧  
推論の根拠 (“この運動は有酸素運動です。有酸素運動は体脂肪を燃焼させ、血圧を下げる効果があります。息を切らさずに長時間行うことで効果が得られます。”)

### (2) 無酸素運動個体設定

無酸素運動 (?x)  
⇒ has 運動の影響 (?x, “筋力増強”) ∧  
has 運動の影響 (?x, “血圧上昇”) ∧  
推論の根拠 (“この運動は無酸素運動です。無酸素運動は筋力を増強させますが、息を止めて力むことで血圧が上がる可能性があるので注意が必要です。”)

### (3) 肥満改善運動個体設定 A

運動 (?x) ∧ has 運動の影響 (?x, “体脂肪燃焼”)  
⇒ has 運動の影響 (?x, “肥満改善”) ∧  
推論の根拠 (“この運動を行うことで体脂肪が燃焼され、肥満が改善されます。”)

### (4) 肥満改善運動個体設定 B

運動 (?x) ∧ has 運動の影響 (?x, “筋力増強”)  
⇒ has 運動の影響 (?x, “肥満改善”) ∧  
推論の根拠 (“この運動を行うことで筋力が増強されて体脂肪が燃えやすい体となり、肥満が改善されます。”)

### (5) 高血圧改善運動個体設定

運動 (?x) ∧ has 運動の影響 (?x, “血圧低下”)  
⇒ has 運動の影響 (?x, “高血圧改善”) ∧  
推論の根拠 (“この運動には血圧を下げる効果があり、高血圧が改善されます。”)

### (6) 高血圧悪影響運動個体設定

運動 (?x) ∧ has 運動の影響 (?x, “血圧上昇”)  
⇒ has 問題のある健康データ (?x, “高血圧”) ∧  
推論の根拠 (“この運動を行うことで血圧が上がる可能性があるため、高血圧の方にはお奨めできません。”)

上記ルールの他にも, ユーザの身体データによって肥満かどうか, 高血圧かどうかなどを判断するルールもある。これらのルールに基づいて, ユーザの目標に適合した推奨運動を導出するメカニズムについて例を挙げて説明する。以下に示す事実関係があるものとする。

⇒ 人 (“A さん”)  
⇒ 目標 (“肥満を改善したい”)  
⇒ has 目標 (“A さん”, “肥満を改善したい”)  
⇒ 有酸素運動 (“ウォーキング”)  
⇒ 無酸素運動 (“筋力トレーニング”)  
⇒ 運動の影響 (“肥満改善”)  
⇒ owl:sameAs (“肥満を改善したい”, “肥満改善”)

まず, ルール (1), (2) により各運動の個体にそれぞれその影響が定義される。例で述べると「ウォーキングは, 体脂肪燃焼と血圧低下に影響がある」, 「筋力トレーニングは, 筋力増強と血圧上昇に影響がある」である。

次に, ルール (3), (4) により「ウォーキングと筋力トレーニングは, 肥満改善に影響がある」ことが定義される。また, ルール (5) により「ウォーキングは, 高血圧改善に影響がある」ことが定義され, ルール (6) により「筋力トレーニングは, 高血圧の人が行うのに問題がある」ことが定義される。

そしてこれまでの推論結果より, ルール NX とルール PX が発火する。この例の場合は, ユーザは病気ではないので, 肥満改善に影響を与える運動であるウォーキングと筋力トレーニングが推奨運動として導出される。ここでもし A さんが高血圧の場合は, ルール NX により, 血圧上昇に影響を与える筋力トレーニングは行うのに問題があると判断され, 除外される。それにより, ウォーキングのみが推奨運動として導出される。

このように, 複数のルールを使用して推論することにより, ユーザの目標や健康状態に適合した運動を推奨したり, 行うことに問題のある運動を導出したりしていく。さらにその推論結果にいたる過程を, そのアドバイスの根拠としてユーザに提示する。

また, ユーザが選択できる目標には, 他にも「高血圧を改善したい」, 「肥満改善の減量プランが欲しい」等がある。減量プランとは, ユーザが肥満である場合に, 毎日少しずつ運動または減食をすることで, 数ヶ月後には標準体重になることを目標とし, そのための消費カロリー量などを提供するものである。

以上述べた推論ルールの実装及び具体的な運動アドバイスの提示については, 文献 [3] を参照されたい。

## 4 まとめ

本稿では, ユーザの目標や健康状態に応じて適切な運動アドバイスを提供するための推論ルールを導入し, そのメカニズムについて述べた。推論ルールでは, 推論結果だけではなく, その過程も同時に示す仕組みになっているため, 導出の根拠理由を含めた運動アドバイスを提供することができる。今後は, これら設計したルールやオントロジの実証評価を行っていく。

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] 宮城大学富樫研究室, “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/>, 2004.
- [2] W3C, “SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML”, <http://www.daml.org/2003/11/swrl/>, 2003.
- [3] 四倉涼, 和泉諭, 高橋薫, 加藤靖, “健康状態を考慮した運動アドバイス提供システム-運動プランの提示-”, 情報処理学会第 69 回全国大会, 1N-5, 2007.