

やさしい見守り型健康支援システムにおける センサデータを用いた知識フィルタリング手法

和泉 諭^{†1,†2,†4} 小林 有佑^{†1,†2} 高橋 秀幸^{†1} 菅沼 拓夫^{†1,†2} 木下 哲男^{†2,†3} 白鳥 則郎^{†1,†2}

^{†1} 東北大学電気通信研究所 ^{†2} 東北大学情報科学研究科

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター ^{†4} 日本学術振興会特別研究員

1. はじめに

超高齢化社会の到来, 医療費の増大, 生活習慣病患者の増加など, 健康に関する社会的関心が高まってきている。そのような背景のもと, 我々は利用者にやさしい見守り型健康支援システムの研究開発を行っている [1]。本支援システムでは, 多人数の利用者の生体情報や周囲の環境情報など, 多種多様かつ大量の情報を効果的に取得し, それら実環境の情報と健康に関する知識を基にして, 利用者の健康状態や要求等に応じた健康維持に関連する情報やアドバイスを導出・提供する。

本研究では, 実空間の多様や情報と健康に関する知識を効果的に組み合わせるリアルタイムに利用者の健康状態や健康アドバイスを推論する機能に焦点を当て, その際に, 多様かつ大量のセンサデータの流入によって, 健康状態等の推論動作の効率が低下する課題に着目する。本稿ではこの課題の解決を目指し, 健康管理支援領域に関する知識表現手法としてオントロジを適用し, センサデータとオントロジを効果的に組み合わせる推論方式の構成法を検討する。具体的には利用者の状況に応じた知識フィルタリング手法を提案し, その有効性について検証する。

2. 関連研究と課題

センサデータや知識の処理方法に着目した研究例として, 例えば, 複数のアプリケーションが共通的にアクセス可能なセンサネットワークであるセマンティックセンサネットワーク [2, 3] 等がある。

しかし, センサデータと知識を組み合わせる処理に関する課題として, 数値が頻繁に変化する多種多様なセンサデータと大規模な知識を組み合わせる高度で即応的なサービス提供が困難な点があげられる。既存研究ではセンサデータか知識のどちらかに重点をおいた処理が中心であるために, 多種多様なセンサデータと大規模な知識を組み合わせ, 双方の利点を十分に生かした処理を実現しようとすると推論効率が低下することが考えられる。従って, 実環境の多様かつ膨大な情報を活用した推論機構が必要となる。これにより, 例えば急激な体調変化を即座に認識して警告を発するなど,

より高度な健康支援サービス提供の実現が期待される。

3. センサデータに基づく効果的な推論方式

前節で述べた課題を解決するために, 本研究では健康管理に関する知識の表現手法としてオントロジを適用し, オントロジとセンサデータを組み合わせた, 健康支援システムのための効果的な推論方式を提案する。本提案手法はセンサデータ獲得の効率化のためのセンサからの取得情報量の制御手法, および推論プロセスの効率化のための知識フィルタリング手法から構成されている。

センサからの取得情報量の制御手法では, 多数の生体センサ, 環境センサから大量のセンサデータが流入することによって発生する推論システムの効率低下を防ぐため, センサデータ獲得の段階で, 状況に応じて適応的に各センサからの情報獲得量を制御する。これにより後段の推論システムへ流入するセンサデータの全体量を低減しながら推論に必要な最低限のデータを確保することが可能となり, 推論の質を維持しつつ推論の動作効率を上げることが可能となる。以下, 推論プロセスの効率化のための知識フィルタリング手法に焦点を当て, その有効性について議論する。

センサデータを用いた知識フィルタリング手法:

利用者の状況や周囲の環境に応じて推論に使うオントロジをフィルタリングする手法を提案する。具体的には, 利用者がいる位置や時間, 生活習慣, さらに計算機資源の状況などに応じて, それら観点から必要となる部分オントロジを抽出・生成し, 推論に活用する。

例えば, 位置の観点から利用者がいる部屋にある各種センサに関する情報を全体のオントロジから抽出する。さらに利用者の生活習慣の観点を組み合わせることで, その部屋で日常的に行われている行動に関する知識を抽出し, サービス提供に必要であると考えられる部分のみを推論の対象とする。

フィルタリングにはオントロジ専用のクエリ言語である SPARQL[4] を用いて行う。各種観点に応じて必要な知識を抽出するためのクエリを動的に生成し, クエリの結果からオントロジを生成することでフィルタリングを実現する。

このように利用者の状況や周囲の資源状況に応じて, 適宜, 必要な知識をのみをフィルタリングすることで, 推論プロセスで必要な知識を可能な限り減らし, 効果的な推論を実現できると考えている。

4. 実験

4.1. 実験概要

本研究ではセンサデータを用いた知識フィルタリング手法の有効性を確認するため, センサノードを用いて実環境から情報を取得し, センサデータと知識を組み合わせる利用者の健康状態を推定するプロトタイプシステムを実装し, 実験を行った。実験環境を図 1 に示す。加速度や温度, 照度等, 環境情報を取得するセンサノードとしてクロスボー社の

A Knowledge Filtering Method using Sensor Data for User-oriented Healthcare Support System

Satoru IZUMI^{†1,†2,†4}, Yusuke KOBAYASHI^{†1,†2},
Hideyuki TAKAHASHI^{†1}, Takuo SUGANUMA^{†1,†2},
Tetsuo KINOSHITA^{†2,†3}, and Norio SHIRATORI^{†1,†2}

^{†1} Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

^{†2} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†3} Cyberscience Center, Tohoku University

^{†4} Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

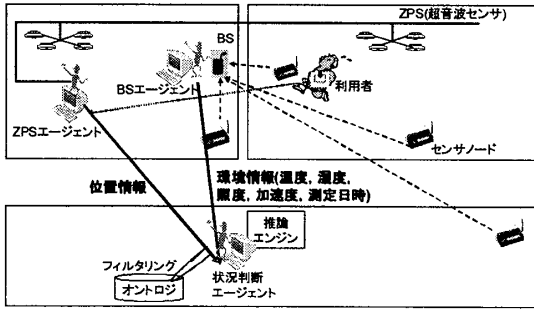


図 1 実験環境

表 1 推論エンジン・フィルタリング機構を搭載した計算機の性能

CPU	メモリ	OS
Intel (R) Core 2 Duo 2.66GHz	4GB	Windows Vista

表 2 知識 (オントロジ) のサイズ

クラス	インスタンス	推論ルール
67	95	40

MOTE(MTS310)[5] を使用した。利用者の位置情報を取得するための位置センサとして超音波センサ ZPS を用いた。エージェントの開発には、ルール型推論に基づくエージェントフレームワークである DASH を用い、知識フィルタリング手法とオントロジベースの推論エンジンの実装には Jena を用いた。

次に実験の概要について述べる。センサノード 4 個を各部屋に配置する。各センサノードは 1 秒間に 1 回、温度や照度、加速度など環境情報 (センサデータ) をセンシングし、それらセンサデータをベースステーション (BS) へ送信する。BS がセンサデータを受け取ると、逐次、BS エージェントが状況判断エージェントにセンサデータを送信する。ZPS エージェントは 1 秒間に 1 回、利用者の位置情報を取得し、状況判断エージェントに送信する。状況判断エージェントは利用者の状況や周囲の環境に応じてオントロジをフィルタリングを行う。本実験では、利用者の位置情報を基にフィルタリングを行うこととした。具体的には、利用者の位置が変化した時 (部屋を移動した時) にフィルタリングにより移動先の部屋に関連する知識 (その部屋にあるセンサに関する知識やその部屋で行われるべき行動) を抽出し、それを部分オントロジとして構成する。状況判断エージェントはセンサデータを受信すると、推論エンジンを駆動させ、フィルタリングされたオントロジとセンサデータを組み合わせ、利用者の実際の姿勢や行動、さらにはそれが通常の状態であるのか、普段とは違う行動なのかなど、利用者の状態を推論する。この時の推論エンジンにセンサデータが送られてきてから利用者の状態を推定するまでの推論に要する平均時間を測定する。

4.2. 実験結果・考察

実験結果を表 3 に示す。表 3 の数値はそれぞれ 1 回の推論に要した平均時間 (ms) を示している。今回の実験では

表 3 実験結果: 推論時間 (ms)

	既存手法 (フィルタリングなし)	提案手法 (フィルタリングあり)
推論時間	1118	103

1 秒間に 1 回の情報をセンシングするセンサノードを 4 個使用していることから、BS エージェントから状況判断エージェントへは 1 秒間に 4 個のセンサデータが送られてくることになる。従って、これらセンサデータをすべて処理するためには 250ms 以内の推論時間が必要とされる。表 3 の実験結果より、既存手法では送られてくるセンサデータに対してリアルタイムに処理することが困難であった。一方、フィルタリングを行った場合は、オントロジのサイズをクラス数 19 個、インスタンス数 26 個まで削減することができ、その結果として、推論時間の短縮に成功し、送られてくるセンサデータに対してリアルタイムに処理することができた。

また、本実験においてフィルタリングに要した時間は平均 101ms であったため、頻繁にフィルタリングを行う場合は既存手法と差が少なくなることが考えられる。しかし本実験で行った位置情報によるフィルタリングの場合、1 秒以内に部屋を移動することは頻繁には起こらないことが予想されるため、影響は少なく、本手法は十分、有効であると考えられる。

5. おわりに

本稿ではやさしい見守り型健康支援システムの実現にむけて、センサデータとオントロジを効果的に処理するためのオントロジフィルタリング機能を提案し、実験によりその有効性を確認した。

今後は提案手法について、位置だけではなく時間や生活習慣、計算機資源の性能等、様々な観点でのフィルタリング手法を検討し、そのアルゴリズムを明確化する。さらに提案手法を適用した健康支援システム的设计・実装を行う。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省知的クラスター創成事業第 2 期「先進予防型健康社会創成クラスター構想」、および日本学術振興会科学研究費補助金 (19200005, 21007220) の援助を受けて実施した。

参考文献

- [1] H. Takahashi, et al., "Design and Implementation of Healthcare Support System based on Agent-based Framework," Proc. of The 4th International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications (ICUT2009), pp.213-218, 2009.
- [2] 広田裕 他, "セマンティックセンサネットワークの実現に向けた実世界指向メタデータ管理システム MeT の設計と実装," 電子情報通信学会論文誌 Vol.J89-A, No.12, pp.1090-1103, 2006.
- [3] 神田武 他, "セマンティック・センサネットワークにおける推論機構 JUSTO の研究," 人工知能学会第 20 回全国大会論文集, 2006.
- [4] SPARQL Query Language for RDF, W3C Recommendation 15 January 2008.
- [5] <http://www.xbow.jp/motemica.html>.