

RDF および OWL を利用した異種センサの特性記述

野口 博史 佐藤 知正 森 武俊
情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻

概要

将来的な住居環境では、様々なセンサが住居内に存在し、そのセンサ群からの計測に基づいた知的支援システムが発達すると予想される。そのような多数の異種センサ群の特性を記述することが、アプリケーションにおける自動処理などに不可欠である。その方法としてWeb分野におけるResource Description Framework (RDF)に基づく記述方法および、人間行動情報とのシームレスな知識記述を提案する。その記述法により柔軟な知識構造の記述や推論などが可能である。センサデータの可視化やデータ検索などのアプリケーションを通じてその利用可搬性を実証したので報告する。

1. はじめに

住居内における多数のセンサ群からのデータ収集・処理を通じた知的な居住者支援システムが求められている。それらのセンサデータ収集や処理の自動的な処理のためには、種々の異なる特性を統一的に利用するための枠組みが必要となる。そのための仕組みとして住居内センサに対する情報を記述する枠組みがあれば、アプリケーション間の相互運用性や、センサ管理、センサ処理の自動化に役立つものと考えられる。そのような住居内センサのための記述法の提案およびその応用としてのソフトウェアを構築した。

2. RDF・OWLを利用したセンサ特性の記述

記述するセンサ特性としては、センシング対象やその出力範囲などの情報などが考えられるが、センサの特性だけを記述するのでは、自動的なセンサ処理などを考慮した場合には不十分である。各アプリケーション間との関係や、センサの利用法などのセンサに関する様々な知識情報も含んだ記述ができる必要がある。一方で、一般的にはそれらの情報は構造化されているわけではなく、アプリケーションにおけるドメインごとに異なること予想される。そのため、任意の構造を柔軟に記述可能な枠組みが必要となる。

その必要機能から、Web分野の技術として利用が広がっているResource Description Framework (RDF) [1]、さらにそれを拡張したWeb Ontology Language (OWL) [2]を利用する。Fig. 1に実際にセンサ情報を記述したものを示す。この例では、足に圧力センサが付属している椅子を表現しているものである。図のように、RDFでは情報はラベル付き有向グラフの形で表現される。新規情報の追加の際には、新規情報のノードの追加で実現できる。また、アークの変更によって構造の変化に対しても柔軟に対応可能である。また、他の知識情報を語彙として利用することや新規なアークを介して結びつけることも可能である。さらに、OWLではRDFを拡張して、is-aなどの関係や制約関係などの表現を実現可能であり、各知識間の構造を規定することが可能である。その情報を利用することで、欠損情報に対する補完や類似関係の推定などを推論機構を通じて実現できる。

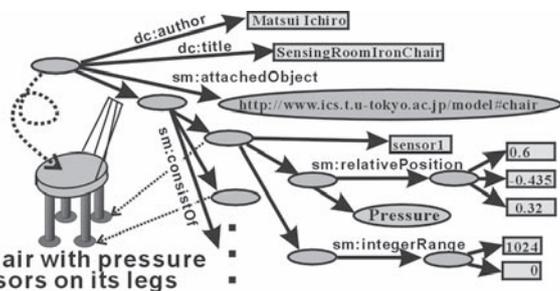


Fig. 1: RDF Sensor Description about Sensors attached with Chair

3. RDFセンサ記述

RDFによるセンサ記述方法としては、Fig.1で示すように、付属物体を中心としてグループ化し、その集合ごとにセンサ情報を記述するものとする。その考え方は、人間行動計測用ネットワークミドルウェア[3]におけるセンサ処理のコンポーネントの単位と同一である。実際に記述する情報としては、名前や製作者に関する情報、またセンサのセンシング対象や、出力に関する情報などである。RDFの部分で述べたようにこれらの情報は任意に欠損および追加が可能である。さらに、住居内における知的支援システムにおいては住居内における人間行動の計測が重要だと考えられる。そこで、人間の行動情報とセンサの情報を関連付けることで応用時の自動的な処理に役立つ。ただし、直接アプリケーションとの関係を結びつける方法では、記述の汎用性が失われる。そのため、センサを取りまとめる単位とした付属物体における意味情報を介して関連付ける方法を考えた。具体的には、住居内の物体の持つ機能と人間行動が密な関係を持つことに着目し、センサ付属物体における機能を仲立ちとすることで、センサ自体と住居内で計測する人間行動を包括的に結びつけるものである。それらの関係を示したものをFig. 2に示す。

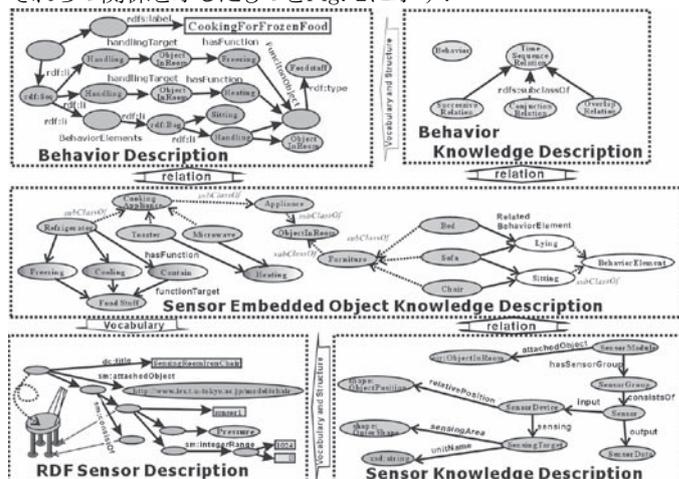


Fig. 2 Relationship between knowledge descriptions about sensors

4. RDFセンサ記述の応用

以上のRDFセンサ記述の応用として3つのアプリケーションを作成し、研究室内におけるセンシングルーム[3]において適用することで記述方法の実証を試みた。

4.1 センサデータの可視化

センサに関する性質が書かれていることから、それらを利用して画像データとの連動によるセンサデータ可視化のためのプログラムを構築した[4]. 具体的には、センサデータ自体と、RDFセンサ記述および、可視化用画像情報、住居内におけるセンサ付属物体の位置情報を、RDFにおける関連付けの容易性を利用して結びつけ、その情報をもとにオンラインでセンサデータを可視化するものである。そのソフトウェアを内に配置し、センサデータを可視化したものをFig.3に示す。センサの性質の情報などと画像情報が分離され、可視化プログラムの容易な作成を実現している。

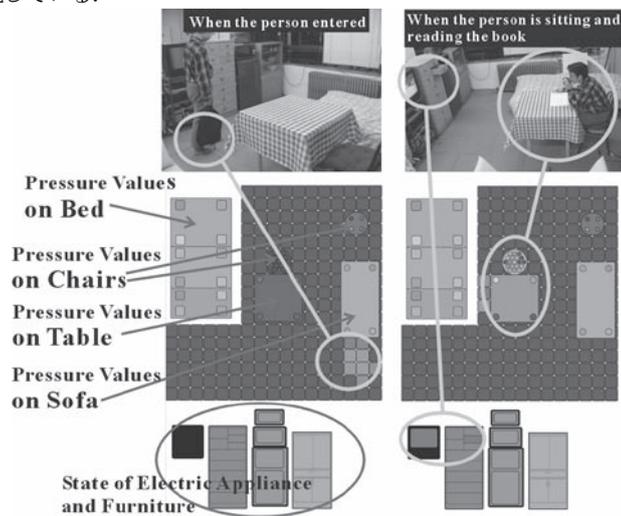


Fig. 3 Visualized Sensor Data based RDF Sensor Description

4.2 センサデータの人間行動に基づいた検索

センサデータはRDFセンサ記述と関連付けられ、また、RDFセンサ記述と行動情報は付属物体の情報を介して関連付けられる。そのことを利用して、センサデータの記録から人間特定の行動を行っていた時刻を検索可能なソフトウェアを構築した[5]. ソフトウェア上では、その行動の時間帯および、3Dで可視化されたセンサデータおよび、リファレンスとして取得した画像情報が表示される (Fig. 4). この際には、センサ記述において、グラフ構造として意味情報の関係が記述されていることおよび、家具の性質などがis-a関係で定義されることなどの性質を利用することで実現できている。

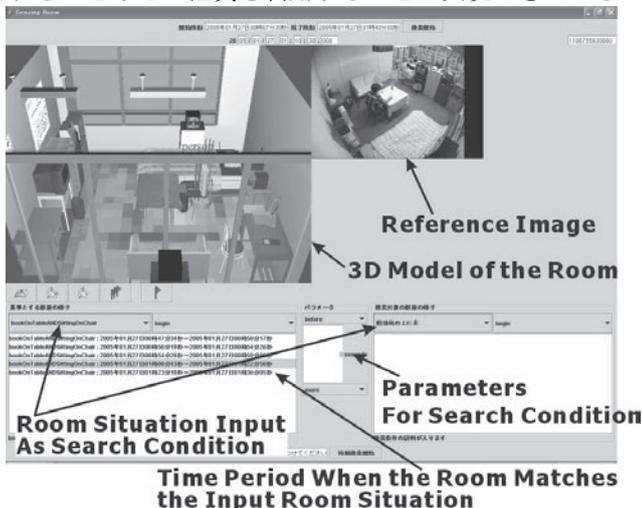


Fig. 4 A Snapshot of Sensor Data Search Programs based on RDF Sensor Description

4.3 ミドルウェアにおけるコンポーネントの検索

上記2つの例では、センサデータ自体に対する検索を、RDFセンサ記述を手がかりにして実現できるものであった。センサ記述は、住居内センサ用のミドルウェア[3]上におけるコンポーネントと対応付けることが可能である。そこで、ミドルウェアを拡張して、コンポーネント検索の強化に利用した[6]. ここでは、単純なセンサの性質でなく、その付属物体の機能や行動などの関係に基づいて検索した場合のものを示す。結果をミドルウェア用のソフトウェアでセンサ付属物体を可視化したものをFig. 5に示す。このときも4.2と場合と同様センサ記述の性質による意味情報の推論などにより実現されている。

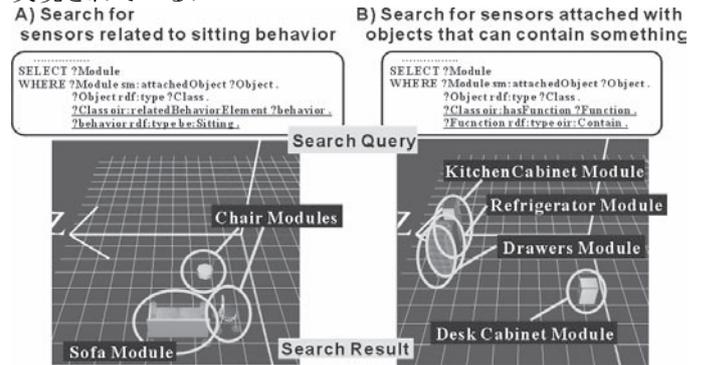


Fig. 5 Discovery Result for Program Component in Network Middleware based on RDF Sensor Description.

5. さいごに

将来的な住居環境における多数の異種センサ群が配置される環境下において、それらのセンサに関する情報を意味的な情報も含めて記述する方法としてRDFおよびOWLを利用したセンサ情報の記述法を提案した。さらに、記述内容の特徴としてセンサ付属物体の機能情報を仲立ちとして人間行動として結びつけ、アプリケーションにおける利用に役立てる方法について提案した。他の情報との連携可能な例としてセンサデータの可視化のためのアプリケーションを作成するとともに、行動情報と結びつけた記述の利用例として、人間行動情報を手がかりとしたセンサデータ検索システム、および、ミドルウェア上のコンポーネント検索機構を構築し、実証した。

参考文献

- [1] Ora Lassila and Ralph R. Swick. "Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, 1999. available at <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdfsyntax-19990222>.
- [2] Sean Bechhofer, Frank van Harmelen, Jim Hendler, Ian Horrocks, Deborah L. McGuinness, Peter F. Patel-Schneider, and Lynn Andrea Stein. "Owl Web Ontology Language Reference", 2004. available at <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- [3] Hiroshi Noguchi, Taketoshi Mori, and Tomomasa Sato. "Network Middleware for Flexible Integration of Sensor Processing in Home Environment." In *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC2004)*, pp. 3845-3851, 2004.
- [4] Hiroshi Noguchi, Taketoshi Mori, and Tomomasa Sato. "RDF Sensor Description for Heterogeneous Sensors in Human Behavior Monitoring Environment." In *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2006)*, 2006. to appear.
- [5] 野口博史, 田中克典, 森武俊, 佐藤知正. "生活行動の対象としての住居内物体のRDF記述に基づくセンシング空間状況検索システム". 電子情報通信学会技術報告KBSE 2004-61, pp. 31-36, 2005.
- [6] Hiroshi Noguchi, Taketoshi Mori, and Tomomasa Sato. "Knowledge Description-based Discovery of Sensor Program Components Utilizing RDF in network middleware". In *international Conference on Networked Sensing Systems (INSS2006)*, 2006. to appear.