6S-9

セマンティックセンサネットワークにおける論理関係可視化システムViewlonの設計

古山 真之*　　向井 淳†　　今井倫太‡

慶應義塾大学 理工学部§ * ‡　　慶應義塾大学大学院 理工学研究科¶ †

1 はじめに

近年、様々な種類のセンサを用いてセンサネットワークを構築し、環境情報を取得するという研究が盛んに行われている。我々は、今後はセンサデータからより抽象度の高い環境情報を得ることが重要になってくると考える。そこで我々の研究室では、センサデータをシステムの持つクラスや推論規則といったオントロジーと結びつけることで、この問題に取り組んでおり、これをセマンティックセンサネットワーク (SS) と呼んでいる。クラス概念を用いることにより、実世界の多様なオブジェクトを統一的に扱うことができる。そして、クラスとセンサデータを組み合わせて推論規則を生成することにより、今まで得られなかった環境情報が取得可能になる。しかし SS ではセンサデータだけでなく、オントロジーに基づいた情報も持つため、保持する情報が複雑である。したがって、人間が理解しやすいように情報を可視化して提示する必要がある。

SS 上の情報を可視化するためには以下の二つが問題となる。まず第一に SS 上のセンサ、インスタンス、クラスといった情報を統合して提示しなければならないことが挙げられる。そして第二に、SS 上での時間軸方向の論理関係変化を捉えることの難しさが挙げられる。そこで本研究では、この二つの問題を解決する SS 上の論理関係可視化システム Viewlon を提案する。

2 セマンティックセンサネットワーク

2.1 セマンティックセンサネットワーク

SS の研究には、SS 上のメタデータ管理に関する広田らの研究 [1] がある。これは、センサデータにメタデータを付与してセンサの解釈を統一的に扱おうとするものである。図 1 に SS の構造を示す。

SS は、クラス、インスタンス、センサ、推論規則の 4 つの要素からなる。クラスは、実世界のオブジェクトの定義フォーマットである。そしてクラス間の構造を表したものがクラス木である。インスタンスは、クラスを実体化したものであり、実世界のオブジェクトと対応している。センサは、実世界の環境情報を得るためのものであり、実世界に存在するインスタンスとの装着関係がある。推論規則は、クラスとセンサによって決定されるものである。この推論規則によって、システムが実世界の

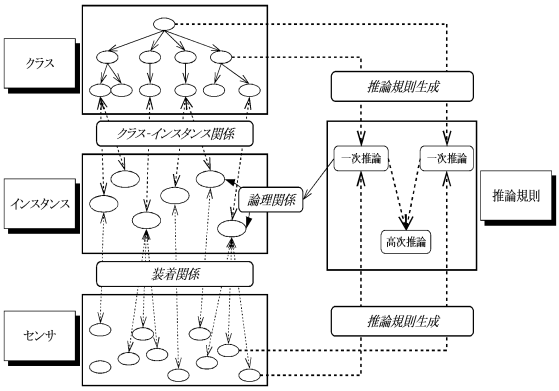

図 1　SS の構造

インスタンス間の論理関係を構築する。本研究は SS の全体的な構造に焦点を当て、SS 上の情報を可視化する。

2.2 オントロジーに基づいた情報の可視化研究

オントロジーに基づいた情報を可視化する研究は、セマンティック Web における分野で盛んである (Mutton ら [2])。SS は、2 章で述べたように、センサ、インスタンス、クラス間に様々な関係があるため、複雑である。またインスタンス間の論理関係は時間的に変化するので、時間方向の情報提示も必要である。したがって、セマンティック Web の可視化研究をそのまま SS に適用するには、多くの問題がある。そこで本研究では、SS 上の複雑な情報を分かりやすい形で可視化し、情報提示する Viewlon を提案する。

3 Viewlon の設計

3.1 全体のシステム構成

Viewlon は、センサデータを収集するサーバに接続し、センサの種類とセンサデータ、センサとインスタンスとの装着関係情報、インスタンスとクラスの関係情報を受信する。受信した情報と Viewlon 内で定義した推論規則によりインスタンス間の論理関係を構築する。そして、受信した情報と構築した論理関係をビュー上に表示する。

3.2 メインビュー

メインビューは、「センサ表示レベル」、「センサとインスタンスの関係表示レベル」、「インスタンス間の関係表示レベル」、「インスタンスとクラスの関係表示レベル」、「クラス表示レベル」、「クラス木表示レベル」の 6 段階の情報表示レベルを持つ。また、各レベルにおいてセンサ、インスタンス、クラスといった要素を円で表現

*Masayuki Furuyama
†Jun Mukai
‡Michita Imai
§Faculty of Science and Technology, Keio University
¶Graduate School of Science and Technology, Keio University

し、その円の間を矢印で結んだグラフ表現、円を集めて表示する集合表現により、要素間の関係を可視化する。

3.3 タイムラインビュー

タイムラインビューは、SS 上での時間方向の論理関係変化の可視化、Viewlon の時刻管理を行うビューである。2 つのインスタンス間の 1 つの論理関係を可視化する。

3.4 その他のビューとパネル

Viewlon には、メインビュー、タイムラインビューの他に、センサデータを表示する情報表示パネル、クラス木の構造を表示するクラス木ビュー、推論規則の追加削除を行うことのできる推論規則管理パネル、インスタンスの位置情報を 3 次元空間に簡易表示する実世界位置表示ビューがある。

4 実行例

シミュレーションデータを用いたメインビューとタイムラインビューの実行例を示す。データは、人間、ロボット、イスのインスタンスがそれぞれ一つずつ、コップのインスタンスが二つある場合を想定したものである。

4.1 メインビューの表示例

図 2、図 3 にメインビューの表示例を示す。

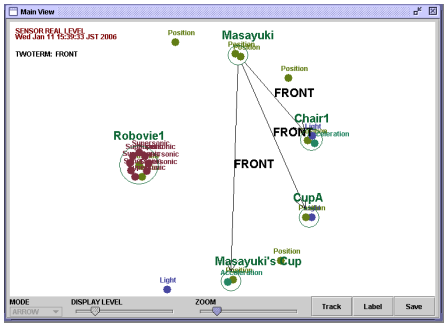

図 2 センサとインスタンスの関係表示レベル

図 2 は、「センサとインスタンスの関係表示レベル」の表示例である。個々のセンサは円で表現され、インスタンスごとに集合表示されている。図 2 では、人間から見て Front(前方) の関係にあるものに対して矢印が描画されている。

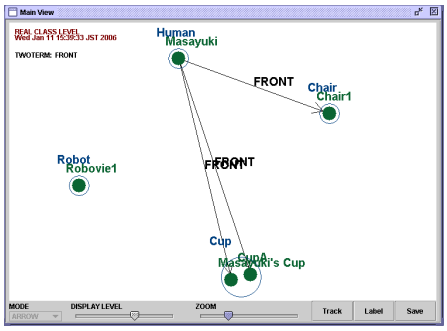

図 3 インスタンスとクラスの関係表示レベル

図 3 は、図 2 から情報表示レベルを「インスタンスとクラスの関係表示レベル」に変更した場合である。個々のインスタンスは円で表現され、クラスごとに集合表示される。図 3 では、2 つのコップのインスタンスが集合表示される。また、インスタンス間の論理関係はグラフ表現により表示される。図 3 では、人間から見て Front(前方) の関係にあるものに対して矢印が描画されている。

情報表示レベルを導入し、レベルごとに表示する情報を割り振ることにより、センサ、インスタンス、クラスといった情報を統合して表示するという第一の問題を解決する。

4.2 タイムラインビューの表示例

図 4 にタイムラインビューの表示例を示す。

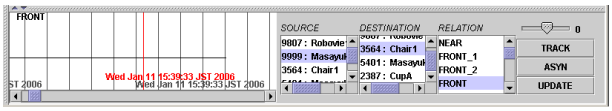

図 4 タイムラインビュー

ユーザはリストから対象となるインスタンス 2 つ、表示したい論理関係を 1 つを選択する。選択された論理関係を導く推論規則が真ならば、ビュー上に線が描画される。また、現在受信しているデータの時刻を表すバーと過去の時刻のデータを表示するためのシークバーを用意する。シークバーをユーザが移動させることにより、指定した時刻の情報をメインビューに表示できる。図 4 では、人間から見てイスのインスタンスが Front(前方) の関係にある時間帯に、線が描画されている。

シークバーを用いた任意の時刻の情報取得機能、ある時間範囲の一対のインスタンス間の論理関係を可視化する機能により、時間軸方向の論理関係変化を捉えるという第二の問題を解決する。

5 まとめと今後の課題

本研究では、セマンティックセンサネットワーク上の論理関係可視化システム Viewlon の設計、および実装を行った。シミュレーションデータによる動作検証では、Viewlon は二つの問題を解決し、正しく情報提示、可視化できることがわかった。今後は、実データを用いた動作検証、より複雑な環境のもとでの動作検証を行う予定である。

参考文献

[1] 広田 裕, 川島 英之, 佐竹 聡, 梅澤 猛, 今井 倫太: 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, 情報処理学会研究報告,2005-ICS-141,pp.29-36,2005.

[2] Paul Mutton, Jennifer Golbeck, College Park.: “Visualization of Semantic Metadata and Ontologies”, Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization (IV ’03), pp.300-305, 2003.