

# Universal Abduction Studio の開発 (第 6 報)

## 拡張 RDF に基づく知識エディタの実装

東大人工物 鬼城 渉, 森本 憲悟, 下村 芳樹, 藤本 裕, 北大 吉岡 真治, 国情 武田 英明

Development of Universal Abduction Studio (6th Report)

RACE, the University of Tokyo, Wataru ONIKI, Kengo MORIMOTO, Yoshiki SHIMOMURA, Yutaka FUJIMOTO

National Institute of Informatics, Hideaki TAKEDA, Hokkaido University, Masaharu YOSHIOKA

When a designer confronts a difficult design problem which cannot be solved only with his/her own knowledge, it is necessary to amplify it by introducing new perspectives and ideas for design. The authors have been developing an integrated computer aided design system for creative design, and have proposed "knowledge scheme" to manage knowledge operations based on the meaning of knowledge in the last report. In this report, the authors propose a knowledge description format based on the knowledge scheme in the form of RDF/XML. In addition, the implementation of a knowledge editor to support the knowledge description is mentioned.

### 1. はじめに

設計対象に強く関連する領域知識だけでは得られないような高い創造性を有する設計解を得るためには、異なる領域知識群を柔軟に操作し、段階的な知識拡張を行うことが必要である。本研究では、これまでに創造的設計を総合的に支援するための環境である Universal Abduction Studio (UAS) の構築を目指し、この段階的かつ柔軟な知識拡張を実現するための複数の知識表現形式や知識統合の手法を提案してきた[1]。

設計に関する記述そのものを知識として利用するだけでは、設計記述が内包する本来の意味を効果的に利用することは難しい。設計記述を効果的に利用するためには、知識を記述する際に欠落してしまう「文脈」や「モデル」と呼ばれる情報を考慮する必要がある。前報では、「文脈」や「モデル」を補完し、効果的に創造的設計支援を行うための知識スキームを提案した[2]。

本報では、既報[2]で提案した知識スキームを詳細化し、知識を表現するための具体的な知識記述形式を提案する。さらに RDF (Resource Description Framework) [3]を用いて、提案する記述形式に則り、実際に知識を記述する方法を提供する。また、ここで提案する様式で知識を記述するためのツールとして実装した知識記述エディタの内容について報告する。

### 2. Universal Abduction Studio

#### 2.1. UAS の概要

本研究では、創造的設計を「ある設計問題において、その設計対象に強く関連する領域知識だけでは解決できないような課題が発生した場合、それまで対象としていた領域知識とは異なる領域に属する知識を発見し、その両者を統合的に用いることにより課題を解決する設計」であると定義する。Universal Abduction Studio (UAS) は、このような創造的設計における領域知識間の知識統合を支援するための計算機環境である[1]。UAS では、異なる領域間で知識を統合するためにアナロジー (Analogy) という推論形態に注目している。アナロジーは人間が創造的な思考を行う際に重要な役割を果たすと考えられている[4]。

計算機によって異なる領域間の知識同士に類似性を発見し、それに基づく知識統合を実現するためには、知識を適切な形式で計算機上に表現する必要がある。そのための準備として、計算機を介して知識を扱うための知識スキームを前報で提案している[2]。

#### 2.2. UAS のための知識スキーム

本節では、本研究において知識をどのようなものとしてとらえ扱うかという立場を再度明らかにしておく。

人間は知識を扱う際、知識中に現れる対象のすべての属性を捉えているのではなく、いくつかの属性についてのみ注目していると考えられる。この時、対象のどの属性に注目した

かという情報を視点 (viewpoint) と呼ぶことにする。例えば、薄板ガラスは様々な属性を持っている。ある視点において「透明で熱を通しやすいもの」と捉えられる場合があり、一方、違う視点においては「薄くて硬いもの」と捉えられる場合もある。しかしながら、ある記述された知識中に現れる各対象を自由な視点で扱ってよいということにはならない。なぜなら記述者は、知識を記述する段階において、対象をどの視点で扱うかということと同時に規定していると考えられるからである。従って、知識を適切に扱うためには、知識中の対象を適切な視点で扱う必要がある。例えば、

[例文1] 「薄板ガラスを割ると鋭い断面が得られる」という知識記述を考える。この知識はガラスの硬度(硬い)と形状(薄板状)という視点で扱われる必要があると考えられる。視点を無視してこの知識を扱うと、誤った知識利用が起こることがある。例えば、色という属性に注目すると、ガラスと水の間の類似性が発見され、「水を割ると鋭い断面が得られる」といった誤った知識が生成されてしまう。

本研究では上記のような問題を回避するために、知識における視点を明示し、視点を利用した知識利用を行う。すなわち、対象の持つ属性のうち注目すべき属性を抽出し、抽出された属性で類似性判定を行う。これによって、前述のガラスと水のような誤った知識の生成を抑止することが可能となる。

また、このように考えるとき、モデルとは共有化すべき視点を与えると共に、その視点を通して知識を扱うための体系であると言える。

### 3. 知識表現形式の提案

本章では2.2で述べた、知識スキームに基づく知識記述を可能にする知識の表現形式を提案する。

UAS では、知識を扱う際に自然言語そのままの記述を扱うのではなく、グラフ化等により知識のエッセンスを抽出し、計算可能な形式に表現した上で取り扱う。

#### 3.1. 知識のグラフ化

現段階の UAS は、ある状況や行為を仮定すると、その結果としてある状況や行為が得られるという因果関係を表現する知識 (if-then 型知識) を扱う。本節では if-then 型知識を構造化しグラフとして表現するための手法について述べる。

if-then 型知識を構造化するためには、まずその一部分である行為や状況をグラフ化する必要がある。そのために UAS では、知識記述中に現れる対象、述語、属性をノードとして、それらの関係をアークで接続する。この時、述語を中心として対象や属性を接続することで、状況や行為をグラフとして表現することが可能となる。

#### 3.2. ノード間の意味的關係の表現

前項で述語を中心とするグラフ構造によって状況や行為を表現することを示した。ここで例として、「持つ」(述語)に「ガ

ラス」(対象)と「断面」(対象)がアークで接続されている場合を考えると、

[例文2]「ガラスは断面を持つ」

[例文3]「断面はガラスを持つ」

という二通りの状況のどちらを表現しているか不明である。この二つは意味的に異なる状況であるため、区別して扱う必要がある。

そこで本研究では、自然言語処理で利用されている深層格[5]における分類を導入する。深層格を用いることによって、述語と対象・属性の意味的關係を表現することが可能になる。先の例では、述語と対象を単純に接続していたが、この接続に対して深層格上の分類を与えることを行う。例文2は、「持つ」と「ガラス」を agent という行為者格を表す深層格を与えたアークで接続し、「持つ」と「断面」は object という対象格を表す深層格を与えたアークで接続することで例文3と区別して表現することが可能になる。

### 3.3. 各ノードと概念体系との連結

知識間に意味のある類似性を見いだすためには、前記の各ノードを単なるシンボルとしてではなく、概念体系と結びつけて扱う必要がある。概念体系はオントロジー[6]として人工知能分野で研究されており、本研究はこのオントロジーを導入することにより、柔軟かつ有意義な類推を可能とする。

まず述語は、EDR 電子化辞書[7]で提供される概念体系を参照することで、異なる述語であっても意味的に近いものであれば対応付けを行うことが可能である。この述語の概念体系を述語オントロジーと呼ぶ。次に、対象を体系化しオントロジーとして構築する。この時、対象が持つ属性のデフォルトの情報を対象オントロジーに持たせる。知識中の対象がこの対象オントロジーを参照することによって、知識中の対象がいかなる属性を持っているかを得ることが可能になる。また、属性を体系化したものを属性オントロジーと呼ぶ。

### 3.4. 視点の表現

2.2で言及したように、知識の中の対象はどの属性に注目するかという視点が与えられる必要がある。そこで、各対象のノードに対して注目すべき属性を明示することで視点を表現する。

以上本章で述べたグラフ、深層格、オントロジーへの参照、視点を利用することによって知識を表現することが可能になる。この様子を図1に表現する。

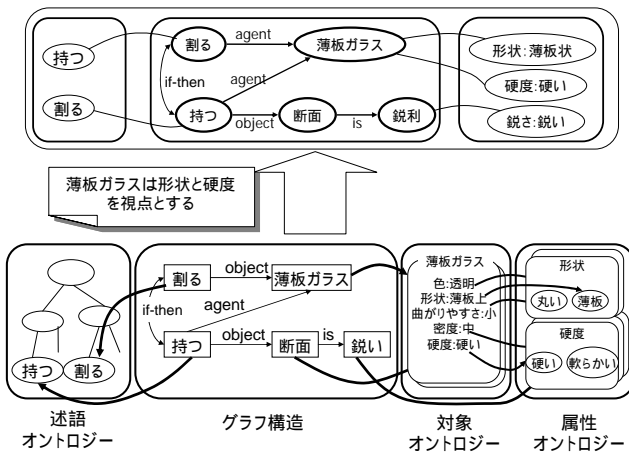


図1 知識表現形式

## 4. RDF を用いた知識表現形式

本章では、前章までに述べた知識記述形式を RDF [3]を用いて実際に記述する方法について述べる。RDF は W3C[8]が中心となり現在研究がなされているセマンティック Web における知識記述形式の標準化のための要素技術である[3]。具体的には知識を主語、述語、目的語の3要素によって記述する。(ここで傍点を付けた主語、述語、目的語は RDF のグラフモデル

を説明するために使われる専門用語であって、これまで本稿で用いてきた用語とは異なる用語である)。

[例文4]「このサイトの作者はジョーンです」

という記述は図2のような有向グラフとして表現される。



図2 RDF のグラフモデル

実際の RDF は XML によって記述され、タグなどの語彙を柔軟に拡張することが可能である。そして本研究では RDF を拡張することにより3章で提案した知識形式を記述する。例えば、知識の一部分である「ガラスが断面を持つ」を RDF のグラフモデルで表現すると図3のようになる。



図3 RDF による知識の表現

さらに、図3には含まれないが、本研究では、オントロジーへの参照や視点という情報も RDF によって統一的に表現する。

さらに拡張 RDF に基づく XML 形式の知識記述を、人がテキストエディタなどで直接に記述・編集することは困難である。このため、本研究では RDF 形式の知識を容易に記述し生成可能にするグラフィカルエディタを開発している(図4)。

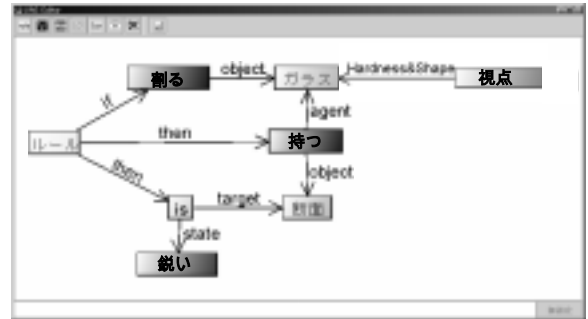


図4 知識エディタ(例文1を表現している)

## 5. まとめ

本報では、創造的設計支援を行うための知識スキームに基づく知識記述を、RDF により実現する方法と、そのためのエディタの実装状況について報告した。今後は、具体的な事例に基づき、実際に知識を記述し、提案手法の詳細化を行う。

## 参考文献

- [1] 下村芳樹, 他: Universal Abduction Studio の開発 (第1報) Universal Abduction Studio の基本構想, 2003 年度精密工学会春季学術講演会講演論文集, pp. 22, CD-ROM, 2003.
- [2] 森本恵悟, 他: Universal Abduction Studio の開発 (第5報) UAS のための知識スキーム, 2004 年度精密工学会秋季学術講演会論文集, pp. 71-72, CD-ROM, 2004.
- [3] Dave Beckett, ed.: RDF/XML Syntax Specification (Revised), <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>, 2004.
- [4] キース・J・ホリオーク, ポール・サガード編著, 鈴木宏昭, 河原哲雄監訳: アナロジーの力 認知科学の新しい探求, 新曜社, 1998.
- [5] Fillmore, Charles J.: the case for case, Universals in Linguistic Theory, pp. 1-88, 1968.
- [6] 人工知能学会誌, 特集: 開発されたオントロジー, Vol. 19, No. 2, pp. 135-193, 2004.
- [7] 荻野孝野, 他: 日本電子化辞書研究所における概念体系, 第5回国語研究所国際シンポジウム, pp. 172-181, 1997.
- [8] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/>