

Universal Abduction Studio の開発 (第4報)

UASのための多重解釈型知識表現

東大・藤本裕、下村芳樹、阪大・野間口大、北大・吉岡真治、国情・武田英明

Development of Universal Abduction Studio (4th Report)

The University of Tokyo, Yutaka FUJIMOTO, Yoshiki SHIMOMURA
Osaka University, Yutaka NOMAGUCHI
Hokkaido University, Masaharu YOSHIOKA
National Institute of Information, Hideaki TAKEDA

In order to realize creative design, we need operational or "know-how" knowledge as well as fact knowledge on target domain. In this paper, we propose a knowledge representation schema that allows multiple interpretations on a single textual representation. It is realized as metadata on texts and consists of a condition part (if) and an action part (then). We identified three of types of patterns for interpretation, and 14 different patterns in total by analyzing a textbook for design.

1. はじめに

対象固有の領域知識を用いるだけでは、既存の設計解を改良することは可能であっても創造性の高い設計を行うことは困難である。即ち、創造性の高い設計を支援するためには、異なる領域に属する知識を互いに関連づけることによる問題の再定義や、新しい知識を作成するための手段が必要である。本報では、前報で提案したオントロジーを用いた知識表現の枠組みとその評価結果に基づき、オントロジーを用いた知識統合支援を実現するための新しい知識表現の仕様を提案するとともに、具体的な知識記述の例を通じて、提案した知識表現スキームを用いて実際に創造性の高い設計に対する支援を行う方法について検討する。

2. オントロジーに基づく知識統合機構

著者らは、創造的設計を「ある設計問題において、その設計対象に関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の知識を発見し、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」であると定義し、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UAS(Universal Abduction Studio)の提案を行っている[1]。UASは、種々の領域知識とそれらの統合を支援するための複数の推論機構によって構成される汎用問題解決プラットフォームを提供することを目的としているが、特に前報ではセマンティック Web 等で提案されている知識表現手法に基づき、オントロジーを利用した知識表現の枠組みと、それをを用いた仮説知識の生成方法を提案した[2]。例えば、カッターナイフの設計に関連して Fig.1 のようなオントロジーが定義されていたとする。

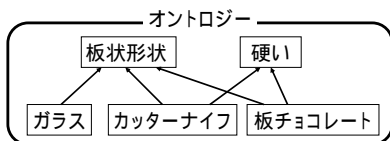


Fig.1 Example of Ontological Definition

この時「常に鋭利なカッターナイフ」という設計課題に対し、オントロジーの参照により、ナイフに対して形状の観点で類似すると判断されるガラスに関する「ガラスは切断すると鋭

利」という知識を対象領域に適用することにより、「カッターナイフを切断すれば鋭利になる」という仮説知識を生成し (Fig.2-) さらに形状・硬さの観点で類似すると判断される板チョコレートに関する「板チョコレートは溝部で切断可能」という知識を統合することにより「カッターナイフに溝部を設ければ切断可能となる」という仮説知識を生成する (Fig.2-) というものである。

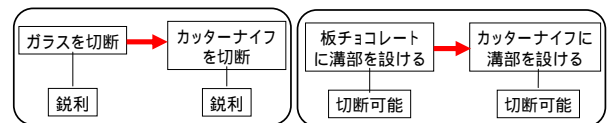


Fig.2 Ontological Mapping among Domain Knowledge

しかしながら、セマンティック Web におけるメタデータ、すなわちオントロジーによって与えられる語彙間の関係情報を文章表現中の語彙に対してタグ付けただけの知識データでは、計算機が Fig.2 のような知識構造を展開することは困難であり、メタデータによる管理対象となる知識そのものの記述の形式に対して、上述の展開が可能となるような構造を予め与えることが必要である。

3. 知識統合支援を実現するためのメタデータ記述方法

前節で述べた課題を踏まえ、本報では自然言語で記述された知識を、その統合的運用を行うために展開可能な形式として管理するための記述スキームを提案する。前節で述べたように、オントロジーに基づく知識統合支援を実現するためには、オントロジーによって与えられる語彙間の関係情報を知識文書中の語彙にタグ付けすることに加えて、個々の知識を展開し、その展開によって得られる部分要素を知識操作の単位として切り出せることが必要である。その後、語彙間の関係を頼りに、上記知識の部分要素の異なる知識間での互換性を発見することを、例えばアナロジー推論によって実現すれば良い。ここで、知識を展開し、得られる部分要素を知識操作の単位として切り出すとは、例えば Fig.3- の操作を指す。

Fig.3 のように、一般に自然言語に記述された知識は、「注目する対象」と「その対象そのものに関する説明的な情報」、例えば、その対象に関連して何らかの行動を行う上での指針となるような情報とに展開することができると思われる。



Fig.3 Example of Construction

Fig.3- の例では、「ガラス」という注目する対象について、それが「切断により鋭利になる」という対象の性質に関する説明的な情報が得られている。ここでいう「注目する対象」とはその対象が置かれている状況やそれに対して加えられる操作も含み、「行動の指針となる情報」とは本例のような対象の性質や状態、あるいは対象に対して行為や評価などの操作を行う際の条件を含む。ところが、この定義からも明らかであるように、一つの知識であっても、そのどの部分に注目するかによって、その知識に対する解釈が異なる場合がありうる。例えば、Fig.3- のように同じ知識であっても「ガラスを切断する」という対象に対する行為に注目することにより、「鋭利になる」という評価情報が得られることになる。これらの情報は、先の対象の性質に関する説明知識とともに設計を行う上での指針情報として用いることが可能であると考えられるが、前述のどちらの形式で解釈する方が知識適用が容易であるかはその知識を使用する状況によって異なる。

以上を踏まえ、自然言語で記述された知識を「注目すべき対象」(前件分)と「その対象に関係する説明的な情報」(後件分)に複数のバリエーションとして展開して記述したものをメタデータとして用意し、知識統合に供することを考える。この時、一つの知識は単一の構造に展開されるものでなく複数の異なる構造に展開されるものとし、これにより上記に示したような知識の多重解釈を実現し、UASにおける知識の再利用性を高めることを目指す。前例に倣えば、「ガラスは切断すると鋭利」という知識のメタデータとして、

if="ガラス" then="切断すると鋭利になる"

if="ガラスを切断する" then="鋭利になる"

を用意する。そして、「鋭利なカッターナイフ」という設計課題に対し、「鋭利になる」を後件部に有するガラスに関するのメタデータを検索後、同知識の別解釈である のメタデータの前件部である「ガラス」と「カッターナイフ」の類似性をオントロジーにより判定することにより「if="カッターナイフを切断する" then="鋭利になる"」という対象に対する操作に関する条件としての仮説知識を生成する。

4. 具体的な知識への検証と分析

前節で提案したメタデータの記述仕様にに基づき、実際に領域知識のメタデータを作成することによる本手法による知識表現能力の分析を試みた。今回題材とした領域知識は機械設計に関するノウハウ集[3]から抽出した約 350 個の知識である。この約 350 個の知識を前節で提案した仕様にに基づき展開・表現したところ「設計対象に注目する」、「操作に注目する」、「現象・状態に注目する」ことにより一つの知識につき最大 3 パターン、合計 14 パターンに分類することが可能であった (Fig.4)。さらに、複雑な文章であっても、それを複数の知識の組合せであると仮定し、分解により複数の単純な知識とすることによって上記の 14 パターンの何れかに当てはめることが可能であった。この二つの異なる知識解釈の多重化方法を、以下ではより具体的な例によって説明する。

タイプ 複数の知識に分解することによる多重解釈

「遠心鋳造法は量産に適するが、円筒内面が粗悪になりやすく、必ずしも寸法精度がよくないので、精度を要求される部

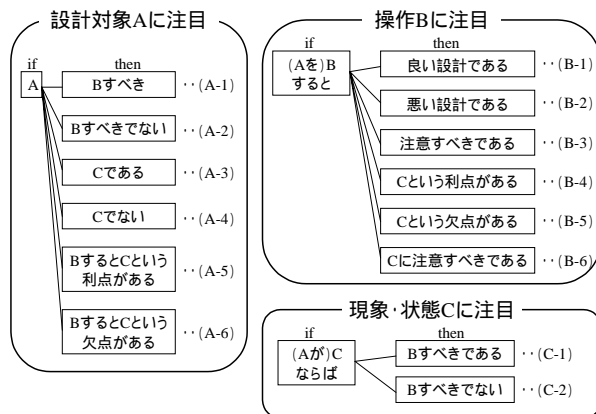


Fig.4 Pattern of Knowledge Structure

品向には仕上げしろが大きいのが欠点となる」という知識は、

・遠心鋳造法は量産に適する

・遠心鋳造法は円筒内面が粗悪になりやすい

など、複雑な文章を複数の知識に分解し、それぞれについて Fig.3 のパターンを適用することにより異なる解釈をすることが可能である。例えば i に (A-3) を適用すると if="遠心鋳造法" then="量産に適する" と解釈できる。

タイプ 注目する要素の違いによる多重解釈

「重い組付部品は、取付本体の上に乗せて組み付けられる形式にする方が、作業が容易かつ安定する」という知識は、

(A-5) if="重い組付部品" then="取付本体の上に乗せて組み付けられる形式にする方が作業が容易かつ安定する"

(B-4) if="重い組付部品は取付本体の上に乗せて組み付けられる形式にする" then="作業が容易かつ安定する"

のように、知識のどの部分に注目するかにより異なる解釈をすることが可能である。

以上を踏まえ、ある新しい領域知識のメタデータを作成する際、その知識をどう部分知識に分解し(タイプ)、さらに分解によって得られた知識のどの部分に注目するかという取捨選択(タイプ)を行うことにより、多重解釈可能な知識のメタデータを作成することが可能であり、これにより UAS における知識の再利用性を高めることができると考えられる。

5. 結論と展望

本報では UAS におけるオントロジーに基づく知識統合支援を実現するためのメタデータの記述仕様を提案し、具体的な知識の記述例を通じてメタデータの作成手順について述べた。

今後は、本報で提案したメタデータの記述仕様にに基づく知識統合のメカニズムを検討し、本報で提案した知識記述手法の有効性を検証する。

また、現在は知識のメタデータを手作業で作成しているが、今後メタデータ作成の自動化方法についても併せて検討する予定である。

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大会講演論文集,(2003)
2. 藤本裕、他：「Universal Abduction Studio の開発 (第 3 報)」 - オントロジーを用いた知識類推機構 ,2003 年度精密工学会秋季大会講演論文集,(2003)
3. 渡辺秀則：「続・機械設計心得ノート - ベテラン設計者のノウハウ集 - 」日刊工業新聞社,(1988)