

設計情報の知的処理のためのタグ付け方法の検討

Tagging for intelligent processing of design information

武田 英明^{*1*2}
Hideaki Takeda

藤本 裕^{*3}
Yutaka Fujimoto

吉岡 真治^{*4}
Masaharu Yoshioka

下村 芳樹^{*3}
Yoshiki Shimomura

^{*1} 国立情報学研究所
National Institute of Informatics
(NII)

^{*2} 総合研究大学院大学
The Graduate University of
Advanced Studies (Sokendai)

^{*3} 東京大学
The University of Tokyo

^{*4} 北海道大学
Hokkaido University

This paper describes how to add tags to extract knowledge from information for intelligent design support. Our project called Universal Abduction Studio (UAS) aims to a new design support system that aims to support conceptual design by dynamically integrating various superficially irrelevant knowledge in different design domains. This paper focuses on knowledge description form which can be used to capture knowledge from text-based information and then be used for inference for creative design. We propose multiple if-then form for this purpose. We tested this form with a textbook and identified fourteen patterns.

1. はじめに

本稿では設計に関する知識を、より広範な設計に対して支援を行う際にも役立つような知識となりうるように構造化するために適切なタグ付け方法について考察を行う。設計に関する知識としては、これまでも設計対象についての知識については比較的好く研究されている。しかし、設計に対する支援を考える場合、設計対象についての知識以外にも設計の手順や設計の方法に関する知識が必要である。そこで、本研究では設計の方法について書かれた書籍の文章を題材に、設計手順や方法に関する知識を含めてより広範な設計に対して支援を行う際に役立つ知識を抽出するために、有効と思われるタグ付け方法について調査を行った。

本稿ではまず、本研究の前提となる UAS プロジェクトについて説明した後、今回の調査の方法および調査結果について述べる。

2. Universal Abduction Studio (UAS)

既存の設計解と異なる新しい設計解を作成するような創造的 design を実現するためには、既存の設計解を作成する際に利用した知識のみでは不十分であり、新たな知識の生成もしくは導入と、その新しい知識による問題の再定義が必要である。Rozenburg [Rozenburg95]らは、このような設計解の生成過程に用いられる知識生成の過程を Innoduction と呼ばれる論理推論により定式化している。この Innoduction は、事実と知識から、事象を説明する仮説を導くアブダクションの変形であり、事実から事象を説明する仮説とその仮説を説明するための知識の一部を同時に導く推論である。この Innoduction で導出する知識の例としては、設計解の利用法に関する知識などといった、個々の設計解に特有の知識などが想定されていたが、どのようにして知識を生成するかについての方法論については明確な定式化がなされていなかった。

一方、我々は、設計における仮説的知識生成において、関連する異なる既存の領域知識の統合が行われるという仮説に基づき、冷蔵庫の設計事例の分析を行い、設計において領域

知識の統合が新しい創造的 design 解を導く事を確認した [Tomiyama03].

Universal Abduction Studio (UAS)では、この考え方にに基づき、設計者にとって役立つ異なる領域の関連知識を発見し、既存の対象領域知識と組み合わせることにより、新たな仮説的知識を生成する方法の提案を行うことを目的としている[下村 03][藤本 03].

3. 設計知識の表現方法

既存の対象領域知識と組み合わせることによる、新たな仮説的知識の生成を実現するにあたって、問題になるは設計知識の記述方法である。分野が異なれば異なる知識があるのは当然であり、その違いを UAS では利用しようとしている。しかし、そのような多種多様な知識をどのような形式で記述し、また獲得するかが問題となる。

設計対象に関する知識についてはそのような多様性をオントロジーを用いてモデル化できる[吉岡 03]. しかし、設計には、オントロジー的な対象表現だけでなく、設計方法的知識が必要である[武田 92]. しかし、一方、設計方法的知識は対象知識と深く結びついて、分離して表現することも適切ではない。

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。

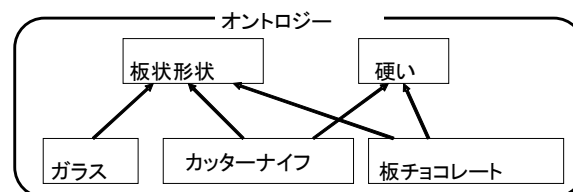


Fig.1 Example of Ontological Definition

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.2-①), 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.2-②), という例を考える。

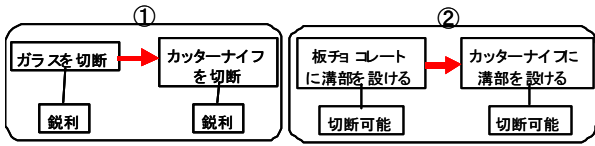


Fig.2 Ontological Mapping among Domain Knowledge

この中には、概念「ガラス」の属性としての「切断可能」, 「板形状」, 「カッターナイフ」の属性として「板形状」などがオントロジー的知識として含まれている。そのような概念と属性に関する知識を前提として、「『ガラスを切断する』と『鋭利』になる」という経験的知識が述べられている。オントロジー的知識と設計手続的知識はこのような関係にある。現在のセマンティック Web において想定されているメタデータは主に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するものである。上の議論でいえば、オントロジー的知識のみを想定している。すなわち、現在のセマンティック Web の枠組みだけでは、上記のような経験的知識を表現することは難しい。すなわち、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付与することが必要である。

4. 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、本稿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.3-①の操作を指す。

Fig.3 のように、一般に自然言語で記述された知識は、「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になるような情報とに展開できると考えられる。

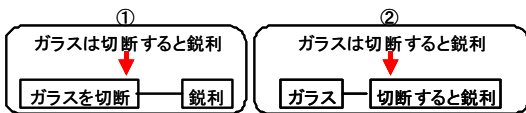


Fig.3 Example of Construction

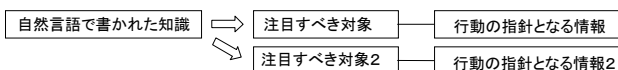


Fig.4 Template for knowledge description

Fig.3-①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る。例えば、Fig.3-②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上有利であるかはその知識を使用する状況によって異なる。

このような状況依存性は極めて難しい問題である。本稿ではこの状況依存性を推論などの知識表現の中での解決を目指すのではなく、知識を記述する際の多様性を許す仕組みを用意することで、知識の記述レベルで解決することにする。

すなわち、ここでは Fig.4 に示すような直感的記述を用いることにする。自然言語で書かれた設計知識をあらゆる文章に対して、その注目すべき点とその注目の結果としてとるべき行動に関する記述の組として記述する。ただし、この注目点と行動の切り分け方は一意であることを要求せず、可能な組を列挙することを許している。

5. 具体的な知識への検証と分析

前節で提案した記述仕様にに基づき、実際に領域知識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」、「操作」、「現象・状態」の各々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.5)。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① 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、

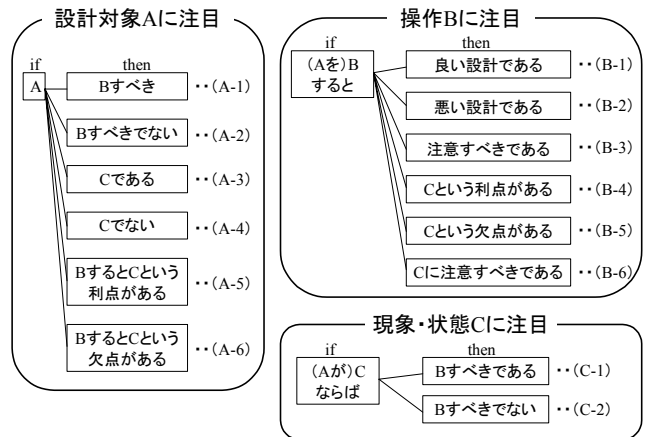


Fig.5 Pattern of Knowledge Structure

- i. 遠心鑄造法は量産に適する
 - ii. 遠心鑄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=”遠心鑄造法” then=”量産に適する” と解釈できる。

タイプ② 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①)、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②)を行うことにより、状況依存性を考慮した知識としてのメタデータを作成することが可能である。

さらにこれらを統一的な書式で書こうとするならば、Fig.6 のような記法が考えられる。

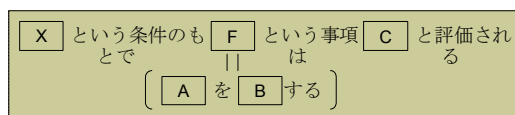


Fig.6 An integrated knowledge description

6. 知識表現のレベル

前節で述べたような知識表現はいわば“浅い”知識表現であり、その背後には“深い”知識があると考えられる[溝口 94]。深い知識とはなんらかのモデルに基づく知識表現である。エキスパートシステム構築方法論では深い知識から浅い知識が生成されると考えられている。さまざまな設計分野において程度の差があれ、なんらかのモデルを想定することは自然なことである。

しかし、ここで問題となるのは、どのようなモデルが適切であるかは必ずしも明確ではないということである。それは設計情報の解釈が設計情報の提供者の意図どおりにできていないという場合もあるが、とくにノウハウ的知識の場合、設計情報の提供者自身がそのような深い知識を必ずしも意識しないということも多々考えられる。設計者にとって有用な知識とは具体的な設計行為に役立つ情報であり、その理由を深く掘り下げる必要がないということもあると思われる。

このため、浅い知識表現の解釈は明示的に指示されているとは限らない。むしろ、そのような解釈方法の選択を必要とするのが設計知識としての特質であろう。

この観点からすると、5 節で示したような複数列挙型 if - then 形式というのは設計知識の第一次表現としては利用可能であろう。

7. まとめ

本稿では創造的アブダクションの実現に向けて、多様性をもった設計知識の表現方法について考察を行った。ここでは、簡便な知識表現手法を利用することで状況依存性を維持したまま設計知識を表現できることを示した。

今後は、このような多様な設計知識から類似性を利用していかにアブダクション[武田 92][林 88]が可能であるかにかかってくるかについて検討する予定である。

参考文献

- [藤本 03] 藤本裕, 下村芳樹, 野間口大, 吉岡真治, 武田英明. Universal Abduction Studio の開発(第3報) - 高創造性設計支援のための知識表現 -. 2003 年度精密工学会秋季大会学術講演会, 2003.
- [林 89] 林千登, 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之. 設計過程の分析と論理による形式化(第 3 報)--サーカムスクリプションとアブダクションによるモデル化--. 1989 年度精密工学会春季大会講演論文集, pages 7-8, 1989.
- [溝口 94] 溝口理一郎, 知識の共有と再利用研究の現状と動向, 人工知能学会誌 9,1 pp.3-9, 1994
- [Roozenburg95] N.F.M Roozenburg and J.Eekels. Product Design: Fundamentals and Methods. John Wiley & Sons, Chichester, 1995.
- [下村 03] 下村芳樹, 坂井宏充, 野間口大, 吉岡真治, 武田英明, 富山哲男. 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学術講演会講演論文集, page 22, 2003.
- [武田 92] 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之. 設計過程の計算可能モデルと設計シミュレーション. 人工知能学会誌, 7(5):877-887, 1992.
- [Tomiyama03] T. Tomiyama, H. Takeda, M. Yoshioka, and Y. Shimomura. Abduction for creative design. In Hod Lipton, Erik K. Antonsson, and John R. Koza, editors, *Working Notes for AAI-2003 Spring Symposium Series on Computational Synthesis: From Basic Building Blocks to High Level Functionality*. AAI, 2003.
- [渡辺 88] 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
- [吉岡 03] 吉岡真治, 野間口大, 藤本裕, 下村芳樹, 武田英明. 創造的設計のための仮説的知識の生成手法. 日本機械学会第 13 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 03-27, pages 189-191, 2003