

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

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

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支援することは困難である。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[1]で提案した知識間の類似性を発見する枠組とその評価結果に基づき、より高度な知識利用を実現するための知識表現の枠組に対する要求仕様を明らかにするとともに、その具体的な実現方法に関して考察する。

2. 構造的アナロジーによる知識類推機構

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」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) を提案している。UAS は、種々の領域知識と知識統合を支援するための複数の類推機構を提供するが、前報では知識の記述形式として一階述語論理の枠組を利用し、グラフ構造で表現した知識に対して構造的アナロジーを利用する知識統合支援の方法を提案した[1]。さらに本手法に基づき、実際の設計手順を対象とした知識統合を試行した結果、設計者が新たな設計知識を獲得可能であることを確認した。

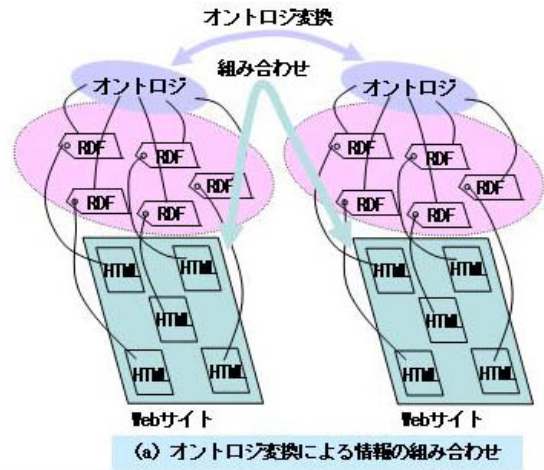
しかしながら、本手法では述語に当たる実体や関係の概念に対する対応を取るため、領域知識間で対応を取る部分グラフに完全な一致が求められ、アナロジーの適用される範囲が狭く、異領域知識利用の観点で柔軟性に乏しいこと、また、あくまでも知識の記述構造に着目したアナロジーであるために、意味的な解釈が行われず知識の取り扱いが表層的であり、知識統合の根拠が希薄であるという課題が存在した。

3. オントロジに基づく知識統合

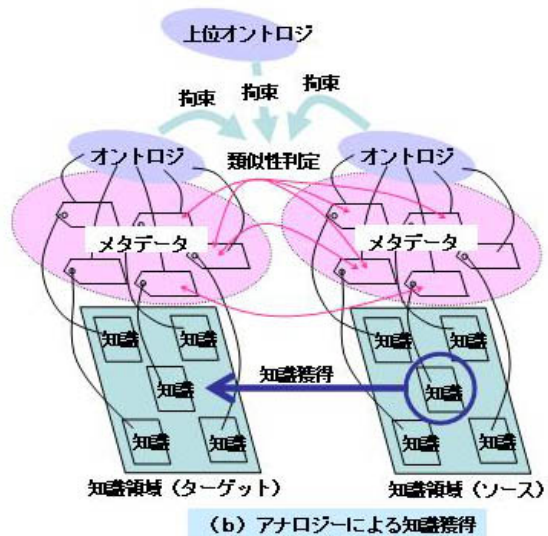
前節で述べた課題を踏まえ、本報ではオントロジに基づく知識統合の方法を提案する。本手法においても、これまでに提案している UAS の基本戦略を踏襲し、アナロジーを知識統合のトリガー・メカニズムとして採用するが、異領域知識間の類似性を判定する根拠として、知識記述中に含まれる語彙の類似性をオントロジに基づいて判定することにより、より高度な知識利用を実現する。

オントロジに関する先行研究のひとつに、**セマンティック Web** (例えば[2])がある。セマンティック Web は、ネットワークを介してアクセス可能な膨大な Web 上の情報に対し、RDF (Resource Description Framework) によるメタデータ記述と OWL (Web Ontology Language) 等によるオントロジ記述を適用することにより、異なる Web サイト間の高度かつ効率的な情報相互利用を実現する試みである(図 1(a))。セマンティック Web において、RDF によって意味付けされた各 Web サイト上の HTML 文書は、図 1(a) の様にオントロジを介して他サイトの HTML 文書における記述との整合性が取られ、結果としてこれら二つのサイト間では相互にそこに含まれる HTML 文書上の情報をそれぞれ固有のオントロジ解釈に基づいて利用することが可能となる。

本研究では、上記の内容を踏まえ、各領域において記述される個々の知識に含まれる特徴的な語彙をメタデータにより意味付けし、これを管理するオントロジを介した領域間での類推を行うことにより、意味的な解釈による知識統合を実現する(図 1(b))。ここで言う意味的な解釈による知識統合には、例えば以下のようなものが考えられる。



(a) オントロジ変換による情報の組み合わせ



(b) アナロジーによる知識獲得

図 1 オントロジ変換とオントロジによる類似性判定

- (K-1) ガラスの断面は常に鋭い。
- (K-2) 溝の刻まれた板チョコレートは簡単に切断可能。
- (K-3) 「ナイフとガラス」、「ナイフと板チョコレート」の類推による折刃式ナイフの考案。

上記の例において「常に鋭いナイフ」という設計課題を解くにあたり、それぞれの領域知識に含まれるメタデータを関連するオントロジを拘束条件として用いながら比較することにより、「ナイフとガラス」、「ナイフと板チョコレート」が類似概念であるということを発見できれば、ある概念に関連する属性、性質、関係等が他方においても成立するのではないかという仮説知識を得ることが可能となる。これにより、例えばナイフに溝を刻むことにより、常に鋭い刃先を有する「折刃式ナイフ」の設計解を得ることが本研究で言う「オントロジに基づく知識統合」の効果であり、目的である。さらにここで用いるオントロジに対して階層構造を仮定することにより、上位のオントロジをより一般性の高い拘束条件として利用することも考えられる。

4. 結論および展望

本報では、UAS におけるより高度な知識利用を実現することを目的に、オントロジに基づく知識表現の枠組とこれを用いた仮説知識の形成方法を提案した。

参考文献

1. 坂井宏充、他：「Universal Abduction Studio の開発 (第 2 報) - 構造的アナロジー推論に基づく設計支援 -」, 2003 年度精密工学会春季大会講演論文集, pp. 23, CD-ROM, 2003.
2. 荻野達也、他：「特集セマンティック Web」, 情報処理, Vol. 43, No. 7 (449 号), pp. 707-750, 2002.