

アブダクションによる創造的設計支援*

Support for Creative Design by Abduction

武田 英明** (Hideaki TAKEDA) 下村 芳樹*** (Yoshiki SHIMOMURA) 吉岡 真治**** (Masaharu YOSHIOKA)

1. はじめに

設計における創造性は設計の本質的特徴であるにも関わらず、その解明はいまだ大いなる研究テーマである。本稿では設計をアブダクションとしてモデル化し、そのモデルに基づくことで創造的設計の計算機支援の可能性を示す。

本稿ではまず設計の本質的操作をアブダクションでモデル化し、その上で設計におけるアブダクションとは科学的発見におけるアブダクションのような新たな知識の発見ではなく、知識の統合であるということを示す。

設計においては、個々の設計分野ごとに領域化された固有の知識群(領域知識)を用いて設計解を生み出す場合と、異なる領域で行われている設計の事例あるいは当初無関係と思われていた領域知識から新たな知見を得て設計解を生み出す場合がある。既存の設計知識の組合せのみでは得られないような創造的な設計解を生み出す設計においては、後者の場合のように、ある問題を解くために一見無関係に思われるような様々な領域知識を統合し再構成することが重要であり、この知識拡張においてはアブダクションがトリガーとして働く。

異領域の知識を統合するために知識を互いに関連付ける方法は複数存在すると考えられるが、本研究では特にアナロジーに注目する。さらに知識の関連付けに関する複数の手法を総合的に使用する環境を提供することにより、設計者による創造的設計を支援する知識統合環境の概念を提案する。

2. 設計における知識操作

設計は大局的には人工物に対する機能的な要求仕様からその人工物を創造するに足る属性的な仕様を決める過程である¹⁾。一般に属性から機能への写像関係は一对多関係である。すなわち、人工物の属性が定まればその人工物の機能を知ることは原理的に可能だが、その逆は原理的に困難である。前者は解析的行為(アナリシス)であり、論理では演繹に相当する。設計は後者であり、総合的操作(シンセシス)である。すなわち、単純な演繹的操作のみでは実現ができない。このため、設計過程のモデル化において非演繹的操作を用いることが考えられている²⁾³⁾。筆者らはアブダクションと演繹に基づく設計過程を提唱している⁴⁾。以下ではまずこのモデルを説明する。

2.1 設計におけるアブダクション

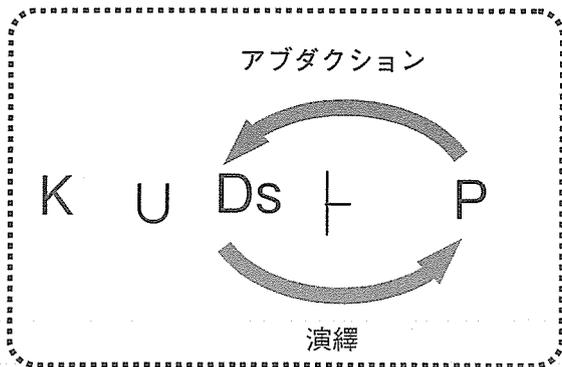
ここでは、設計過程を論理に基づいた形式化によって表現する。まず、設計を次のように定義する。

$$Ds \cup Ko \mid = P \quad (1)$$

Ds は設計対象の記述、 Ko は対象に関する知識、 P は設計対象の性質の記述である。この式は、設計対象の記述と対象に関する知識を合わせたものから設計対象の性質の記述を演繹的に導出できることを示している。論理においては、左辺側が公理であり、右辺側が定理といわれる。すなわち、設計対象の記述と対象に関する知識を公理として、設計対象の性質が定理として導出できるということを示している。

設計対象の記述とは、設計されたものに関する具体的な記述のことで、設計対象の構造や寸法、材料などの属性の総体である。設計対象に関する知識とは、物理法則、材料や構造に関する各種の法則や機能に関する要件などである。物理法則などの法則は与えられたものがどのような振舞いをするかを規定

* 原稿受付 2007年6月1日
 ** 国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系 (〒101-8430 千代田区一ツ橋2-1-2)
 *** 首都大学東京大学院システムデザイン研究科 (〒191-0065 日野市旭ヶ丘6-6)
 **** 北海道大学大学院情報科学研究科 (〒060-0814 札幌市北区北14条西9丁目)



Ds: 設計解
P: 設計対象の性質の記述
Ko: 対象に関する知識

図1 設計の論理による形式化

しているし、機能に関する要件とはものものどのような振る舞いが所与の機能なのかを規定している。すなわち、(1)式が示していることは、ある具体的なものが与えられたとき、そのものがどんな振る舞いをし、どんな機能をもつかといった性質を知ることができるということである。

さて、設計というのは、このような性質の一部である機能を指定して、それを実現できるものを作り出す行為である。これはこの式において、右辺を指定して、左辺を求めることになる。これは通常の演繹ではできない。すなわち、定理からそれを導き出す公理を発見するという過程であるからである。

この過程は論理的には演繹過程ではなく、アブダクション過程である(図1参照)。これは発見の論理とも呼ばれる。

このモデルでは、創造的設計の中心過程、すなわち新しいモノやアイデアを創造する過程では、アブダクションが重要な役割を果たす。C. S. Peirceによって提案されたアブダクションは、定理群から公理を発見するための論理的過程である⁵⁾。一般にアブダクションは演繹に還元することができないと考えられている*1。アブダクションとは知識を拡張するような推論であると考えられる⁶⁾。すなわち、これまでになかった公理を追加することで、これまで説明できなかったことが説明できるようになる、すなわち、新しい仮説発見が可能になる、と考えるわけである。

*1 アブダクションとは演繹の逆過程とする解釈も存在するが、それでは演繹と等価な操作になることが知られており、Peirceが主張するアブダクションの性質である新しい事項の発見が実現できない。

2.2 アブダクションにおける知識拡張の方法

それではどのような知識拡張が可能なのであろうか。科学的発見のような問題においては知識の拡張は新しい法則の導入といったものである。その法則は特に由来があるものではなく、とにかく与えられた観察事象を説明できるものとして持ち込まれる。その妥当性は多くの新たな観察事象の説明可能性をみることで検証される。

設計のような問題においては、上記のような全く新しい知識が導入されることは稀である。すでに多くの基本的法則は発見済みである。それでは設計ではどのようなことが“発見”されるのであろうか。

多くの場合、個別の状況における知識の適切な組み合わせの発見であると考えられる。設計対象である人工物は物理的存在である以上、様々な物理法則の支配下にある。また人工物を構成する部品はそれぞれの振る舞いを律する法則をもっている。多数の法則、多数の人工物の構成の方法があると、その組み合わせ方も極めて多数存在する。このような状況において、設計においては適切な知識の組み合わせを発見することで、必要とする機能を実現できる人工物を構成することが可能になる。

すなわち、現実問題として大量の知識を取り扱わねばならない設計のような問題領域において、実現可能な知識の拡張とは、独立に存在する知識群を必要に応じて統合しつつ用いることである。アブダクションはこの知識統合を誘引するトリガーとして働くと考えられる。

以上のように考えると、設計におけるアブダクションとは、ある設計課題を満たす設計解が既存の知識のみからは導出不可能であるような場合に、既存の知識を用いて新たな統合された知識を形成することにより、設計解を発見するプロセスであると考えられる。ここで言う知識の統合は、領域に対して単に知識をつけ加えるだけでなく、知識の再構成や修正操作を含んでいる。

2.3 知識統合としてのアブダクションの定式化

まず、いま利用する設計知識を Ko_1, \dots, Ko_n とする。統合された知識を Ko はその和、 $Ko_1 \cup \dots \cup Ko_n$ をとるのでは不十分である。このままでは知識相互の関連性がなく、知識を拡張したことにならない。知識をお互いに関連付けるために、異なる知識中の概念を同一視するような操作が必要となる。これを実現するような、 Ko_1, Ko_2, \dots, Ko_n に関して妥当な置換 ϕ を用意する。すると、

$$Ko' = Ko_1 \phi \cup \dots \cup Ko_n \phi \quad (2)$$

となる。これが統合された知識である。

アブダクションはこのように統合された知識を用いて設計解を提案可能であるかどうかを判定し解を導出するが、変換 ϕ はアブダクションそのものからは導出されない。変換は個々の知識の内容に基づく知識間の関係から導き出されるものである。

2.4 知識間の関連性の発見

前節で述べたように、設計においては多様な視点・領域からの知識が存在し、それらの知識が統合され利用されることで創造的な設計が実現されると考えられる。そしてこのためには多様な設計知識間の関連性を知る必要があるが、この関連性には多様なものが考えられる。設計で用いられる知識の多くは物理世界の法則に由来するため、この物理法則のレベルで統合するという方法がある。これが富山らの提唱するメタモデルである⁷⁾。この方法は強力であるが、物理法則と密接に結びついた領域の知識に限られる。

別の方法としては様々な知識を統合するオントロジーを利用する方法がある⁸⁾。オントロジーにより、知識を整合的に管理することができるが、オントロジーの構築は多大な労力を必要とし、現実的には概念がよく整理された領域に限られる。

上記二つの方法より広範な適用範囲のある方法として、本研究ではアナロジー(Analogy)に基づく推論⁹⁾¹⁰⁾の利用を試みる。アナロジーは、先の二つの方法のように概念の持つ意味そのものを扱うのではなく、関係が作る構造のみを利用して概念を関係づける。このため、意味的には間違っている推論をする可能性がある反面、意味的な関係がわからない場合においても適用可能である。本研究ではアナロジーをこのような意外性のある関係を発見する手法と位置づけ¹¹⁾、既存の方法では見出せない関係発見の手法として利用する。

3. アナロジーに基づく仮説的知識生成

3.1 アナロジー

アナロジーは人の柔軟な思考を支える柔軟なメカニズムのひとつであり¹²⁾¹³⁾、それはアブダクションにおいても力を発揮すると考えられている¹¹⁾。

アナロジーは対象レベル、関係レベル、システムレベルの三つのレベルに分類できる¹²⁾。

対象レベルは属性の類似性を、関係レベルは対象の関係を、システムレベルは高次の関係をもとに類推を行うものである。人間はこれら複数のレベルのアナロジーを統括的に利用していることが知られて

いる。ここでは後で述べるように問題構造の類似性に注目しているので、関係レベルでのアナロジーに対応する。

3.2 アナロジーに基づく知識統合

アナロジーによる発想とは、ある分野(ターゲット領域)における未知のアイデアを、その分野とは異なる別分野(ベース領域)との類似性に基づき、ベース領域の要素をターゲット領域に転写することで獲得するものである¹⁴⁾。アナロジーにおいては異なる領域間の関係を発見しており、これを知識統合のメカニズムとして用いることにする。すなわち、知識間の関係とは各領域に属する概念間の対応関係になる。この時、領域知識の統合とは、各領域における概念間の対応関係に基づいた知識の変換により実現される。

3.3 問題構造の類似性に基づく仮説的知識生成

ここではアナロジーを問題構造の類似性に関する推論として用いる。問題構造の類似性に基づく仮説的知識生成とは、知識を適用する状況が似ているという事から、知識間の関係を導きだし、仮説的知識を生成する方法である。この方法では、異なる領域において用いられる設計知識と、その設計が対象とする問題構造を表す典型的な設計対象モデルが対になって保存されていることを仮定する。この時、設計者が持っている問題を表現した設計対象モデルを用いて、異なる領域の設計知識を適用するための設計対象モデルから類似した部分を取り出すことにより、異なる領域知識に基づく概念間の関係を見つけ、知識の変換に役立てる。例えば、図2は問題構造の類似性を示した例である。この例では、クレーンの設計において支柱の軽量化を考える場合に、橋の設計における橋脚の軽量化に利用できる知識を利用できる可能性があり、クレーンにおけるアームの役割を、橋における橋梁が果たす関係にあるということが、問題構造の類似性から得られる。この概念間の

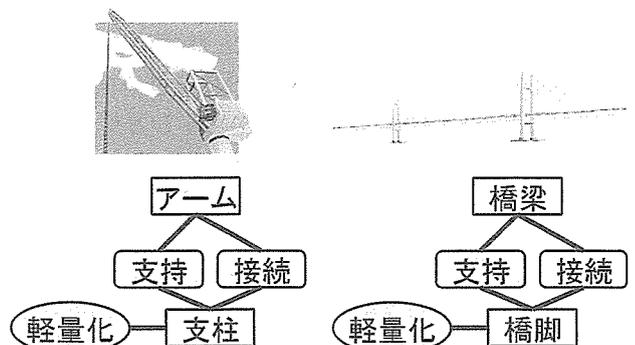


図2 問題構造の類似性とアナロジー

対応関係に基づき、知識の変換を行うことにより、異なる領域の知識を対応づける方法である。

3.4 本アプローチにおける設計支援手順

図3に本アプローチによる設計支援の手順を示す。これは設計の自動化を実現するものではなく、設計の各ステージで設計者の選択や意思決定を促すことにより設計の進行を支援する。

(1) 知識統合手法の選定

対象としている設計において、どのように知識を獲得したいのかに応じて、適切と思われる知識統合手法を選択する。

(2) 類似知識の選定

アナロジーの対象となる知識を決定する。この時、設計対象に関する知識と類似の知識を選択すると知識間に類似性を発見しやすく、信憑性の高い知識を得やすくなる反面、創造性の高い知識が得られる可能性は下がる。他方、設計対象に関する知識とは差異が大きい知識を選択すれば、得られる仮説の信憑性は下がるが、創造的な知識の獲得を期待できる。すなわち、設計対象の属する知識と、比較対象の属する知識の概念的な距離の大小が得られる知識の信憑性と創造性に影響する。

(3) 異なる領域概念の対応関係の生成

知識統合手法を実行して、設計対象に関する知識と(2)で選定された知識群との間にアナロジーに基づく対応関係を生成する。

(4) 対応関係による仮説的知識の生成

ステップ(3)で作成した対応関係に基づいて、仮説的知識を提案する。仮説的知識とは、(2)で選定した知識の一部を、(3)で作成した対応関係に基づいて、設計対象へと転写したものである。この段階で有効な仮説的知識が得られなかった場合は、ステ

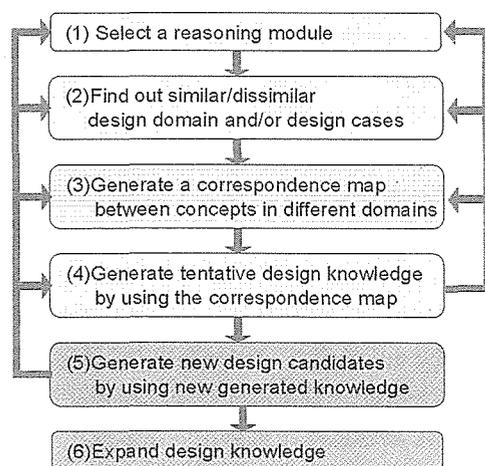


図3 アナロジーによる設計支援手順

ップ(1)~(3)の各段階へ戻り、そこに示される設計作業を繰り返す。

(5) 設計解候補の生成

ステップ(4)で生成された仮説的知識を用いて、設計者は設計解の候補を生成する。ステップ(4)で生成された仮説が最終的に新たな知識として採用されるか否か、すなわち知識統合が成立するか否かは、本ステップで生成される設計解候補に対する評価の結果によって決まる。この評価により設計解候補が利用可能であると判断された場合は、その時点で設計を終了することができる。設計解候補が設計者の意図する要求を満たさない場合、あるいは、他の設計解候補の導出を継続する場合は、設計者はステップ(1)~(4)の各段階へ戻り、再び設計作業を繰り返す。

(6) 知識の拡張

(5)で設計解候補が設計解として利用可能であると判断された時点で、このとき用いられた仮説的知識は有効な新知識と成りうると判断され、知識ベースへ追加される。結果として、他の領域知識との部分的な統合が行われ、設計対象に関する知識が拡張されるが、追加された知識の妥当性はその後の複数の設計によって検証される必要がある。

4. アナロジーに基づく設計支援の実現方法

筆者らはこれまで述べてきたようなアナロジーを利用したアブダクションによる設計支援システムを試作してきた。本章ではその概略を紹介する。

4.1 全体構想

本アプローチではアブダクションを核として設計支援を行うもので、Universal Abduction Studio(UAS)と名づけている。UASでは設計の創造的行為をアブダクション、特にアナロジーに基づくアブダクシ

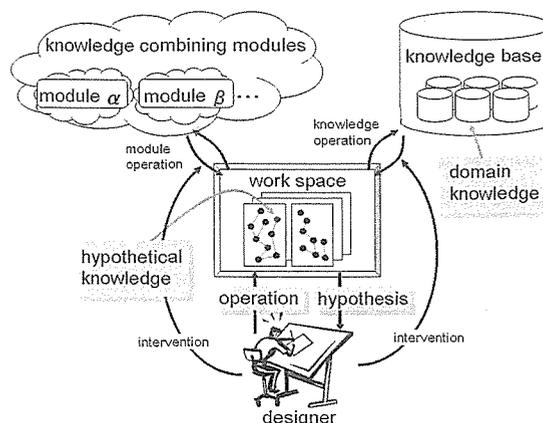


図4 Universal Abduction Studio

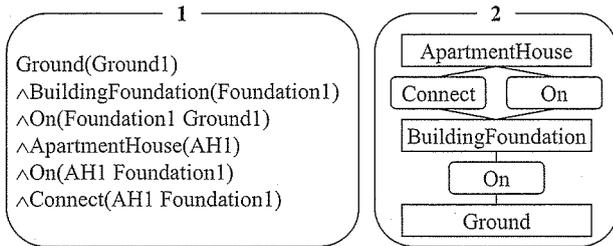


図5 設計知識の表現

ョンで支援することを目標としている¹⁵⁾。

図4に全体構成を示す。システムは複数の知識ベースと複数の知識統合モジュールを提供する。ユーザは新たな可能性を探るための統合候補の知識を選び、異なる推論手段に基づく知識統合モジュールから適当なものを選び、推論を実施させることで、知識統合および設計解候補を得る。

ここで問題になるのは知識統合モジュールのアルゴリズムと知識表現の問題である。以下ではこの2点について述べる。

4.2 設計情報と設計知識の表現

実際の設計においては個別の設計の情報と設計知識は混在していることが多い。その点を念頭に設計情報と設計知識の表現方法を提案している。

4.2.1 設計知識の表現

本アプローチでは基本的な知識表現としてグラフ構造を想定している。個々の事実や設計対象は概念とその関係で記述される。また、操作的知識はグラフ構造をそれぞれ条件部および結果として含むif-then構造で記述される。これらの表現は一階述語論理による表現と交換可能である(図5参照)。

4.2.2 設計知識の抽出

設計に関わる知識は教科書のようにきちんとまとめられて手に入るものもあるが、設計者が日々取り扱う作業の中に埋め込まれていることが多い。

そこで設計に関わる文書から設計知識を抽出する仕組みを考案している¹⁶⁾。ここでは自然言語処理(係り受け解析)を行い、文章内の構造を抽出する。さらに先に述べたようなif-then型の構造をもつ部分を知識として抽出する。ここではいくつかの文章パターンからif-then型の知識を抽出している(図6参照)¹⁷⁾。

4.2.3 設計知識文書

上記のような方法で抽出した知識を独立に記述するのではなく、元の設計文書に埋め込む形で記述を行う。これを設計知識文書と呼んでいる¹⁸⁾。具体的にはXML文書として知識が埋め込まれる。この

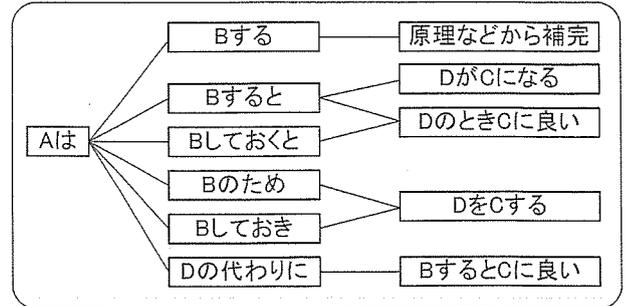


図6 設計知識のパターン

ようにすることで、知識の根拠の提示が容易になると同時に知識の管理も容易になる。特に前者は対話的な設計支援を行うときには重要である。ここまでの流れを図7に示す。

4.3 アナロジーの実現手法

アナロジーをいかに実現するかについてはいくつか試している。このうち、2つを以下では紹介する。

4.3.1 文書内構造の利用¹⁶⁾

本プロトタイプでは、述語論理によって記述した要素および要素間の接続関係によって表現される知識間の類似性を判定する具体的なアルゴリズムとして、吉岡らのDMaPS(Documentation Management system for Problem Solving)¹⁹⁾の類似性判定方法を採用した。DMaPSは、既存の文書を参照しながら新しい文書を作成し、それをを用いて問題を解決する過程を支援するシステムである。DMaPSには主に、ユーザが直面している問題領域やそこで決められた情報を表現するワークスペースと、その状況に応じて、役立つと考えられる知識を文書知識データベースから検索し、提供する部分から構成される。DMaPSにおける作業は次の手順で行われる。

- (1) 文書知識の検索
- (2) 文書知識のランキング
- (3) 文書知識の選択
- (4) 形式的知識の適用

DMaPSでは上記(2)の文書知識のランキングにおいて、ユーザが保持する問題を表現する論理式を検索キーとして検索キーを含む文書を探し出し、検索語の文書中での頻度(tf:文書中での語の重要性)と検索語を含む文書数の逆数(idf:語の偏在性)を利用したtf・idf法²⁰⁾に基づくスコアリングを行う。次に、ユーザが保持する問題が一階述語論理で表現されている場合には、モデルの類似度を使った検索を行う。この類似度は、問題領域を表すモデルにおける項と検索対象の文書知識のモデルにおける項の

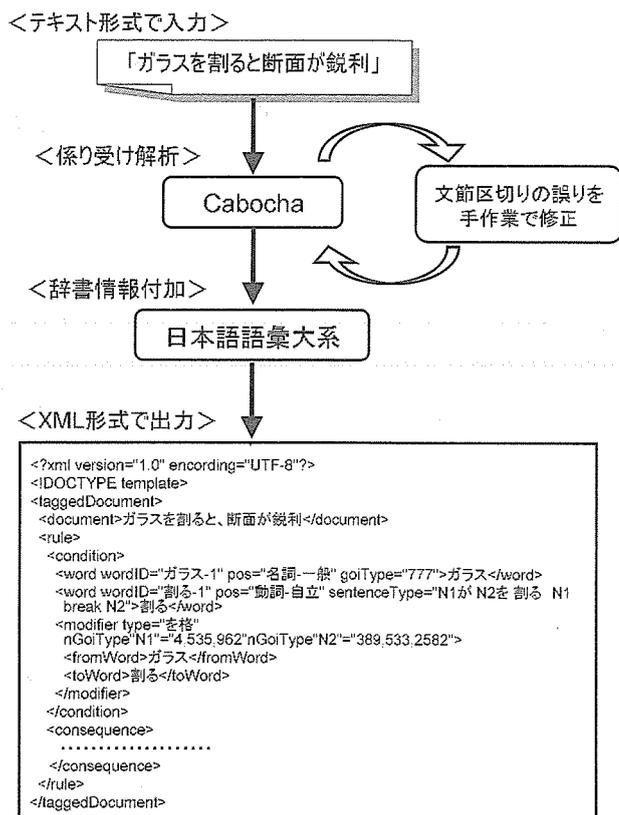


図7 文書内構造を利用したアナロジー

間に、ある写像関係を設定した場合に、その写像関係に基づいて設定される論理式の対応関係の数により判定する。

4.3.2 対話型進化的計算法によるインタラクション²¹⁾

本手法は対話型進化的計算法 (IEC: Interactive Evolutionary Computation)²²⁾ の一つである対話型遺伝的アルゴリズム (IGA: Interactive Genetic Algorithm) に基づいて仮説的知識を生成するためのものである。EC (Evolutionary Computation) とは生物の進化のメカニズムをまねてデータ構造を変形、合成、選択する手法であり、主なものとして遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) や遺伝的プログラミング (GP: Genetic Programming) が挙げられる。IEC は人間の主観的評価に基づいてシステムを最適化させる技術であり、評価関数を人間に組み込んだ EC 技術であり、IGA は GA を対話型に拡張したものである。本手法ではユーザを仮説的知識の生成過程に評価系として積極的に計算機とインタラクションさせることにより、創造的設計を導くために有効な仮説的知識の生成を図る。3.4 節のステップのうち (3) ~ (5) をユーザの評価に基づいて繰り返すことで適切な解を到達することを狙っている。

具体的には、まずユーザは課題としてクエリを作成し入力する。次にユーザはアナロジーのベースとなる領域を選択する。実際には領域ごとの知識ベースを選択する。その後、計算機が GA に基づいて、対応関係の生成・評価、仮説的知識の生成を行い、複数の仮説的知識を提示する。ユーザは提示された仮説的知識を評価し、得られた仮説的知識に応じて終了もしくは再計算を選択する。再計算の場合、ユーザの評価とアナロジーによる評価を合成したものをを用いて、再度 GA を行う。

5. まとめ

本稿では創造的設計支援のための仕組みについて議論を行った。創造的設計のためには論理操作としてのアブダクションが必要であることを示した。さらにアブダクションの実現方法としてアナロジーを用いることを提案している。

本稿での提案はまだ概念的かつ実験的モデルの段階であり、すぐさま実際の設計において使えるわけではない。しかし、今後さまざまな領域で創造的設計の支援システムを作る際の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 吉川弘之：一般設計学序説---一般設計学のための公理的方法---，精密機械，45，8(1979)，906.
- 2) Roozenburg, N. F. M. and Eekels, J.: Product Design: Fundamentals and Methods, John Wiley & Sons, Chichester(1995).
- 3) Gero, J. S. and Kazakov, V.: Using analogy to extend the behaviour state space in creative design, in Gero, J. S. and Maher, M. L. (eds.): Computational Models of Creative Design IV, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney (1999), 113.
- 4) 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(1992), 877.
- 5) 米盛裕二：パースの記号学, 勁草書房(1981).
- 6) Aliseda, A.: Abduction as Epistemic Change: A Peircean Model in Artificial Intelligence, in Flach, P. and Kakas, A. (eds.), Abductive and Inductive Reasoning, Applied Logic Series, Kluwer Academic Press(2000).
- 7) Tomiyama, T.: From general design theory to knowledge-intensive engineering, Artificial Intelligence in Engineering Design, Analysis, and Manufacturing

- (AIEDAM), 8, 4(1994), 319.
- 8) Gruber, T. R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specification, 5, Issue 2(1993), 199.
 - 9) Bhatta, S., et al.: Innovation in analogical design: A model-based approach, in Gero, J., ed., Artificial Intelligence in Design(1994), 57.
 - 10) Bhatta, S. and Goel. A.: From Design Experiences to Generic Mechanisms: Model-Based Learning in Analogical Design, Artificial Intelligence in Engineering Design, Analysis, and Manufacturing, special issue on machine learning in design, 10(1996), 131.
 - 11) 村上陽一郎: アナロジーと知識活動, 数理科学, 343(1992), 5.
 - 12) Holyoak, K. J. and Thagard, R.: Mental Leaps: Analogy in Creative Thought, The MIT Press(1995).
 - 13) 鈴木宏昭: 類似と思考, 共立出版(1996).
 - 14) 特集「類似性に基づく推論」, 人工知能学会誌, 17, 1(2002).
 - 15) 下村芳樹, 吉岡真治, 武田英明, 富山哲男: アブダクションに基づく設計者支援環境の基本構想, 日本機械学会論文集C編, 72, 713(2006), 274.
 - 16) 吉岡真治, 佐藤孝彦, 杉山明紀, 森本憲悟, 武田英明, 下村芳樹: 創造的設計のための仮説的知識生成支援の研究, Design シンポジウム 2006, 06-5(2006), 95.
 - 17) 杉山明紀, 鈴木遼, 中西雅俊, 下村芳樹, 武田英明, 吉岡真治: 創造的設計支援のための知識表現形式, 精密工学会 2007 年度春季大会学術講演会第 14 回学生会員卒業研究発表講演会講演論文集(2007), 35.
 - 18) 武田英明, 藤本裕, 吉岡真治, 下村芳樹: 設計情報の知的処理のためのタグ付け方法の検討, 人工知能学会全国大会(第 18 回)論文集(2004).
 - 19) 吉岡真治, 五十嵐優, 社本康広: 文書情報と形式化された知識を融合する知識マネジメントの研究(第 1 報)-文書情報と形式的知識の融合-, 2002 年度人工知能学会全国大会講演論文集, CD-ROM(2002).
 - 20) Baeza-Yates, R. and Ribero-Neto, B.: Modern Information Retrieval, Addison-Wesley(1999).
 - 21) 森本憲悟, 下村芳樹, 吉岡真治, 武田英明, 上田完次: Universal Abduction Studio の開発(第 10 報)-対話型進化的計算法に基づく仮説的な設計知識の生成手法の提案-, 2006 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM(2006).
 - 22) Takagi, H. : Interactive Evolutionary Computation: Fusion of the Capacities of EC Optimization and Human Evaluation, Proceedings of the IEEE, 89, 9(2001), 1275.

武田 英明



1986年東京大学工学部精密機械工学科卒業。1991年同大学院精密機械工学専攻博士課程修了。工学博士。ノルウエー工科大学、奈良先端科学技術大学院大学を経て、現在国立情報学研究所教授。東京大学人工物工学研究センター客員教授、大阪大学特任教授。専門は情報学、知識共有システムなど。

下村 芳樹



首都大学東京大学院システムデザイン研究科システムデザイン専攻教授。工学博士。サービス工学、設計工学等の研究に従事。94年 The 8th Innovative Application of Artificial Intelligence(AAAI)受賞など。

吉岡 真治



1991年東京大学工学部精密機械工学科卒業。1996年同大学院精密機械工学専攻博士課程修了。博士(工学)。学術情報センター、国立情報学研究所を経て、北海道大学大学院情報科学研究科准教授。専門は情報検索への知識処理技術の応用、設計環境の知能化。