

効果的な TRIZ 実践のための最新の計算言語学の応用

James Todhunter (Invention Machine Corporation) 、

鹿倉 潔 (インベンション・マシン・ジャパン)

概要

アルトシュラーの Information Fund (知の宝庫) のコンセプトは TRIZ の中核を成す。TRIZ 適用の成否は、Information Fund からの知識の活用に対する TRIZ 実践者の精通度や活用能力に大きく依存する。だが現実には、個々のエンジニアの知識活用は、局所的な知識に限定され、その視点の狭さゆえに生じる心理的惰性に制約を受けてしまうのが一般的である。

この課題を解決する手段として、計算言語学の進歩により、知識労働者 (ナレッジワーカー) が、TRIZ を適用したイノベーションを促進するために必要な知識に、先例のない規模と容易さでアクセスすることが可能になってきた。それにより TRIZ の実践的適用がさらに進むことが期待できる。

本稿では、TRIZ および問題解決に関連する最先端の計算言語学と、産業界における適用事例を紹介する。

1. はじめに

アルトシュラーの Information Fund (知の宝庫) のコンセプトは TRIZ の中核を成すものである。TRIZ の開発と発展も、長い間に蓄積されたグローバルな知識を活用することが端緒となっている。アルトシュラーは、その有名な特許情報分析において、こうした知識を活用することで TRIZ の原理を導出した。さらにこうした原理的基盤に加え、アルトシュラーは、TRIZ 実践を成功に導くためには、発明プロセスで活用するためのグローバルな知識への精通度を常に高めていく必要がある、と指摘している。

TRIZ の適用成否は、個々の実践者が、Information Fund からの知識を活用する術にいかにかに精通しているか、知識活用に対する応用力をいかにかに持っているかに大きく依存する。しかしながら、現実には個々のエンジニアの知識活用は、局所的な知識と、そうした狭い視点から生じる心理的惰性に制約を受けることが多い。この傾向は、知識労働者の高度な専門化によりさらに強まっている。

しかしコンピュータを利用した計算言語学の進歩により、設計者・エンジニアといった知識労働者が、グローバルに増殖・蓄積する知識に対して、従来とは比較にならない規模と容易さでアクセスすることが可能になってきている。それにより、さらに効果的に TRIZ を適用し、イノベーションを促進することが可能にな

る。高レベルのコンセプト抽出機能と、特定のイノベーション・タスクに適合した設計意図に基づく検索機能、これらの分野における計算言語学の進歩がジャスト・イン・タイムな知識のデリバリー (必要なときに必要な知識を届ける) を可能にし、問題分析と解決をより一層促進する。最先端の計算言語学とその TRIZ 実践と問題解決への適用性を理解することは、体系的な問題分析と解決手法の新しくより広範な適用を図る上で大変重要である。

2. TRIZ の実践

問題を効果的に解決するためには、まずは問題を理解することが必要である。これは、分析する問題自身が正しい問題であるかを理解すること、望ましい解決策の目標を定義すること、問題解決者がそうした目標に向かって必然的に問題解決を導けるような形で問題記述を表現すること、を意味する。TRIZ は、体系的な方法で問題にアプローチし、それらの問題に対する革新的な解決策を見出すための洗練された体系である。

実際の問題解決を支援するために、TRIZ のコンセプトからはいくつかのツールとアルゴリズムが導き出されている。TRIZ が強力である理由のひとつは、TRIZ 手法のツールが問題を表現し理解するためのフレームワークと言語を提供することにある。さらに TRIZ は、問題解決の目標に対する動機 (方向性) も提供する。理

想性の基本コンセプトは、そのような目標の表現である。理想システムはいくつかの特徴を備えている。理想システムは目標そのものではないが、問題に対する解決策の進化を促進するための目標を設定する有効な指針を与えてくれる。[1]

実際には、TRIZ のツールは、問題を改善するための他の手法と組み合わせられて補完的に使用されることが多い。そのような場合、TRIZ は、問題理解の手法のエコシステム（有機的に統合されたシステム）に組み込まれて使用される。根本原因分析（RCA）、価値工学分析（VE）、Design for Six Sigma（DFSS）などの手法は、設計と問題解決の分野において、頻繁に TRIZ 手法と共に用いられている。しかし TRIZ 適用が一般に広く普及しているとは未だ言い難い。何がその普及を妨げているかをより良く理解するために、ここでは TRIZ のひとつのツールを例としてとり上げる。

システム機能モデル（system function model）は、TRIZ を実践し、理想性コンセプトを活用する上での洞察を得るために広く利用されているツールである。理想性は、有用機能と有害機能の比率を考慮する。具体的には、理想性は次に示すような式の形でしばしば表すことができる。 $Ideality = Useful\ functions / (Harmful\ functions + Cost)$ 。[2, 3] この有用機能と有害機能の関係こそが、システム機能モデルを TRIZ においてこれほど有効なツールとしている理由である。機能モデルにおいては、実践者（設計者）は、システム内の有用と有害機能を明示的に特定するので、どのようにシステムを理想的な最終解に向けて改善していくかを理解する上で、機能モデルは非常に有効な役割を果たす。

しかし残念ながら、このツールは全ての TRIZ 実践者に利用されているわけではない。それはなぜだろうか？システム機能モデルを用いた過去の経験により、それが TRIZ 初心者には簡単ではないことが分っているからである。TRIZ 実践者に対する簡単な調査でも、TRIZ の熟練者は機能モデルを使う上で難しさをほとんど感じていないと報告されているが¹、熟練していない実践者は、システム内の構成要素の定義と構成要素機能の設定の双方に難しさを感じる、と報告している。また初心者を支援する立場にある熟練者も、この問題（初心者が機能モデルを使いこなす上で困難を感じている）を報告している。

システム機能モデルに対するこの意識差の背景には何があるのだろうか？その答は、使用できる局所的な知識の有無にあると思われる。熟練者は、幅広い状況にすぐにも適用できる機能とパラメータの目録（辞書）

といえるものを自身の知識として既に蓄積してきていることが多い。それに対して初心者は、そのような個人的な知識リソースの蓄積がなく、システムに対する自身の理解をどのように表現すべきかで苦勞する。しかし、もし知識の欠如が問題であるのであれば、その解決策として TRIZ の Information Fund（知の宝庫）を活用することができないのであろうか？

3. TRIZ の知の宝庫

アルトシュラーは、問題解決者が効果的に機能するためには、豊富な使える知識を持たなければならないと示している。[4] これが TRIZ の Information Fund の基本となる考えである。Information Fund は、様々な情報源から得られる非常に広範な文献から構成される。いくつか例を挙げれば、科学効果とその応用に関する文献、特許文献、文書として記録された業界の経験などがある。[5] Information Fund の知識は豊富でありかつ深い。しかし、残念なことに、Information Fund の強みは同時に弱点でもある。

特許文献のひとつのリソースを例としてとり上げてみる。世界の技術的な知識の80%以上が既存の特許文献の中に捉えられているとも推定されている²。特許文献の本文は、数百万の文書から構成されている。個々の実践者がこれだけの文書を効果的に分析し、ある特定の情報が必要なときに、正確に必要な情報にアクセスする、というようなことが可能だろうか？

最近まで、この問いに対する有効な答はなかった。特許文献は、知識や解決策のアイデアの情報源として有効に利用されていなかった。しかし、近年の計算言語学の発展がこの状況を変えてきている。最新のコンピュータは、これらの数百万の文書を短時間に処理し体系付けすることができる。セマンティックなインデックス付け技術は、技術的な質問に対して直接関連する特定の事実や情報を即座に探し出す仕組みを提供する。これらの技術は、TRIZ Information Fund の実際的な有効活用という夢を現実のものにするだけでなく、Information Fund そのものを、情報の静的なりポジトリ（貯蔵庫）から、問題解決業務の目標と統合される動的な知識源に変換する可能性も生み出した。

4. 計算言語学の歩み概略

4.1 軍事用途からの派生

人間の偉大な発明は戦争での利用から生じているといわれてきた。残念なことに、計算言語学の分野にお

いても、人間の創造性についての見解はこの域をでない。計算言語学の分野は、文書を機械的に翻訳する目的として、自然言語処理 (NLP) の研究の一分野として始まっている。

この分野の研究は冷戦時代の米国とかつてのソビエト連邦により大量の資金を得ていた。その目的は相手側に対する優位なスパイ活動を可能とすることにあった。しかしながら、この分野での初期の取り組みは有効とは程遠い。こうした初期の失敗は、NLP の目的を達成することが困難であることの例としてしばしば引き合いにされることになった。初期の翻訳の試みの一つで、「心は熱すれど肉体は弱し」(The spirit is willing, but the flesh is weak) という聖書の格言を、まず英語からロシア語に翻訳し、それから英語に翻訳して戻している。残念ながら、一巡してできあがった英語の翻訳文は「ワインはまあまあだが、肉は調理しすぎ」(The wine is fair, but the meat is over cooked) というものだった。

しかし、そうした NLP の試みの困難さにくじけることなく、引き続き多くの先人たちが目覚ましい進歩をとげていった。

4.2 最初の応答システム

言語を認識する認知過程を探る目的で、双方向対話型プログラムというコンセプトを探求した研究者もいた。こうしたプログラムは、生身の人間の患者との相互対話モデルをシミュレートしている。このうち最も知られているのが ELIZA というプログラムである。

ELIZA はジョセフ・ワイゼンバウム (Joseph Weizenbaum) により開発され、心理療法士の非指示的な役割を遂行するようにデザインされている。対話のやり取りのなかで人間は患者側の役割を果たす。こうした擬似的な会話において、ELIZA はとても現実的なやり取りを交わすことができた。

ELIZA が有用となりえたのは、言葉と行為の法則の多量のデータベースがあったためである。その法則により、相手の情緒面での前後の文脈においてもっとも重要となりそうな比較的少数のトピックへと会話が導かれる。しかし ELIZA は交わしている会話について実際には何も理解しているわけではなかった。事実、ワイゼンバウムは心理療法士の会話を意図的に選択している。それは、心理療法士の会話は、話者の一方が現実の世界について何も知識をもたなくてもよいという対話モデルを象徴していたからだ。[6].

4.3 理解の始まり

自然言語コードを解明するには、NLP プログラムが自然界およびその仕組みをある程度理解する必要があることは広く認められていた。NLP の研究は知識表象システムを組み込んだ認知モデルの実験から始まった。

テリー・ウィノグラード (Terry Winograd) の SHRDLU はこの種の初期のシステムのなかで最も成功したシステムである。ELIZA 同様、SHRDLU プログラムも人間と会話する。しかしながら、ここでは会話はある仮想世界を中心に、その世界に含まれる対象を操作して展開される。[7].

NLP プログラムの一つとして、SHRDLU は極めて優れていた。その世界におけるグローバルな知識を用いてプログラムがある特定の文の文脈と意味とを識別することが可能であることを示したのである。SHRDLU の世界はたいへん狭く特殊であったが、その世界に関して知識を蓄積し応用することをこのように実証したことは NLP における大きな前進となった。

4.4 認知モデルの一理論

NLP をより広範に応用するには、グローバルな知識と特定の文脈の両者を捉え、表すモデルの法則化がたいへん重要であった。概念の理解をモデル化する方法の一つとして、1970 年代に概念依存理論が開発された。この理論はいくつかの基本的な仮定から導かれている。[8]

- 言語にかかわらず、意味が同一の文章ならばどの2つをみても、その文章のもつ表象は同じ一つだけのはずである。
- その文章が暗示する情報は、どれも必ずその文章の表象に明示される。
- 作成された概念は潜在する意味の言語的命題であり、動作もしくは状態を表しうる。
- 動作の概念がなす形式：行為者、動作、対象、(動作が向けられている)方向 (道具)
- 状態の概念がなす形式：対象の状態

概念依存理論におけるシャンクの取り組みは、その理論的基盤により計算言語学の実践に幅広い効果をもたらしている。

5. 最近の先端的な進歩

5.1 意味解析のコンセプト検索への応用

NLP は、抽象的でアカデミックな言語理解の世界からより実用的なコンセプト (概念) 検索の世界へと技術が移り、初めて問題解決に結びつくようになった。コンセプトを検索目的で識別する方法として、文章の意

味の正準表現 (canonical representation) を用いることができるとうわくと、データ管理は新しい時代を迎えた。

文章の意味の正準表現のための「何が何をどうする」(Subject-Action-Object)モデルの拡張モデル、e-SAOを規定したことで、知識にインデックスを付け検索する技術が生み出され、具体的な問題に答えられるようになった。[9] 最初の検索モデルは、グローバルな知識を必要とせずたいへん見事な成果をあげている。こうしたシステムには言語につきものの曖昧さ(いわゆる言葉の多義性の問題)ゆえに誤りが生じやすかったが、e-SAO 同士の照合と順序付けをするアルゴリズムにより、競合する技術を上回る適合率 (precision) と再現率 (recall rates) が達成されている。

これは e-SAO をベースとするコンセプト検索技術の強みではあるが、高度なコンセプトに根ざす質問への回答を探し出すには依然として問題をはらんでいる。

「消化不良の原因は何ですか」という質問について考えてみよう。「食べすぎが消化不良を起こします」という文章がその直接的な回答となることは明らかだ。しかし、「消化不良は胃拡張や胃捻転症候群の兆候です」も、先の例とは文章の意味は確かに異なっているが、回答として重要かもしれない。このような高度なコンセプトに基づく研究には、さらに進んだ意味相関システムを必要とする。

5.2 高度なコンセプト(概念)の抽出

5.2.1 原因-結果

「消化不良の原因は何ですか」というような質問に答えるには、文の意味的な文脈をより深く解析することが必要となる。そこで、意味解析して抽出した e-SAO の二次解析を、因果関係を認識するために用いる。この二次解析は専用の言語データベースを使って遂行される。このデータベースは因果関係の構成要素となる世界中の知識情報を具現化したものだ。[10]

それと認識された因果関係は、問題解決方法を探す面で検索がしやすいように集約整理される。このコンセプト(概念)検索は、因果連鎖の方向、すなわち原因から結果、または結果から原因、のどちらの方向に向かっても調べることができる。

5.2.2 部分-全体の関係学(Mereology)および相互作用モデル

同様に、ある特定の種類の質問には、システムの構造にかかわる情報から回答が引き出される。システムを規定している部分と、全体の関係や相互作用モデルに

関する情報を抽出することも、言語学的規則で表現される世界中の知識に依存して行われる。このようなシステムについては、構造的関係、構成要素間の機能表示、その機能のシステム構成要素に対するパラメータ化された影響を表す e-SAO 構造は、言語学的規則をベースとして認識できるようになる。[11]

例として、「その車はそのエンジンを搭載している(The car is equipped with the engine)」という文章を考えてみよう。この例では、「その車(the car)」という名詞句は「そのエンジン(the engine)」という名詞句と「搭載している(equipped)」という動詞で関連づけられている。この場合はさらに「搭載している(equipped)」という動詞に関して、動詞・前置詞句構造の意味から、全体一部分の関係を示す語感が付与される。このように「車」と「エンジン」は全体一部分の関係にあり、ここでは「車」が全体で「エンジン」が部分であると結論できる。

6. TRIZ の実践への計算言語学の応用

計算言語学を応用することで、コンセプト(概念)情報にインデックスを付けて検索することが可能となったが、TRIZ 実践におけるその効用はたいへん広範囲に及ぶ。TRIZ を実践する際、問題は一般的な解決法を特定できるように抽象化される。この問題の抽象化という考え方が、問題解決の領域に計算言語学を応用する上で核となる考えである。

6.1 コンセプト(概念)の自動検索

コンピュータを用いた問題分析およびモデル化ツールは、問題解決に際して直面する革新的課題の探求に役立てるためのものである。こうしたツールの多くは、問題やシステムを図式化する方法を提供する。こうしたプログラムによって、その問題の本質が表現されるが、その表現自体が元の問題の抽象化となる。

このようなシステムの一例として、機能モデル化ツールがある。このようなツールはシステムの構成要素とシステム内での構成要素間の相互作用を捉える。しかしながら、このモデルに含まれる情報には二重性がある。つまり、望ましくない機能は、問題のある状態を示すことにもなる。その望ましくない機能によって関連づけられた二つの構成要素とその機能自体は3個組の形をなすと言えるが、これは基本的な SAO の構造と等価な構造と言える。この大まかな等価性により、保存されたシステムのモデルを操作し、その問題状態の対処に利用できるコンセプト(概念)を抽出すること

が可能となる。

このようなモデルと SAO マッピングは機能モデルに独特のものではない。問題の自動抽出または質問形式化は、静的データのリポジトリ（貯蔵庫）を実用可能な動的な知識源に変換することに役立てられるが、問題状態や問題システムの本質を表現するものはどれも、問題の自動抽出または質問形式化のために利用できる。[12] 問題解決のコンセプト（概念）は、エンジニアが革新性のある解析を行う場面で必要とする際に取り出すことができる。

6.2 矛盾する問題とセマンティック TRIZ

問題には矛盾する側面をはらむ問題もある。この場合、一方を改善するともう一方が損なわれる。TRIZ が教えるのは、このような状況でも妥協したやり方で済ませる必要はないということだ。TRIZ の発明原理（Principles）およびシステムの進化パターン（Prediction）は、妥協しない解決方法の発見を支援するツールである。

このような矛盾に対処する際、文献から事例を探せれば役立つ。こうした事例を特定する手法の一つは、セマンティック TRIZ と言われている。[13] この手法では、知識データベースに意味によるインデックスを付け、矛盾する質問に答えるプログラムとして用いる。

ヴァビツキーはこのようなアプローチにより、エンジニアは直感に頼らずに、一般化された概念から特定の問題解決のコンセプト（概念）を発想することができるように示唆している。セマンティック知識ベースはよりグローバルで最近の文献を網羅しているはずなので、セマンティック TRIZ では、根底となる TRIZ モデルにありうる統計的偏りや不安定性の影響を、利用者が受けられないようになるという議論もある。

6.3 原因—結果を使った問題分析

TRIZ を実践する場合、しばしば TRIZ と他の工学的手法やツールとを組み合わせる。近年広範に受け入れられているこのようなツールの一例は、根本原因分析である。5つの「なぜ」手法、フィッシュボーン図など多くの形で実践されているが、根本原因分析が目指すのは、問題の背景を理解し、問題解決の作業が正しい課題に焦点をあてて確実に行われるようにすることである。

従来の根本原因分析は、分析の実行の有効性と結果の質においてばらつきが多かった。このばらつきの問題は、事象の原因とさらにその下位原因の特定を促す方法として、ブレインストーミングに依存していること

から生じている。ブレインストーミングは人間的な要素を取り込んでいる。その結果、特定領域に偏った知識の制約、心理的惰性などの人的要因により、分析の広がりや客観性が損なわれる。セマンティックな知識検索を適用することにより、この妥当性の問題に対処し、より迅速で結果の信頼性の高い根本原因分析を行う手助けができる。

根本原因分析ができる知識情報のシステムは、原因—結果関係にある事実を自然言語のテキストから特定し、高度なコンセプト（概念）を抽出し捉える技術を使い、因果関係にある事実のデータベースを作り上げる。このデータベースは、因果関係の原因または結果のどちらかの要素がマッチングするものを見つけるための検索が可能だ。原因の要素が与えられれば、結果となりうるものの一覧を作成できる。反対に、結果の要素が与えられれば、原因となりうるものの一覧を作成できる。このシステムはさらに、利用者が結果の分析を行う際の手引きとなるよう、因果関係の検索結果を集計して表示する。[14]

このようなコンピュータ支援解析システムを使うことは、設計者やエンジニアにとって多大な恩恵となる。意味的なコンセプト（概念）検索によって、利用者は従来の方法では見ることが期待できなかった、あらかじめ分析済みの膨大な情報にアクセスできるようになる。この質の高い情報へのアクセスは、より迅速で価値の高い解析につながる。

同様なアプローチは予測的リスク分析にも用いられる。故障モード影響解析 (FMEA)、HAZOP、HACCP などのリスク管理手法は、計算言語学の応用で利用可能となった知識情報により、大きく向上させることができる。

6.4 システム解析

機能モデルもまた、TRIZ の実践によく用いられてきた。システム的设计意図を捉え探求するためのこのモデルの利点は十分理解されている。機能モデルのシステムでは、エンジニアはいくつかの作業を行う。構成要素を特定する、構成要素間の相互作用を見つける、システムを整え単純化する（有害な機能を減らす）、システムを拡張する（有効な機能を増やす）といった作業だ。

これまでに述べてきた構造的な相互作用関係を抽出する技術を使って、機能モデルの多くの主要要素は単純化することができる。利用者はコンピュータが作り出した構成要素の一覧を用い、モデルの内容を検証できる。得られた相互作用関係データは検討中のシステムの精密なモデルの構築に役立てることができる。

検討しているシステムの外部の構成要素と相互作用しうる機能を調べることを通じて、新しい技術構成が探求されるかもしれない。そのような新しい機能、構成要素の相互作用は、新たな製品の拡張もしくは付随的な製品のどちらかに結びつくかもしれないので、新たなビジネスチャンスを意味する。

7. 適用事例

事例として、産業界における知識を活用したイノベーションとしての最新の二つの適用事例を紹介する。

ベッド産業のある会社が、ボックススプリングのデザインを新たに革新しようとしていた。この製品はユーザにとって移動・運搬が難しいことがわかっていたので、設計者はもっと簡単に扱えて動かせるボックススプリングにする方法を検討することに決めた。この問題を検討すると、システムには矛盾があることがわかる。つまりボックススプリングがきちんと機能するには剛性が必要だが、同時に簡単に扱えるようにしなやかでなければならなかった。その設計者はこれまでに述べた技術を使って、折りたたみ式のボックススプリングの開発が可能となるコンセプトをすばやく見つけることができた。その会社は現在、その製品を市場に導入し、新しい製品カテゴリーを創出した。

もう一つの事例では、ある大手石油化学会社が、海草からバイオ燃料を製造するために、大規模で商業的に採算の合う方法の開発を研究していた。その会社は、計画している事業規模に独特な問題に直面していた。膨大な量の水を処理する方法、効率的に海草を再生する方法、高水分バイオマスを大量に乾燥させる方法、その全てを開発する必要があった。TRIZ のアプローチや他のツールを適用して、研究者たちはどのリソースや選択肢が実現にむけて利用可能であるか理解した。

8. 結論

TRIZ は革新的な問題解決のための、十分に成熟し実績のあるシステムである。その根幹はグローバルで独創的な経験知を体系的に活用することにある。この経験知のエッセンスは様々な TRIZ ツールで捉えられる。

TRIZ の手法のもう一つの中心的要素は Information Fund だ。しかし最近まで、Information Fund は単なるコンセプトに過ぎなかった。計算言語学における近年の進歩により、今や TRIZ の Information Fund は実用にたる現実のものとなった。

意味情報を処理する高度な手法により、繰り返し使用可能な概念情報データベースが生成され、TRIZ 実践者

に、実践者自身の限定的な専門知識を補うべくジャスト・イン・タイムに供給される。こうした能力を備えたシステムは実用での有効性が証明されている。利用者は言葉の壁を越えて、革新的な仕事をする場面で活用できるグローバルな知識にアクセスできる。[16]

こうした技術の発展の TRIZ の実践へのインパクトは、習熟した利用者がより迅速かつ徹底的にコンセプト（概念）を探ること、多くの設計者や技術者にとって TRIZ の原理を採用する妨げとなっているスキルの障害を低減することの両者を可能としたことだ。

参考文献

- [1] Altshuller, G., "The Innovation Algorithm", pp. 84-86, Technical Innovation Center, Inc., Worcester, MA, 2000.
- [2] Domb, E., 'Ideality and Idealized Design', TRIZ for the Real World, <http://trizrealworld.blogspot.com/>, February 23, 2007.
- [3] Kreav, V., 'Kraev's Korner: System Ideality - Lesson 5', The TRIZ Journal, <http://www.triz-journal.com/>, February 2007.
- [4] Altshuller, G., "And Suddenly the Inventor Appeared", pp. 65-66, Technical Innovation Center, Inc., Worcester, MA, 1996.
- [5] Altshuller, G., "The Innovation Algorithm", pp. 259-261, Technical Innovation Center, Inc., Worcester, MA, 2000.
- [6] Boden, M., "Artificial Intelligence and Natural Man", pp. 106-108, Basic Books, Inc., Publishers, New York, NY, 1997.
- [7] Boden, M., "Artificial Intelligence and Natural Man", pp. 114-122, Basic Books, Inc., Publishers, New York, NY, 1997.
- [8] Schank, R. and Abelson, R., "Scripts Plans Goals and Understanding", pp. 11-12, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ, 1977.
- [9] Tsourikov, V., 'Document Semantic Analysis/Selection with Knowledge Creativity Capability', United States Patent Application No. 09/745,261, pp 15-16.
- [10] Todhunter, J., et al., 'Semantic Processor for Recognition of Cause-effect Relations in Natural Language Documents', United States Patent Application No. 11/258,250, pp 6-7.
- [11] Todhunter, J., et al., 'Semantic Processor for Recognition of Whole-Part Relations in Natural Language Documents', United States Patent Application No. 11/686,660, pp 19-20.
- [12] Todhunter, J., 'Method for Problem Formulation and for Obtaining Solutions from a Data Base', United States Patent Application No. 10/723,633, pp 12-13.
- [13] Verbitsky, M., 'Semantic TRIZ', TRIZCON2004: The Sixth Annual Conference of the Altshuller

Institute for TRIZ Studies, Altschuller Institute
for TRIZ Studies, Worcester, MA, pp. 30-1 –
30-14, 2004.

- [14] Todhunter, J., 'System and Method for Problem
Analysis', United States Patent Application No.
11/273,137, pp 8-9.
- [15] Todhunter, J., 'System and Method for Model
Element Identification', United States Patent
Application No. 11/691,597, pp 8-9.
- [16] Todhunter, J., et al., 'System and Method for
Cross-language Knowledge Searching', United States
Patent Application No. 11/258,248, pp 5-7.