

## 審査の結果の要旨

論文提出者名 友部博教

本論文は「知識共有システムにおける知識の獲得・加工・管理に関する研究」と題し、WWW(Web)等により情報や知識の流通、蓄積と共有が大域的に進展するようになった情報環境において、知識共有を促進するための2種の基礎技術の研究を第I部、第II部に分けて記している。

第1章の「序論」では、本研究の背景と概要について記している。

第I部は「知識表現 KRNL」であり、研究開発した KRNL(Knowledge Representation for Natural Language)について、第2～4章に記している。

第2章は「知識表現 KRNLの狙いと経緯」である。Web等での情報/知識の流通、蓄積では自然言語文が主要な媒体となっており、検索エンジン等によりその高度な検索は可能になりつつあるものの、そのままの形態では多数の人々から提供される複数知識要素を組合せ、連鎖的推論を行わせて答えを導くといった高次利用が図れない。自然言語文を述語論理表現することは、一定程度可能であるものの、何を述語記号にするか、何を引数にするかなどの任意性があり、一意に表現が決まらない。これでは知識を組合せて推論することは困難であり、多数の人々によって知識が記述されることを想定すると、この表現の任意性の問題は一層大である。

KRNLに先行する研究として、化学者の木本協司氏が分子結合の化学反応と自然言語的推論の類似性に着目して1997年に創案した概念化学プログラミング、及びこの実現を考慮して著者等が設計して2000年にLispにより処理系を実装したCCR(Concept Chemical Representation, 概念化学表現)がある。CCRは述語論理に加えて $+\alpha$ の部分を持ち、推論の完全性の保証が得られなかった。KRNLはCCRを基にしながらも、自然言語に適合する表現で、かつ述語ホーン節論理のサブセットに収まるように設計した知識表現である。加えて、自然言語に内在する推論規則を予め内蔵している。述語ホーン節論理のサブセットとしたのは、推論の完全性を保証するためであり、このために現行バージョンでは、扱える表現の幅は時制が現在形で表される客観的記述に制限される。以上より、自然言語文からKRNLへの変換はほぼ一意となり、知識の統合的利用が可能になる。

第3章「知識表現 KRNLを用いた知識表現と推論の例」では、KRNLの表現形と推論能力を提示するために、まず最初に例を示している。具体例としては、ハンドブックのある章の記述をKRNL化した知識ベースなどを示している。

第4章「知識の表現と関連研究」では、知識表現の基礎として述語論理、意味ネットワーク、フレーム、プロダクションシステム、及び自然言語文に適合する知識表現に向けての関連研究として、名詞句、動詞句、限定詞の包含関係に着目したUNO representation等を挙げている。

第5章の「知識表現 KRNLの表現と推論」では、KRNLの表現と推論の基礎を記している。表現の基礎として、単語に相当する原子概念、原子概念に修飾語を付加した分子概念、分子概念間を結びつける概念関係、概念関係によって結ばれた分子概念で構成される概念関係式を示している。この他に変数、論理演算子も含まれている。KRNLでは概念関係式が知識の一つの単位となる。KRNLの推論は、同じ分子概念を共有する概念関係式が縮合することによって行われる。この縮合時に二つの概念関係が一つに縮合するのだが、自然言語文の背後にある意味を反映して、その縮合ルールが規定される。この典型例には上位下位概念関係(ISA関係)による性質の継承がある。この概念関係式の縮合により、KRNLでは複数知識要素に渡る連鎖的推論が実行される。

第6章「知識表現 KRNLの論理への変換」は、KRNL現バージョンでは推論の完全性を保

証するために、1階述語ホーン節論理に適合する設計方針を採っていることから、KRNLの1階述語ホーン節論理への具体的な変換法を示している。この意味で、KRNLは述語論理の表現の自由度を自然言語文表現に適合するように制限し、述語論理表現に際する任意性を排除したものとも解釈できる。

第7章「知識表現 KRNLの実装」では、KRNLのPrologによる実装法を示し、実装したシステムでの具体例を示している。

第8章は「KRNLに関する議論とまとめ」である。自然言語文からKRNLの変換は意味理解が必要で完全自動化は困難であることから、可能な複数の変換例を提示し、人間に選択してもらう形式の半自動変換支援ツールが有効であるとし、これを作成している。一方、KRNLから自然言語文への変換は自動的に行える。KRNLの今後の課題として、1階述語ホーン節論理のサブセットに収まるように設計された現バージョンでは除外され扱えない時制と様相の表現、単語標記の揺れに対処するための類義語辞書との結合を挙げている。

第II部は「Webからの人間関係ネットワーク抽出」であり、第9～13章で構成されている。

第9章「人間関係ネットワークの目的と関連研究」では、コミュニティでの知識共有を促進するために、人間関係ネットワークの提示が効果的であり、社会の情報蓄積の膨大なベースに成長したWebからの抽出が有効であることを述べている。そして関連研究として、Referral Web等における人間関係抽出を挙げ、本研究との主な違いは、同一Webページにおける人名の共起を活用すること、関係の種別も抽出する点であるとしている。

第10章「人間関係ネットワークの抽出法の基本手法」では、Webからの人間関係抽出の基本手法について記している。2名の人名の同一Webページの共起を検索エンジンで求め、共起の強さを測る測度として共起頻度、Jaccard係数、Simpton係数等について検討し、考案した閾値付きSimpton係数が有効であることを見出している。同姓同名への対処法も示している。人名をノードとし、関係が認められるノード間にエッジが張られ、ネットワークが構成されることになる。関係の種別を表すエッジラベルの抽出は、研究者のコミュニティを主たる対象にした場合について、Webから共著関係、同一研究室関係、同一プロジェクト関係、同一研究会や国内外会議で発表した関係について求める手法を考案している。

第11章「人間関係ネットワークの表示」では、グラフィカルに表示するインタラクティブ・インタフェースを作成し、実際に2003年の人工知能学会全国大会(JSAI2003、於：新潟市)で運用した実績を記している。

第12章「人間関係ネットワークの評価」では、JSAI2003でのシステム運用における、抽出されたエッジラベルの精度、各測度を用いた時のエッジの関係性について実験的データを示し、また利用者からのアンケートも回収して、評価している。

第13章は「人間関係ネットワークに関する議論・結論」である。

第14章「結論」は本論文全体のまとめである。

以上を要するに、本論文はWebを中心にして、情報や知識の流通、蓄積と共有が進展するようになった情報環境において、知識の共有促進に向けた2種の技術を提示している。その第一は、自然言語文で記された知識を知識化するための、自然言語表現に適合したKRNLと称する知識表現・推論形の提案と実現であり、これによって多数の人々からの知識の統合を可能にし、複数知識要素の組合せによる連鎖的推論を可能にしている。第二は、情報や知識の共有を効果的に行えるようにするための、コミュニティにおける人間関係をWebから抽出・提示する方法である。これらの実現したシステムは部分的ではあるものの、実際のデータを用いて効果を実証しており、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。