

論文内容の要旨

博士論文題目 **Studies on Qualitative Interpretation of Inaccurate Data**
 (不正確なデータの定性的解釈に関する研究)

氏名 Qi Zhao

人工知能の4つの領域である、不正確なデータの定性的な解釈、確からしさの伝播と不確実性に関する推論、制約充足、知識ベースシステムに関して成果を得た。不正確なデータの定性的解釈に関しては、関連するデータ間の定性的な相関を表現した SCF (Support Coefficient Function) を用いて同一原因に起因すると考えられる観測データを同定することにより解釈の精度を向上させる方式を提案した。確からしさの伝播と不確実性に関する推論に関しては、仮説間の定性的な相関を伝播させることによって仮説の不確実性評価値を動的に計算する方式を提案した。制約充足に関しては、パターン駆動のアルゴリズムによって線形時間で初期解を生成し、それを重複除去のヒューリスティックによって改良する2段階のアルゴリズムを提案した。知識ベースシステムに関しては、以上のアイデアの統合・システム化を行なって化合物の赤外線スペクトルデータを解釈するシステムを実現し、評価を行なった。

博士論文の主要な章の内容は以下の通りである。

第2章では、不正確なデータの解釈に関わる問題の分析と定式化を行なっている。

第3章では、関連があるデータ、関連があるデータの共起を意味する定性的な相関、定性的な相関を表現する SCF (Support Coefficient Function)、不正確なデータ項目のずれの範囲を動的に表す動的なシフトの区間などの基本概念を導入している。

第4章では、第3章で導入した概念を用いて不正確なデータを定性的に解釈し、仮説の確からしさを計算するアルゴリズムを示している。このアルゴリズムをファジィ推論のファジィ区間の方式と比較し、より少ない情報に基づいて動的なシフトの区間が計算ができる点に特色があることを指摘している。

第5章では、第4章のアルゴリズムを拡張し、仮説の間に定性的な相関がある場合に仮説の間で相互に定性的な相関を伝播する方式について述べている。この方式では、相互に関連した仮説のうちの大半の不確実性評価値が高まれば（低まれば）、残りの仮説の不確実性評価値も高まる（低まる）。ベイズネットワーク上の確率伝播法と比較し、設定すべき仮定の個数が少なくて済む点で優れているとしている。

第6章では、以上のアイデアに基づく化合物の赤外線スペクトルデータ解釈システムの作成と評価について述べている。約300のデータに対して評価し、定量的な解析に基づくシステム、ファジィ推論を用いたシステム、パターン認識を用いたシステム、ニューラルネットワークを用いたシステムと比較して、著しい性能改善が得られたことを示した。

第7章では、第6章の定性解析に基づくシステムに定量解析を行なうシステムを追加した知識ベース型赤外線スペクトルデータ解釈システムについて報告している。

第8章では、与えられた制約充足問題の初期解を線形時間で生成するパターン駆動のアルゴリズムの詳細と、初期解を重複除去のヒューリスティックによって改良するアルゴリズムの詳細を示し、その有効性と限界について議論している。

第9章では、関連研究と比較し、議論している。将来の課題として、仮説の相互の干渉を考慮した不確実性推論の方式の確立をあげている。

(論文審査結果の要旨)

平成7年12月20日(水) 11:00~12:00に開催した公聴会の結果を参考に本博士論文の審査を行った。以下のとおり、本博士論文は、提出者が独立した研究者または技術者として、研究・開発活動を続けていくための十分な素養を備えていることを示すものであると認める。

(1) 本博士論文において、Zhao君は、(a) 関連するデータ間の定性的な相関を表現したSCF(Support Coefficient Function)を用いて不正確なデータを解釈するための新手法、(b) 定性的な相関の伝播による仮説の不確実性評価値の動的計算法、(c) 重複除去ヒューリスティックを用いた制約充足の効率改善、(d) 上記の手法を統合した知識ベース型赤外線スペクトル解析システムの開発と評価、について論述している。

(a) は、不正確でノイズが含まれているデータを解釈するために、対象モデルを参照して同一原因に起因すると考えられる特徴を同定することによって混入ノイズの影響を小さくしようという自然な発想を定式化したものである。この方法は独創性と新規性の高いものであり、さらに(d)において実証されているようにかなりの有効性が認められる。

(b) の手法は、証拠が不足している場合に、仮説間の相関を定性的な証拠として抽出し、推論において利用する新しいアプローチである。ベイズネットワーク上の確率伝播法に似ているが、それに比べてかなり少ない個数の仮定しか必要としないという特色があり、有効性が認められる。

(c) は本来赤外線スペクトル解釈において用いられた手法を一般化したものである。線形時間で初期解を生成するアルゴリズムと初期解を最適解に改良するヒューリスティックが含まれていて、独創性と新規性が認められる。

(d) は以上のアイデアを統合して、システム化し、約300の化合物赤外線スペクトルデータに対して評価と分析を行った結果の報告である。定性推論によって解の候補を絞り込み、定量解析によって解を特定する、定性推論と定量解析の統合方法を具体的にシステム化したことの意義は極めて大きい。このシステムは、不確実な情報を扱う代表的システム(定量解析に基づくWythoffやHasenoehrlやPuskarのシステム、ファジィ推論を用いたClercらのシステム、パターン認識を用いたSadler研究所からの商用システム、ニューラルネットワークを用いたAnandらのシステムなど)と比較して著しい性能向上があることを実証的に示し、相当の有効性が認められる。

(2) 主題に相当する内容は、Zhao君が第一著者となり、査読付学会論文誌1件、および査読付国際会議6件として公表している。特に、人工知能で最も権威のあり審査の厳しい国際会議であるIJCAI(International Joint Conference on Artificial Intelligence), 厳しく質の高い審査で定評のある国際論文誌Journal of Artificial Intelligence Research, エキスパートシステムにおける一流の国際会議であるWorld Congress on Expert Systemsに論文が採録されていることは特筆に値する。