

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月22日現在

機関番号：11201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20700147

研究課題名（和文）決定ルールと構造オントロジーによる意思決定知識ベースシステム

研究課題名（英文）A knowledge-based decision-support system using decision rules and ontologies

研究代表者

兼岩 憲（KANEIWA KEN）

岩手大学・工学部・准教授

研究者番号：00342626

研究成果の概要（和文）：意思決定ルールと集合構造オントロジーを抽出するために、論理的推論とラフ集合データマイニングの異なる2つのタイプの推論メカニズムを研究開発した。それにより、データ分析と事例ベース推論の2つの意思決定の側面を取り入れた知識ベースシステムの基盤を与えている。さらに、実際の知識構造データから意思決定支援へ結びつけるために、ユーザーの入力を起点にして、そこからルールとオントロジーの推論を適用する方法を提案した。

研究成果の概要（英文）：We have developed a logical reasoning system and rough set data mining algorithm for inferring decision rules and conceptual ontologies. These system and algorithm provide a basis of the knowledge-based system that contains logical and ontological reasoning and data analysis. In addition, we have proposed a method that connects reasoning to a decision support system such that rule and ontology reasoning from users' keywords are used to support their decision making.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：知識論理学

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：オントロジー

1. 研究開始当初の背景

近年、Web やデータベースから容易に入手できる情報が劇的に増えている。もし、そこから重要な知識（経験やノウハウなど）を獲得できれば人間の行動や判断に役立つ。しかし実際に人間の意思決定を支援するとき、今抱えている問題のデータを選択収集してそこから良質な行動方針を決めるのは容易ではない。なぜなら、それには実データを数値的に（定量的に）分析するだけでなくデータを

概念的・論理的に捉えて推論するメカニズムも不可欠だからである。

日常の意思決定ではさらに、人や組織が個別にもつ経験や失敗を参考にしてデータ分析と比較検討する形で具体化される。このように意思決定支援には、「膨大な未加工データから利用可能な構造化された知識を見いだす問題」と「意思決定の過去データを蓄積する問題」がある。

2. 研究の目的

本研究では、ルールとオントロジーによる意思決定知識ベースシステムを実現する基盤として、以下に述べる技術とシステムを新しく実現することを目的とする。

(1) 本研究では、データ分析と事例ベース推論の融合から整合的に意思決定を支援するために、意思決定ルールと集合構造オントロジーの2タイプの知識構造を発見するメカニズムを提案する。

(2) 特に、知識構造を扱うために論理的推論を用いるとともに、論理的な厳密さの欠点を補うために実データの曖昧さを扱うことのできるソフトコンピューティング（ラフ集合）の理論を用いる。

(3) その結果、意思決定に価値のある知識として知識構造の2タイプを出力して従来の発想にはない意思決定知識ベースシステムを構築する。

3. 研究の方法

本研究を遂行するために、以下に具体的な方法を示す。

(1) 意思決定支援には次のプロセスを実現して、意思決定者が持ち合わせてない知識を見つけて、人の行動や決定をサポートしなければならない。

① 通常我々が人手できる生データは冗長で未加工なので、文脈や目的によって整理されて情報へ変換する（データベース化）。

② さらに、情報からルールやオントロジーのような構造を見出すことで、意思決定に利用できる知識を提供する支援システムを研究開発する（知識ベース化）。

(2) 既存の意思決定支援システムや事例ベース推論を調査する一方で、本研究の特徴である論理的手法とラフ集合によって抽出する知識構造の特性を分析する。

(3) (2) で検討した知識構造（意思決定ルールと集合構造オントロジー）をデータから抽出するメカニズムを設計する。

(4) 意思決定のために知識ベースを構築して実際のデータを用いた検証実験を行う。

(5) (4) の検証実験を基にして意思決定ルールと集合構造オントロジーを評価または選別する手法を提案して、意思決定者の状況に基づいて決定目標に役立つ知識を絞るシステムを完成させる。

4. 研究成果

20～23年度の研究成果をそれぞれ以下に示す。

(1) 20年度では、以下の3つの項目について研究を実施した。

① 従来の意思決定支援システムと事例ベース推論に関する調査

② 実データに付加する事象的な知識のオントロジーの設計

③ 論理的手法とラフ集合によって出力する知識構造の役割と妥当性への考察
実際に気候データ（気温、湿度など）や医療データ（関東のインフルエンザ発生数）から得られる知識を分析した。

(2) 21年度では、前年度の気候データ（気温、湿度など）や医療データ（関東のインフルエンザ発生数）から得られる知識の分析・検証に基づいて、以下の2項目について研究を実施した。

① ラフ集合によるルールの抽出メカニズムの開発・実装

② 事象的な知識のためのルールとオントロジーの記述言語の設計

特に、ラフ集合論によるデータマイニング手法を用いて、複数のデータベースから因果ルールを発見するメカニズムを開発・実装した。

(3) 22年度では、前年度のルールの抽出メカニズムを踏まえて、より現実的なデータとして時系列情報に含まれるイベントデータのシーケンシャルパターンに注目して、以下の2項目について研究開発を実施した。

① ラフ集合によるシーケンスパターンのマイニングアルゴリズムを開発・実装

② シーケンスを記述できる論理型言語とその推論システムの形式化

これにより、因果ルールの発見メカニズムや他のラフ集合データマイニングでは扱えなかったシーケンシャルパターンを論理的に分析してルールを生成することが可能となった。

(4) 23年度では以下の3つの項目について研究を実施した。

① ユーザーの入力に対するルールとオントロジーの知識構造からの推論メカニズムの設計

② 実用データの知識構造化とそれを用いたオントロジーの推論実験

③ 意思決定支援システムのインターフェー

ス開発

ユーザーの入力を意思決定支援に結びつけるためにオントロジーとルールに関する推論メカニズムを設計した。例えば、抽象的なキーワードが入力されたならば、クラスと解釈しそのインスタンスをオントロジーとルールから推論する。

また、特徴を示すキーワードが複数入力されたならば、それらを同時に満たすデータをオントロジーとルールから導き出すことができる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① Ken Kaneiwa and Philip H. P. Nguyen, An Order-Sorted Query System for Sort, Predicate, and Meta-Predicate Hierarchies. Knowledge and Information Systems, 査読有, 2012(掲載予定).
- ② Ken Kaneiwa and Norihiro Kamide, Conceptual Modeling in Full Computation-Tree Logic with Sequence Modal Operator. International Journal of Intelligent Systems, Vol. 26, No. 7, pp. 636-651, 査読有, 2011.
- ③ Ken Kaneiwa and Yasuo Kudo, A Sequential Pattern Mining Algorithm using Rough Set Theory. International Journal of Approximate Reasoning, Vol. 52, No. 6, pp. 894-913, 査読有, 2011.
- ④ Ken Kaneiwa, Existential Rigidity and Many Modalities in Order-Sorted Logic. Knowledge-Based Systems, Vol. 24, No. 5, pp. 629-641, 査読有, 2011.
- ⑤ Ken Kaneiwa and Norihiro Kamide, Paraconsistent Computation Tree Logic. New Generation Computing, Vol. 29, No. 4, pp. 391-408, 査読有, 2011.
- ⑥ Ken Kaneiwa, A Rough Set Approach to Multiple Datasets Analysis. Applied Soft Computing, Vol. 11, No. 2, pp. 2538-2547, 査読有, 2011.
- ⑦ Ken Kaneiwa and Norihiro Kamide, Sequence-Indexed Linear-Time Temporal Logic: Proof System and Application.

Applied Artificial Intelligence, Vol. 24, No. 10, pp. 896-913, 査読有, 2010.

- ⑧ Ken Kaneiwa and Riichiro Mizoguchi. Distributed Reasoning with Ontologies and Rules in Order-Sorted Logic Programming, Journal of Web Semantics, Vol. 7, Vol. 3, pp. 252-270, 査読有, 2009.

[学会発表] (計 7 件)

- ① Ken Kaneiwa and Philip H.P. Nguyen, Sorted Hyper-Predicate Knowledge Bases for Ontologies and Rules. In proceedings of 27th Symposium On Applied Computing (ACM SAC 2012), pp. 312-319, 査読有, 2012.
- ② Ken Kaneiwa and Yasuo Kudo, Local Pattern Mining from Sequences using Rough Set Theory. In Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Granular Computing (IEEE GrC 2010), pp. 247-252, 査読有, 2010.
- ③ Norihiro Kamide and Ken Kaneiwa, Resource-Sensitive Reasoning with Sequential Information. In Proceedings of the 23rd Australian Joint Conference on Artificial Intelligence (AI 2010), pp. 22-31, 査読有, 2010.
- ④ Ken Kaneiwa, A Rough Set Approach to Mining Connections from Information Systems. In Proceedings of the 25th ACM Symposium on Applied Computing (ACM SAC 2010), Track on Data Mining, pp. 990-996, 査読有, 2010.
- ⑤ Norihiro Kamide and Ken Kaneiwa, Paraconsistent Negation and Classical Negation in Computation Tree Logic. In Proceedings of the 2nd International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2010), Vol. 1, pp. 464-469, 査読有, 2010.
- ⑥ Ken Kaneiwa and Philip H, P, Nguyen, Decidable Order-Sorted Logic Programming for Ontologies and Rules with Argument Restructuring. In Proceedings of the 8th International Semantic Web Conference (ISWC 2009), pp. 328-343, 査読有, 2009.

- ⑦ Norihiro Kamide and Ken Kaneiwa,
Extended Full Computation-Tree Logic
with Sequence Modal Operator:
Representing Hierarchical Tree
Structures. In Proceedings of the 22nd
Australian Joint Conference on
Artificial Intelligence (AI 2009), pp.
485-494, 査読有, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://www.ai.cis.iwate-u.ac.jp/kaneiwa/index-j.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

兼岩 憲 (KANEIWA KEN)

岩手大学・工学部・准教授

研究者番号：00342626