JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	記述論理における概念の類似性とエージェントの選好：理論と応用
Author(s)	Racharak, Teeradaj
Citation	
Issue Date	2018-06
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15429
Rights	
Description	Supervisor:東条　敏，情報科学研究科，博士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

氏　　名	Teeradaj Racharak
学　位　の　種　類	博士(情報科学)
学　位　記　番　号	博情第 390 号
学位授与年月日	平成 30 年 6 月 22 日
論　文　題　目	Concept Similarity and Agent's Preferences in Description Logics: Computation and Applications
論文審査委員	主査　東　条　　敏　北陸先端科学技術大学院大学　教授
	石　原　　哉　同　教授
	緒　方　和　博　同　教授
	Nguyen, Minh Le　同　准教授
	Nguyen, Duy Hung　NECTEC　教授

論文の内容の要旨

Concept similarity measure, as investigated in this thesis, aims at identifying a degree of commonality of two given concepts and is often regarded as a generalization of the classical reasoning problem of equivalence. That is, any two concepts are equivalent if and only if their similarity degree is one. We formally investigate this notion in Description Logics (DLs). Its results provide a basis for computational methods of identifying the commonalities and the discrepancies between two concepts. Our methods of concept similarity measure are proven to be tractable. To this end, they are thereby restricted to the DLs which do not provide all Boolean operators such as FL_0 and ELH to avoid inheriting NP-hardness from propositional logic.

Similarity judgment used by human beings often involve preferences and needs in practice. More specifically, when two concepts are not logically equivalent or totally similar, they may rely on subjective factors *e.g.* the agent's preferences. Here, we formally define a formal notion of concept similarity under such subjective factors called *concept similarity measure under preference profile* and identify a set of its desirable properties. These properties relate to the question "what could be good preference-based similarity measures?". To exemplify the developments, we suggest computational techniques for FL_0 and ELH, and also, prove their inherited properties. Two algorithmic procedures for our developed measure sim^{π} are introduced for the top-down and bottom-up implementations, respectively, and their computational complexities are intensively studied. We also discuss the usefulness of our proposed developments to potential use cases.

Analogical reasoning is a complex process based on a comparison between two pairs of concepts or states of affairs (aka. the source and the target) for characterizing certain features from the source to the target. To exploit our results of concept similarity measure, we investigate such kind of reasoning that analogical conclusions can be derived from the similarity between DL concepts. Two approaches for the implementation of analogical reasoning are explored. Each is formulated from the study of philosophical understanding called *argumentation schemes* where patterns of non-deductive reasoning are analyzed. Finally, we demonstrate that

the analogical argument used in the case of Silkwood v. Kerr-McGee Corporation is reconstructible from the proposed formalisms.

Keywords: Concept Similarity Measure, Semantic Web Ontology, Preference Profile, Description Logics, Analogical Reasoning

論文審査の結果の要旨

Description Logic（記述論理）は今日知識ベースを構築する枠組みとして世界で盛んに研究されている．同論理は一階述語論理のうち，ある決定可能となるような部分に構文を制限したものであり，実際述語論理への翻訳が保証されているとともに，言語が用いる論理結合子によってはタブロー法など既存の証明法も援用することができる．記述論理は，量化子を含む述語は Role と呼ばれる二項述語を用い，concept（概念）とその間の階層関係を集合の包含関係で解釈して構築する公理群（TBox）と個別な事実な集合（ABox）から構成される．このように同論理は概念階層，およびそれに記述を加えたオントロジーの構築に用いられるが，ユーザにとってオントロジーを検索する際，一致する概念がオントロジーに存在することはむしろ稀れで，問題となるのは「似た概念」をいかに探し出すかである．

本研究においてはユーザの主観・選好をユーザ・プロファイルとして与え，それをパラメータセットとして実装することにより，ユーザの意図に合致した類似概念の検索に役立てようという試みである．

一般に類似の概念は連続値を持つため，厳格な論理の中に埋め込むのは困難であるが，本研究においては精巧に類似度計算のしくみを組み込み，結果として計算される値が類似性のあるインジケータとなることを説明している．このような連続値を考えるコンピュータ・システムとしては今日機械学習による方法が全盛であり，統計的な方法で類似性を主張する試みも多く行われているが，類似性の理由まで説明されることはない．それに対して，本研究のように類似の概念を理詰めで構築しようという試みはそれ独自に価値あるものである．また類似性検索においては，将来機械学習で得られた成果と組み合わせて使うことも考えられ，実用システムとしての性能向上にも寄与するものである．

本システムは医学用語のオントロジー SNOMED CT に対して検証を行い，数値的評価も行った．

また本研究は現在議論理論を含めることが考案させており，将来の研究課題も豊富に含んでいる．

以上，本論文は，記述論理を用いたオントロジー構築に，類似性という概念を持ち込むことによって記述能力を高める研究をまとめたものである．このような研究は，実用の類似性検索に寄与するとともに，学術的に貢献するところが大きい．よって博士（情報科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた．