

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5890000号
(P5890000)

(45) 発行日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl. F I
G O 6 N 5/04 (2006.01) G O 6 N 5/04

請求項の数 8 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-254497 (P2014-254497) (22) 出願日 平成26年12月16日 (2014. 12. 16) 審査請求日 平成26年12月16日 (2014. 12. 16) (31) 優先権主張番号 10-2014-0153763 (32) 優先日 平成26年11月6日 (2014. 11. 6) (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 510269274 コリア インスティテュート オブ サイ エンス アンド テクノロジー インフォ メーション 大韓民国 305-333 デジョン-シ , ユソング, オウンードン 52 (74) 代理人 100166372 弁理士 山内 博明 (74) 代理人 100115451 弁理士 山田 武史 (74) 代理人 100198317 弁理士 横堀 芳徳</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド規則の推論装置及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうちの少なくとも一つの規則に分類する推論規則分類部と、

スキーマ規則を既に保存されたスキーマトリプルに適用して推論し、混合規則をスキーマトリプルに適用してインスタンス規則に具体化するメモリ基盤推論部と、

前記メモリ基盤推論部において具体化されたインスタンス規則または前記推論規則分類部において分類されたインスタンス規則を既に保存されたインスタストリプルに適用して推論するディスク基盤分散ノ並列推論部と、

を備えることを特徴とするハイブリッド規則の推論装置。

10

【請求項 2】

スキーマトリプルまたはインスタストリプルが保存されるトリプル保存部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド規則の推論装置。

【請求項 3】

前記推論規則分類部は、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタストリプルパターンだけで構成される場合にインスタンス規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタストリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド規則の推論装置。

【請求項 4】

20

前記メモリ基盤推論部は、前記混合規則を、規則の左側には前記混合規則のスキーマトリプルパターンのみを有し、且つ、右側には元の規則からスキーマトリプルパターンを除去した規則を有する新たな規則に書き直し、書き直した混合規則に前記スキーマトリプルを適用してインスタンス規則に具体化することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド規則の推論装置。

【請求項 5】

(a) 入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうちの少なくとも一つの規則に分類するステップと、

(b) 前記分類された推論規則をメモリ基盤の推論方式またはディスク基盤の分散 / 並列推論方式を用いて推論するステップと、

を含むことを特徴とするハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法。

10

【請求項 6】

前記ステップ (a) においては、

推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタンストリプルパターンだけで構成される場合にインスタンス規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタンストリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類することを特徴とする請求項 5 に記載のハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法。

【請求項 7】

前記ステップ (b) においては、

スキーマ規則の場合に、スキーマ規則にメモリ基盤の推論方式を適用して新たなスキーマトリプルを誘導し、

混合規則の場合に、混合規則にメモリ基盤の推論方式を適用してインスタンス規則に変換した後、前記変換されたインスタンス規則にディスク基盤の分散 / 並列推論方式を適用して新たなインスタンストリプルを誘導し、

インスタンス規則の場合に、インスタンス規則にディスク基盤の分散 / 並列推論方式を適用して新たなインスタンストリプルを誘導することを特徴とする請求項 5 に記載のハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法。

20

【請求項 8】

ハイブリッド規則の推論装置によって起動されるとき、

(a) 入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうちの少なくとも一つの規則に分類するステップと、

(b) 前記分類された推論規則をメモリ基盤の推論方式またはディスク基盤の分散 / 並列推論方式を用いて推論するステップと、

を含むことを特徴とするハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法を実現するためのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド規則の推論装置及びその方法に係り、さらに詳しくは、推論規則の類型に応じてメモリ基盤の推論及びディスク基盤の分散 / 並列推論を組み合わせる推論するハイブリッド規則の推論装置及びその方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

オントロジー推論は、明示的に与えられたオントロジー知識から黙示的な知識を誘導する過程を意味する。また、セマンティックウェブにおいて、オントロジー知識は、RDF (Resource Description Framework)、RDFS (Resource Description Framework Schema)、OWL (Web Ontology Language) などの言語により記述されるが、オン

50

トロジー知識はR D Fトリプルの集まりであるため、規則基盤の推論は、明示的に与えられたR D Fトリプルの集まりから与えられた規則を適用して新たなトリプルを導き出す過程を意味する。

【 0 0 0 3 】

最近では、セマンティックウェブ技術の拡散が進み、複数の機関においてオントロジー知識を生産してオントロジー知識の規模が次第に大きくなるに伴い、大容量のR D Fトリプル（以下、「トリプル」と略称する。）を効率よく保存して推論することのできる大規模のオントロジー推論システム（以下、「推論システム」と略称する。）が切望されている。

【 0 0 0 4 】

この理由から、従来、「R e t eアルゴリズムを活用する推論方式」（以下、「メモリ推論方式」と称する。）が提案されてきた。メモリ推論方式は、パターンマッチングを効率よく行って反復的なパターンマッチング過程を減らすことはできるが、その代わりに、過剰なメモリを必要とするという不都合があった。すなわち、数十億個以上のトリプル処理が求められる推論システムにおいて、トリプルに推論規則を適用する過程において生成されるデータである - メモリ及び - メモリを両方とも物理的なメモリ（例えば、R A M）に保存せねばならないため、大容量のメモリが求められるという問題があった。

【 0 0 0 5 】

このような問題を解決するために、従来より提案されてきた「データベース管理システム（D B M S : D a t a b a s e M a n a g e m e n t S y s t e m）を活用する推論方式」（以下、「D B M S推論方式」と略称する。）は、大容量のトリプルを保存するためには適しているが、推論過程においてデータベース（D B）テーブルを繰り返し読み込んだり、書き込んだりする必要があるため、非効率的であるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

このように、従来のメモリ基盤の推論技術は、全ての推論をメモリにおいて処理するため大容量の推論に限界があり、ディスク基盤の分散 / 並列推論は、全ての推論をディスク基盤で処理するためメモリにおいて処理可能な部分まで、ディスクに繰り返しアクセスしてさらなる性能向上の機会を逃してしまうという問題があった。

【 0 0 0 7 】

【特許文献1】大韓民国登録特許第1, 106, 624号（発明の名称：「推論サービスのためのインデックスサービスマネージャと推論サービスシステム及びその方法」）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、スキーマ規則、インスタンス規則、混合規則など推論規則の類型に応じてメモリ基盤の推論とディスク基盤の分散 / 並列推論を組み合わせるハイブリッド規則の推論装置及びその方法を提供するところにある。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の目的は、小容量タスク（スキーマ規則）をメモリにおいて速やかに推論することのできるメモリ基盤の推論の長所と、大容量タスク（インスタンス規則）を分散 / 並列方式を用いて推論することのできるディスク基盤の推論の長所を推論規則の特性に応じて組み合わせるハイブリッド規則の推論装置及びその方法を提供するところにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

前記目的を達成するために、本発明の一側面によれば、入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうちの少なくとも一つの規則に分類する推論規則分類部と、スキーマ規則を既に保存されたスキーマトリプルに適用して推論し、混合規則をスキーマトリプルに適用してインスタンス規則に具体化するメモリ基盤推論部と、前記メモリ基盤推論部において具体化されたインスタンス規則または前記推論規則分類部において分類されたインスタンス規則を既に保存されたインスタンストリプルに適用して推論

10

20

30

40

50

するディスク基盤の分散/並列推論部と、を備えることを特徴とするハイブリッド規則の推論装置が提供される。

【0011】

好ましくは、前記ハイブリッド規則の推論装置は、スキーマトリプルまたはインスタストリプルが保存されるトリプル保存部をさらに備える。

【0012】

また、好ましくは、前記推論規則分類部は、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタストリプルパターンだけで構成される場合にインスタンス規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタストリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類する。

10

【0013】

さらに、好ましくは、前記メモリ基盤推論部は、前記混合規則を、規則の左側には前記混合規則のスキーマトリプルパターンのみを有し、且つ、右側には元の規則からスキーマトリプルパターンを除去した規則を有する新たな規則に書き直し、書き直した混合規則に前記スキーマトリプルを適用してインスタンス規則に具体化する。

【0014】

本発明の他の側面によれば、(a)入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうち少なくとも一つの規則に分類するステップと、(b)前記分類された推論規則をメモリ基盤の推論方式またはディスク基盤の分散/並列推論方式を用いて推論するステップと、を含むことを特徴とするハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法が提供される。

20

【0015】

好ましくは、前記ステップ(a)においては、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタストリプルパターンだけで構成される場合にインスタンス規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタストリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類する。

【0016】

また、好ましくは、前記ステップ(b)においては、スキーマ規則の場合に、スキーマ規則にメモリ基盤の推論方式を適用して新たなスキーマトリプルを誘導し、混合規則の場合に、混合規則にメモリ基盤の推論方式を適用してインスタンス規則に変換した後、前記変換されたインスタンス規則にディスク基盤の分散/並列推論方式を適用して新たなインスタストリプルを誘導し、インスタンス規則の場合に、インスタンス規則にディスク基盤の分散/並列推論方式を適用して新たなインスタストリプルを誘導する。

30

【0017】

本発明のさらに他の側面によれば、ハイブリッド規則の推論装置によって起動されるとき、(a)入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうち少なくとも一つの規則に分類するステップと、(b)前記分類された推論規則をメモリ基盤の推論方式またはディスク基盤の分散/並列推論方式を用いて推論するステップと、を含むことを特徴とするハイブリッド規則の推論装置のハイブリッド規則の推論方法を実現するためのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、小容量タスク(スキーマ規則)をメモリにおいて予め処理するとともに、混合規則を具体化することにより、分散/並列推論における推論に際してディスクへのアクセス負荷を低減して全体の推論エンジンの性能を向上させることができる。

【0019】

また、メモリにおいて処理可能な部分を予めメモリ基盤の推論で処理した後、残りに対してディスク基盤の推論を適用することにより、既存の方式に比べてさらなる性能向上を

50

図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施形態によるハイブリッド規則の推論装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態によるハイブリッド規則の推論方法を示す図である。

【発明を実施するための最良の態様】

【0021】

本発明の上述した目的と技術的構成及びそれによる作用効果に関する詳細な事項は、本発明の明細書に添付された図面に基づく以下の詳細な説明によって一層明確に理解される筈である。

10

【0022】

以下、添付図面に基づき、本発明に係る「ハイブリッド規則の推論装置及びその方法」について詳細に説明する。説明する実施形態は、本発明の技術思想を当業者が容易に理解できるようにするために提供されるものであり、これによって本発明が限定されることはない。なお、添付図面に示す事項は、本発明の実施形態を容易に説明するために図式化されたものであり、実際に実現される形態とは異なる場合がある。

【0023】

一方、以下において表現される各構成部は、本発明を実現するための例に過ぎない。このため、本発明の他の実現においては、本発明の思想及び範囲を逸脱しない範囲内において他の構成部が使用可能である。また、各構成部は単にハードウェアまたはソフトウェアの構成だけで実現されてもよいが、同じ機能を行う様々なハードウェア及びソフトウェアの構成の組み合わせにより実現されてもよい。なお、一つのハードウェアまたはソフトウェアによって2以上の構成部が一緒に実現される場合もある。

20

【0024】

また、ある構成要素を「備える」という表現は「開放型」の表現であり、当該構成要素が存在することを単に示すだけであり、追加的な構成要素を排除するものと理解されてはならない。

【0025】

図1は、本発明の実施形態によるハイブリッド規則の推論装置の構成を概略的に示すブロック図である。

30

【0026】

図1を参照すると、ハイブリッド規則の推論装置100は、推論規則分類部110と、メモリ基盤推論部120と、ディスク基盤分散/並列推論部130と、トリプル保存部140とを備える。

【0027】

推論規則分類部110は、入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則、混合規則、包括規則などに分類する。

【0028】

推論規則は条件部及び結論部により構成され、条件部及び結論部はそれぞれ一つ以上のトリプルパターンにより構成される。表1及び表2を参照すると、例示された推論規則において、「」を基準として左側部が条件部に相当し、右側部が結論部に相当する。トリプルパターンは、トリプルと同様に、〈主語、述語、目的語〉により構成されるが、主語及び述語、目的語のそれぞれが定数ではなく、変数であってもよい。推論規則は、事実が条件部のトリプルパターンに適用可能であるとき、結論部に相当するトリプルが新たな事実として推論可能であるということを示し、推論とは、既存のトリプルに推論規則を適用して新たな(推論された)トリプルを得る過程のことをいう。

40

【0029】

推論規則分類部110は、条件部のトリプルパターンの類型に応じて、スキーマ規則、インスタンス規則、混合規則、包括規則に分類する。

50

【 0 0 3 0 】

すなわち、推論規則分類部 1 1 0 は、推論規則の条件部がスキーマトリプルにのみマッチング可能なスキーマトリプルパターンだけで構成される場合に、スキーマ規則に分類する。すなわち、条件部がクラス (c l a s s) またはプロパティ (p r o p e r t y) を定義するトリプルだけで構成される場合にスキーマ規則に分類する。

【 0 0 3 1 】

例えば、表 1 を参照すると、r d f s 5 は、条件部が「 (p r d f s : s u b P r o p e r t y O f q) (q r d f s : s u b P r o p e r t y O f r) 」というプロパティを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則であり、r d f s 6 は、条件部が「 (p r d f : t y p e r d f : P r o p e r t y) 、 r d f s 8 (c r d f : t y p e r d f s : C l a s s) 」というクラス及びプロパティを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。また、r d f s 1 0 は、条件部が「 (c r d f : t y p e r d f s : C l a s s) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則であり、r d f s 1 1 は、条件部が「 (c r d f s : s u b C l a s s O f d) (d r d f s : s u b C l a s s O f e) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。さらに、r d f s 1 2 は、条件部が「 (p r d f : t y p e r d f s : C o n t a i n e r M e m b e r s h i p P r o p e r t y) 」というプロパティを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。

10

【 0 0 3 2 】

【表 1】

20

RDF and RDFS rules	
id	entailment rules
r 1	$(u p v) \rightarrow (p \text{ rdf:type } \text{rdf:Property})$
d 2	$(u p v)$ (if v is a XML literal and $_n$ is a bland node allocated to v) \rightarrow $(_n \text{ rdf:type } \text{rdf:XMLLiteral})$
r 1	$(u p v)$ (if v is a plain literal and $_n$ is a bland node allocated to v) \rightarrow $(_n \text{ rdf:type } \text{rdf:Literal})$
2	$(p \text{ rdfs:domain } d) (u p v) \rightarrow (u \text{ rdf:type } d)$
3	$(p \text{ rdfs:range } d) (u p v) \rightarrow (v \text{ rdf:type } d)$
4a	$(u p v) \rightarrow (u \text{ rdf:type } \text{rdfs:Resource})$
4b	$(u p v) \rightarrow (v \text{ rdf:type } \text{rdfs:Resource})$
r d f s	
5	$(p \text{ rdfs:subPropertyOf } d) (q \text{ rdfs:subPropertyOf } r) \rightarrow (p \text{ rdfs:subPropertyOf } r)$
6	$(p \text{ rdf:type } \text{rdf:Property}) \rightarrow (p \text{ rdfs:subPropertyOf } p)$
7	$(p \text{ rdfs:subPropertyOf } d) (u p v) \rightarrow (u q v)$
s	
8	$(c \text{ rdf:type } \text{rdfs:Class}) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } \text{rdfs:Resource})$
9	$(c \text{ rdfs:subClassOf } d) (u \text{ rdf:type } d) \rightarrow (u \text{ rdf:type } c)$
10	$(c \text{ rdf:type } \text{rdfs:Class}) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } d)$
11	$(c \text{ rdfs:subClassOf } d) (d \text{ rdfs:subClassOf } e) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } e)$
12	$(p \text{ rdf:type } \text{rdfs:ContainerMembershipProperty}) \rightarrow (p \text{ rdfs:subPropertyOf } \text{rdfs:member})$
13	$(c \text{ rdf:type } \text{rdfs:Datatype}) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } \text{rdfs:Literal})$

30

【 0 0 3 3 】

表 2 を参照すると、o w l - h o r s t 9 は、条件部が「 (c r d f : t y p e o w l : C l a s s) (c o w l : s a m e A s d) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則であり、o w l - h o r s t 1 0 は、条件部が「 (p r d f : t y p e r d f : P r o p e r t y) (p o w l : s a m e A s q) 」というプロパティを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。また、o w l - h o r s t 1 2 a は、条件部が「 (c o w l : e q u i v a l e n t C l a s s d) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則であり、o w l - h o r s t 1 2 b は、条件部が「 (c o w l : e q u i v a l e n t C l a s s d) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。さらに、o w l - h o r s t 1 2 c は、条件部が「 (c r d f s : s u b C l a s s O f d) (d r d f s : s u b C l a s s O f c) 」というクラスを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則であり、o w l - h o r s t 1 3 a の (p o w l : e q u i v a l e n t P r o p e r t y q) 、

40

50

owl-horst 13bの($p \text{ owl:equivalentProperty } q$)、owl-horst 13cの($p \text{ rdfs:subPropertyOf } q$) ($q \text{ rdfs:subPropertyOf } p$)のそれぞれはプロパティを定義するトリプルだけで構成されているためスキーマ規則である。

【0034】

【表2】

OWL Horst rules	
id	entailment rules
1	$(p \text{ rdf:type owl:FunctionalProperty } (u \text{ } p \text{ } v) (u \text{ } p \text{ } w) \rightarrow (v \text{ owl:sameAs } w))$
2	$(p \text{ rdf:type owl:InverseFunctionalProperty } (u \text{ } p \text{ } v) (v \text{ } p \text{ } w) \rightarrow (u \text{ owl:sameAs } w))$
3	$(p \text{ rdf:type owl:SymmetricProperty } (u \text{ } p \text{ } v) \rightarrow (v \text{ } p \text{ } u))$
4	$(p \text{ rdf:type owl:TransitiveProperty } (u \text{ } p \text{ } v) (v \text{ } p \text{ } w) \rightarrow (u \text{ } p \text{ } w))$
5a	$(u \text{ } p \text{ } v) \rightarrow (u \text{ owl:sameAs } v)$
5b	$(u \text{ } p \text{ } v) \rightarrow (v \text{ owl:sameAs } u)$
6	$(u \text{ owl:sameAs } v) \rightarrow (v \text{ owl:sameAs } u)$
7	$(u \text{ owl:sameAs } v) (v \text{ owl:sameAs } w) \rightarrow (u \text{ owl:sameAs } w)$
8a	$(p \text{ owl:inverseOf } q) (u \text{ } p \text{ } v) \rightarrow (v \text{ } q \text{ } u)$
8b	$(p \text{ owl:inverseOf } q) (u \text{ } q \text{ } v) \rightarrow (v \text{ } p \text{ } u)$
9	$(c \text{ rdf:type owl:Class } (c \text{ owl:sameAs } d) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } d))$
10	$(c \text{ rdf:type rdf:Property } (c \text{ owl:sameAs } d) \rightarrow (c \text{ rdfs:subPropertyOf } d))$
11	$(u \text{ } p \text{ } v) (u \text{ owl:sameAs } x) (v \text{ owl:sameAs } y) \rightarrow (x \text{ } p \text{ } y)$
12a	$(c \text{ owl:equivalentClass } d) \rightarrow (c \text{ rdfs:subClassOf } d)$
12b	$(c \text{ owl:equivalentClass } d) \rightarrow (d \text{ rdfs:subClassOf } c)$
12c	$(c \text{ rdfs:subClassOf } d) (d \text{ rdfs:subClassOf } e) \rightarrow (c \text{ owl:equivalentClass } e)$
13a	$(p \text{ owl:equivalentProperty } q) \rightarrow (p \text{ rdfs:subPropertyOf } q)$
13b	$(p \text{ owl:equivalentProperty } q) \rightarrow (q \text{ rdfs:subPropertyOf } p)$
13c	$(p \text{ rdfs:subPropertyOf } q) (q \text{ rdfs:subPropertyOf } r) \rightarrow (p \text{ owl:equivalentProperty } r)$
14a	$(c \text{ owl:hasValue } v) (c \text{ owl:Property } p) (u \text{ } p \text{ } v) \rightarrow (u \text{ rdf:type } c)$
14b	$(c \text{ owl:hasValue } v) (c \text{ owl:Property } p) (u \text{ rdf:type } c) \rightarrow (u \text{ } p \text{ } v)$
15	$(c \text{ owl:valuesFrom } d) (c \text{ owl:Property } p) (u \text{ } p \text{ } v) (v \text{ rdf:type } d) \rightarrow (u \text{ rdf:type } d)$
16	$(c \text{ owl:valuesFrom } d) (c \text{ owl:Property } p) (u \text{ } p \text{ } v) (u \text{ rdf:type } d) \rightarrow (v \text{ rdf:type } d)$

10

20

【0035】

また、推論規則分類部 110 は、推論規則の条件部がインスタストリプルにのみマッチング可能なインスタストリプルパターンだけで構成される場合に、インスタ規則に分類する。すなわち、推論規則の条件部が各個体 ($individual$) の所属 ($rdf:type$) 及び個体間の関係を記述するインスタだけで構成される場合に、インスタ規則に分類する。インスタは量が膨大であるため、インスタ規則としては主としてユーザ定義規則が挙げられる。

【0036】

さらに、推論規則分類部 110 は、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタストリプルパターンで構成される場合に、混合規則に分類する。例えば、表1の $rdfs:2$ 、 3 、 7 、 9 、表2の $owl-horst:1$ 、 2 、 3 、 4 、 $8a$ 、 $8b$ 、 $14a$ 、 $14b$ 、 15 、 16 規則が混合規則である。

30

【0037】

加えて、推論規則分類部 110 は、推論規則の条件部が (upv) 及び ($x \text{ rdf:type } c$) などの包括 ($generic$) トリプルパターン一つのみを有する場合に包括規則に分類する。包括規則は、条件部がトリプルパターン一つであるため、既に保存されたトリプルを一回スキャンするだけでいつでも推論可能である。このため、包括規則は性能に影響を及ぼす重要な要素ではないため、包括規則を推論する方法についての詳細な説明は省略する。

40

【0038】

このように、推論規則分類部 110 は、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタストリプルパターンだけで構成される場合にインスタ規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタストリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類する。

【0039】

メモリ基盤推論部 120 は、スキーマ規則にメモリ基盤の推論方式を適用して、新たなスキーマトリプルを誘導する。すなわち、メモリ基盤推論部 120 は、スキーマ規則をトリプル保存部 140 に保存されたスキーマトリプルに適用して、新たなスキーマトリプル

50

を誘導する。このとき、メモリ基盤推論部 120 は、新たなスキーマトリプルがそれ以上誘導されなくなるまで再帰的に推論を行い、推論されたスキーマトリプルはトリプル保存部 140 に保存されるとともに、メモリ基盤推論部 120 のメモリ（図示せず）に保持されて再帰的に推論規則に適用される。メモリ基盤推論部 120 は、再帰的な推論を効率よく行うためにトリプル保存部 140 に保存された初期のスキーマトリプルを内部メモリに読み込んで保持し、推論されたスキーマトリプルをトリプル保存部 140 に保存するとともにメモリに保持する。

【0040】

また、メモリ基盤推論部 120 は、混合規則にメモリ基盤の推論方式を適用してインスタンス規則に具体化し、その具体化されたインスタンス規則をディスク基盤分散/並列推論部 130 に提供する。すなわち、メモリ基盤推論部 120 は、混合規則をトリプル保存部 140 に保存されたスキーマトリプルに適用して具体的なインスタンス規則に変換する。

10

【0041】

例えば、混合規則が「 $(p \text{ r d f s : s u b P r o p e r t y O f } q) (u \text{ p } v) (u \text{ q } v)$ 」である場合、メモリ基盤推論部 120 は、「 $(p \text{ r d f s : s u b P r o p e r t y O f } q) [(u \text{ p } v) (u \text{ q } v)]$ 」のように規則の左側にはスキーマトリプルパターンのみを有し、右側には元の規則からスキーマトリプルパターンを除去した規則を有する新たな規則に書き直す。次いで、メモリ基盤推論部 120 は、書き直した混合規則の条件部「 $(p \text{ r d f s : s u b P r o p e r t y O f } q)$ 」にスキーマトリプルを適用して、インスタンス規則に変換する。このような過程を通じて、メモリ基盤推論部 120 は、混合規則をインスタンス規則に変換する。

20

【0042】

ディスク基盤分散/並列推論部 130 は、メモリ基盤推論部 120 において具体化されたインスタンス規則または推論規則分類部 110 において分類されたインスタンス規則を、トリプル保存部 140 に保存されたインスタントリプルに適用して、新たなインスタントリプルを誘導する。このとき、ディスク基盤分散/並列推論部 130 は、新たなインスタントリプルがそれ以上誘導されなくなるまで再帰的に推論を行い、推論されたインスタントリプルがトリプル保存部 140 に保存されて再帰的に推論規則に適用される。

30

【0043】

トリプル保存部 140 には、スキーマトリプルまたはインスタントリプルが保存されている。

【0044】

トリプル保存部 140 は、スキーマトリプル及びインスタントリプルを保存するための空間であり、スキーマの特性に応じて様々な資料構造を通じて保存され、インスタントリプルにはインスタントリプル毎に固有の文字列 URI の代わりに整数タイプの ID が与えられて保存され、保有の文字列 URI が与えられた ID にマッピングされて管理されて外部にインスタントリプルを返還するときに当該 ID にマッピングされた固有の文字列 URI が返還されることが好ましい。

40

【0045】

図 2 は、本発明の実施形態によるハイブリッド規則の推論方法を示す図である。

【0046】

図 2 を参照すると、ハイブリッド規則の推論装置は、推論規則が入力されると（ステップ S202）、入力された推論規則を条件部のトリプルパターン類型に応じてスキーマ規則、インスタンス規則、混合規則、包括規則に分類する（ステップ S204）。このとき、ハイブリッド規則の推論装置は、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターンだけで構成される場合にスキーマ規則に分類し、推論規則の条件部がインスタントリプルパターンだけで構成される場合にインスタンス規則に分類し、推論規則の条件部がスキーマトリプルパターン及びインスタントリプルパターンで構成される場合に混合規則に分類す

50

る。

【0047】

ステップS204が行われると、ハイブリッド規則の推論装置は、規則の類型に応じてメモリ基盤の推論とディスク基盤の分散/並列推論を組み合わせ推論する。

【0048】

以下、各推論規則を推論する方法について具体的に説明する。

【0049】

まず、スキーマ規則の場合、ハイブリッド規則の推論装置は、スキーマ規則にメモリ基盤の推論方式を適用して(ステップS206)、新たなスキーマトリプルを誘導して保存する(ステップS208)。すなわち、ハイブリッド規則の推論装置は、スキーマ規則を既に保存されたスキーマトリプルに適用して新たなスキーマトリプルを誘導する。このとき、ハイブリッド規則の推論装置は、新たなスキーマトリプルがそれ以上誘導されなくなるまで再帰的に推論を行い、誘導されたスキーマトリプルはトリプル保存部に保存されるとともに、メモリ基盤推論部のメモリに保持されて再帰的に推論規則に適用される。

10

【0050】

次いで、混合規則の場合、ハイブリッド規則の推論装置は、混合規則にメモリ基盤の推論方式を適用して混合規則をインスタンス規則に変換し(ステップS210)、変換されたインスタンス規則にディスク基盤の分散/並列推論方式を適用して(ステップS212)、新たなインスタンストリプルを誘導して保存する(ステップS214)。すなわち、ハイブリッド規則の推論装置は、混合規則を既に保存されたスキーマトリプルに適用して、具体的なインスタンス規則に変換し、変換されたインスタンス規則を既に保存されたインスタンストリプルに適用して、新たなインスタンストリプルを誘導する。このとき、ハイブリッド規則の推論装置は、新たなインスタンストリプルがそれ以上誘導されなくなるまで再帰的に推論を行い、誘導されたインスタンストリプルは保存されて再帰的に推論規則に適用される。

20

【0051】

最後に、インスタンス規則の場合、ハイブリッド規則の推論装置は、インスタンス規則にディスク基盤の分散/並列推論方式を適用して(ステップS216)、新たなインスタンストリプルを誘導して保存する(ステップS218)。すなわち、ハイブリッド規則の推論装置は、インスタンス規則を既に保存されたインスタンストリプルに適用して新たなインスタンストリプルを誘導する。このとき、ハイブリッド規則の推論装置は、新たなインスタンストリプルがそれ以上誘導されなくなるまで再帰的に推論を行い、誘導されたインスタンストリプルは保存されて再帰的に推論規則に適用される。

30

【0052】

このように、ハイブリッド規則の推論装置は、小容量タスク(スキーマ規則)をメモリにおいて予め処理するとともに、混合規則を具体化することにより、分散/並列推論における推論に際してディスクへのアクセス負荷を低減して、全体の推論エンジンの性能を向上させることができる。

【0053】

このようなハイブリッド規則の推論方法はプログラムにより作成可能であり、プログラムを構成するコード及びコードセグメントは当該分野のプログラマによって容易に推論可能である。なお、ハイブリッド規則の推論方法に関するプログラムは電子装置が読み取り可能な情報記録媒体に保存され、電子装置によって読み込まれて起動される。

40

【0054】

このように、本発明が属する技術分野における当業者は、本発明がその技術的思想や必須的特徴を変更することなく他の具体的な形態として実施可能であるということが理解できる筈である。よって、上述した実施形態はあらゆる面において例示的なものであり、限定的なものではないと理解されるべきである。本発明の範囲は前記詳細な説明よりは後述する特許請求の範囲によって開示され、特許請求の範囲の意味及び範囲並びにその等価概念から導き出されるあらゆる変更または変形された形態が本発明の範囲に含まれるものと

50

解釈されるべきである。

【符号の説明】

【0055】

- 100：ハイブリッド規則の推論装置
- 110：推論規則分類部
- 120：メモリ基盤推論部
- 130：ディスク基盤分散/並列推論部
- 140：トリプル保存部

10

【要約】

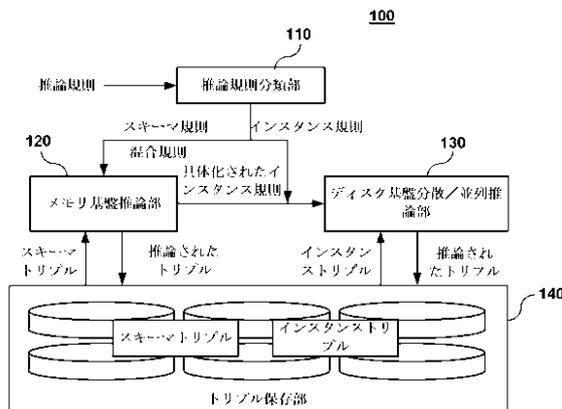
【課題】ハイブリッド規則の推論装置及び方法を提供すること。

【解決手段】入力された推論規則をスキーマ規則、インスタンス規則及び混合規則のうちの少なくとも一つの規則に分類する推論規則分類部と、スキーマ規則を既に保存されたスキーマトリプルに適用して推論し、混合規則をスキーマトリプルに適用してインスタンス規則に具体化するメモリ基盤推論部と、前記メモリ基盤推論部において具体化されたインスタンス規則または前記推論規則分類部において分類されたインスタンス規則を既に保存されたインスタストリプルに適用して推論するディスク基盤分散/並列推論部と、を備えることを特徴とするハイブリッド規則の推論装置。

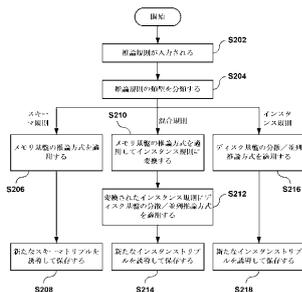
【選択図】 図1

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 イ スンウ
大韓民国 302-847 デジョン ソ-グ チョンサソ-ロ 65 ウルピョン-ドン ハナ
ラム アパート 101-707
- (72)発明者 チョン チャン ホ
大韓民国 305-330 デジョン ユソン-グ ジジョップク-ロ 60 ジジョ-ドン ハ
ンワ グメグリソ 207-1903
- (72)発明者 オム ジョン ホ
大韓民国 560-796 ジョラブツ-ド ジョンジュ-シ ワンサン-グ ダンサン-ロ 1
1 ソシン-ドン サンギョンソシンアパート 602-1210
- (72)発明者 キム テホン
大韓民国 302-827 デジョン ソ-グ チョンサ-ロ 253 ドウンサン-ドン ギョ
ンナム アパート 203-302
- (72)発明者 ジョン ハンミン
大韓民国 305-755 デジョン ユソン-グ オウン-ロ 57 オウン-ドン ハンビッ
ト アパート 111-1404
- (72)発明者 ソン ウォン キョン
大韓民国 305-761 デジョン ユソン-グ エクスボ-ロ 448 ジョンミン-ドン
エクスボ アパート 207-704

審査官 多胡 滋

- (56)参考文献 特表2013-512496(JP, A)
西山智, 外3名, 永続データをサポートする実時間推論シェル, 電子情報通信学会論文誌 情報
・システムI - 情報処理, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2001年 4月 1日, 第4号
, pp.401-409
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06N 5/00-5/04