

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年1月11日(11.01.2024)



(10) 国際公開番号

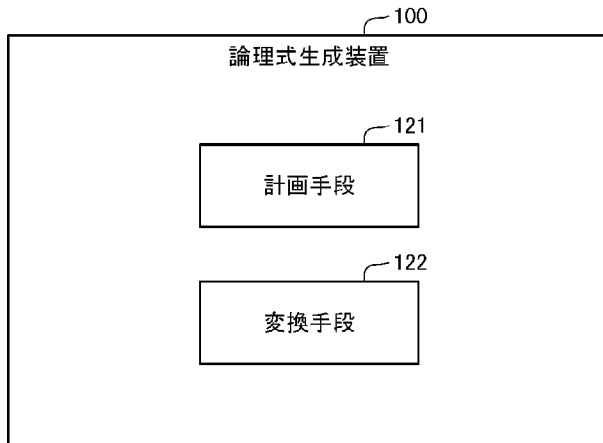
WO 2024/009472 A1

- (51) 国際特許分類:
G06N 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/027017
- (22) 国際出願日: 2022年7月7日(07.07.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山本 風人 (YAMAMOTO, Kazeto); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 馬場 資博, 外 (BABA, Motohiro et al.); 〒3500046 埼玉県川越市菅原町25番地1 石井ビル2階 Saitama (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: LOGICAL FORMULA GENERATION DEVICE, LOGICAL FORMULA GENERATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 論理式生成装置、論理式生成方法、プログラム

[図6]



100... LOGICAL FORMULA GENERATION DEVICE
121... PLANNING MEANS
122... CONVERSION MEANS

(57) Abstract: A logical formula generation device 100 according to the present invention comprises: a planning means 121 for, on the basis of background knowledge information indicating a rule of inference, input information to be subjected to an inference process by the rule of inference, an inference schema indicating an inference method in the inference process, and a concept schema indicating a concept to be addressed in the inference process, generating a logical conversion protocol for converting the background knowledge information and the input information to a logical formula; and a conversion means 122 for converting the background knowledge information and the input information to a logical formula on the basis of the generated logical conversion protocol.

[続葉有]

WO 2024/009472 A1

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の論理式生成装置 1 0 0 は、推論規則を表す背景知識情報と、推論規則によって推論処理される入力情報と、推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成する計画手段 1 2 1 と、生成した論理変換プロトコルに基づいて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換する変換手段 1 2 2 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：論理式生成装置、論理式生成方法、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、論理式生成装置、論理式生成方法、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 演繹推論 (Deduction, Deductive reasoning) とは、入力情報として前提情報を表す論理式 (前提, Proposition) と、推論規則を表す論理式 (背景知識, Background knowledge) とを受け取り、入力情報から推論規則によって導出される論理式 (帰結, Consequence) を出力する推論方式である。

[0003] 仮説推論 (Abduction, Abductive reasoning) とは、入力情報として観測情報を表す論理式 (観測, Observation) と、背景知識とを受け取り、入力情報を推論規則によって帰結として導出するような論理式 (仮説, Hypothesis) を出力する推論方式である。

[0004] 演繹推論と仮説推論は、理論上では異なる論理推論のモードであるものの、入力情報と推論規則を受け取り、推論結果を出力するという点では同じであり、計算機上で実装する上では本質的に同じものとして解釈できる。したがって、演繹推論または仮説推論に基づくモデルをまとめて論理推論モデルと呼び、論理推論モデルによる計算処理を計算機上で実装したソフトウェアプログラムを論理推論エンジンと呼ぶ。

[0005] 非特許文献1には、仮説推論の一つである重み付き仮説推論 (Weighted Abduction) を計算機上で実装するための方式が開示されている。非特許文献2には、演繹推論の一つであるMarkov Logic Networkを計算機上で実装するための方式が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1 : Naoya Inoue and Kentaro Inui. ILP-based Reasoning for Weighted Abduction. In Proceedings of AAAI Workshop on Plan, Activity a

nd Intent Recognition, pp. 25-32, August 2011.

非特許文献2 : Richardson, Matt and Domingos, Pedro (2006). Markov Logic Networks. Machine Learning, 62, 107-136, 2006.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ここで、論理推論モデルに基づくシステムでは、入力として、論理式で表現された入力情報および推論規則を与える必要がある。その際、対象のドメインにおける知識（ドメイン知識）や入力に関する適切な論理表現は、どんな論理推論モデルに基づくか、どんな論理推論エンジンを用いるか、どのような挙動の推論を実現することを意図しているか、などによって様々に異なる。そのため、論理推論モデルに基づく実応用システムの構築においては論理推論エンジンについて深い知見を持つ人材による検討作業が必須であり、実応用におけるシステム構築に係るコストに関する大きな問題となっている。

[0008] 上記問題は、いくつかの課題に細分化することができる。一つ目は、当該作業には論理推論エンジンについて深い知見を持つ人材が長い時間を費やす必要があるため、人的、ひいては経済的なコストが大きいことである。二つ目は、上述の検討作業の中で、特定の状態に対する論理表現が修正された場合、背景知識情報や入力情報に含まれる全ての当該表現を手で修正する必要があるため、検討作業にかかる時間コストが余計に増大してしまっていることである。言い方を変えるなら、知識や情報を論理表現で保持してしまうと、そこで用いられる論理表現について、どこが意味的な要請から来る構造で、どこが計算効率的な要請から来る構造で、どこが推論挙動に関する要請から来る構造なのかの切り分けが自明でないため、論理表現の書き換えが自動で行えないということである。このように、論理推論システムの構築及び保守において人的工数がかかる、という問題があった。

[0009] このため、本開示の目的は、上述した課題である、論理推論システムの構築及び保守において人的工数がかかる、ことを解決することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の一形態である論理式生成装置は、

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成する計画手段と、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する変換手段と、

を備えた、

という構成をとる。

[0011] また、本開示の一形態である論理式生成方法は、

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する、

という構成をとる。

[0012] また、本開示の一形態であるプログラムは、

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する、

処理をコンピュータに実行させる、
という構成をとる。

発明の効果

[0013] 本開示は、以上のように構成されることにより、論理推論システムの構築及び保守における人的工数を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本開示の実施形態1における論理式生成装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1に開示した論理式生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図3]本開示の実施形態2における論理式生成装置の構成を示すブロック図である。

[図4]図3に開示した論理式生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]本開示の実施形態3における論理式生成装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図6]本開示の実施形態3における論理式生成装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] <実施形態1>

本開示の第1の実施形態を、図1乃至図2を参照して説明する。図1は、論理式生成装置の構成を説明するための図であり、図2は、論理式生成装置の処理動作を説明するための図である。

[0016] 本実施形態における論理式生成装置10は、対象とするドメインにおいて実現したい推論方式を定義したスキーマと、論理式ではない何らかの記述形式に基づいて記述された推論規則および入力情報に対して、期待する推論方式を充足するように推論規則および入力情報をそれぞれ論理式に変換して出力する装置である。以下、論理式生成装置の構成及び動作を併せて説明する。

[0017] 論理式生成装置10は、演算装置と記憶装置とを備えた1台又は複数台の

情報処理装置にて構成される。そして、論理推論装置 10 は、図 1 に示すように、スキーマ取得部 11、情報取得部 12、計画部 13、変換部 14、出力部 15 を備える。スキーマ取得部 11、情報取得部 12、計画部 13、変換部 14、出力部 15 の各機能は、演算装置が記憶装置に格納された各機能を実現するためのプログラムを実行することにより実現することができる。また、論理式生成装置 10 は、推論スキーマ記憶部 16、概念スキーマ記憶部 17、背景知識情報記憶部 18、入力情報記憶部 19 を備える。推論スキーマ記憶部 16、概念スキーマ記憶部 17、背景知識情報記憶部 18、入力情報記憶部 19 は、記憶装置により構成される。

[0018] スキーマ取得部 11 は、実現したい推論方式の定義を表した推論スキーマを、推論スキーマ記憶部 16 から取得する（ステップ S1）。推論スキーマは、ユーザが実現したい推論方式の定義を、何らかの形式で記述した情報である。推論方式の定義には、「どのような論理推論モデルに基づくか」、「どのような論理推論エンジンを用いるか」、などの情報が含まれる。また、推論スキーマ内に記述される実現したい推論の内容に関する情報として、後述する「概念」を用いた以下のような情報もある。例えば、「ある概念は観測情報に必ず含まれる」、「ある概念は観測情報には絶対に含まれない」、「ある概念に基づく論理式は仮説に必ず一つだけ含まれる」のような、その推論方式において各概念に対して課される制約である。一例として、医療タスクにおいて、「特定の症状があるかどうかを当てたい」、「観測情報に対して最も妥当な病態の組み合わせを導きたい」というような、その推論方式における出力として得たい情報である。なお、推論スキーマの記述に用いる形式は、人間による記述を前提とした何らかのテキスト形式であってもよいし、あるいは、計算機による管理を前提としたバイナリ情報として記述してもよい。

[0019] また、スキーマ取得部 11 は、実現したい推論方式における推論規則および入力情報の構成要素として扱いたい概念の定義を表した概念スキーマを、概念スキーマ記憶部 17 から取得する（ステップ S1）。概念スキーマは、

ユーザが実現したい推論方式において、推論規則および入力情報の構成要素として扱いたい概念の定義を、何らかの形式で記述した情報である。概念の定義には、その概念の名前や構成要素など、その概念を論理式として表すために必要な情報が含まれる。例えば、概念スキーマにおける「概念を論理式として表すための情報」とは、主に「概念を構成する構成要素」と「各構成要素が持つ論理的な特性」といった2種類の情報で構成される。具体例として、論理推定する対象のドメインが医療である場合には、概念として、肺炎、願、などがある。一例として、「肺炎」という概念については、以下のような定義を考えることができる。

－「肺炎」を構成する構成要素は、「罹患者」、「重症度」、「症状」である。

－構成要素「罹患者」については、以下の論理的な特性が成り立つ。

- ・一つの「肺炎」は必ずただ一つの「罹患者」を持つ。
- ・異なる「肺炎」同士が同じ「罹患者」を持つことは無い。

－構成要素「重症度」については、以下の論理的な特性が成り立つ。

- ・「重症度」は整数値で表現される。
- ・一つの「肺炎」は必ずただ一つの「重症度」を持つ。

－構成要素「症状」については、以下の論理的な特性が成り立つ。

- ・一つの「肺炎」は任意個数の「症状」を持つことができる。

なお、概念の構成要素として、別の概念を持てるようにすることも可能である。

概念スキーマの記述に用いる形式は、人間による記述を前提とした何らかのテキスト形式であってもよいし、あるいは、計算機による管理を前提としたバイナリ情報として記述してもよい。概念スキーマの記述に用いるテキスト形式としては、OWL (Ontology Web Language) などの既存のオントロジ記述言語を用いてもよい。

[0020] 情報取得部12は、推論規則を何らかの形式言語により表現した背景知識情報を、背景知識情報記憶部18から取得する（ステップS2）。背景知識

情報は、前件が成り立てば後件が成り立つという推論規則の集合（背景知識）を、何らかの形式言語により表現した情報である。一例として、背景技術情報は、「重症度3の肺炎に罹っていると、敗血症になる」という情報であるとする。この時、概念「敗血症」は「罹患者」のみを構成要素として持つとする。そして、上記背景知識情報は、例えば「肺炎3：\$1=>敗血症：\$1」のような、情報処理装置で解釈可能な何らかの文字列で表現される。ここでは、異なる概念である「肺炎」と「敗血症」が構成要素「罹患者」として同じ実体を共有することを表すために、\$1のような変数を表す記述が用いられる。

[0021] また、情報取得部12は、観測事実を何らかの形式言語により表現した入力情報を、入力情報記憶部19から取得する（ステップS2）。入力情報は、推論規則によって推論処理される情報である。なお、背景知識情報及び入力情報の記述形式は任意の形式を用いてよいが、概念スキーマによって定義される概念に基づく形式の言語、つまり、かかる概念を記述できる表現能力を有する形式の言語であるとよい。一例として、入力情報が「肺炎3：山田太郎：咳」であったとする。これは、概念「肺炎」の「罹患者＝山田太郎、重症度＝3、症状＝咳」を表していることとする。

[0022] 情報取得部12は、背景知識情報及び入力情報のいずれか又は全てを、論理式生成装置が内蔵する記憶装置から読み出すことにより取得してもよく、また、外部記憶装置から読み出すことにより取得してもよい。また、情報取得部12は、他の装置から通信部を介して背景知識情報及び入力情報のいずれか又は全てを受信することにより取得してもよい。また、情報取得部12は、マウスやタッチパネル等の任意の入力装置を介して行われたユーザの入力操作に応じて、背景知識情報及び入力情報のいずれか又は全てを生成し、生成した情報を取得してもよい。

[0023] 計画部13（計画手段）は、推論スキーマ、概念スキーマ、背景知識情報及び入力情報を参照して、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換するための方式である論理変換プロトコルを生成する（ステップS3）。論理変換

プロトコルは、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換するための方式（変換ルール）を、任意の形式で記述した情報である。論理変換プロトコルの生成に際しては、概念スキーマに含まれる各概念の入力情報や推論規則における出現頻度や、用いる論理推論エンジンや、実現したい推論の挙動などが考慮されるが、それらの要素に基づいてどのように論理変換プロトコルを生成するかについては任意の手段を用いてよい。例えば、推論スキーマ、概念スキーマ、背景知識情報及び入力情報の条件と、背景知識情報及び入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールと、のペアを予め用意しておき、各スキーマおよび各情報を入力として論理変換プロトコルを出力するようなエキスパートシステムを構築してもよい。また例えば、各スキーマ及び各情報が持つ構造的な特徴をベクトル空間に写像することで、統計的解析に基づいて論理変換プロトコルを決定して生成してもよい。つまり、上述したような推論スキーマと概念スキーマとを組み合わせることで、論理式の論理変換プロトコルを決定することができる。例えば、上述した概念スキーマにおいて概念「肺炎」の定義における「重症度」は「数値である」と定義しているが、推論スキーマにおいて指定された推論エンジンが論理引数として数値を指定する機能を備えていなかった場合、そのエンジンの機能の範囲内でそのような挙動を満たすような論理表現を策定する必要があり、そのような論理変換プロトコルを作成することとなる。

[0024] 変換部14（変換手段）は、上記計画部13において生成された論理変換プロトコルに基づいて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換する（ステップS4）。つまり、変換部14は、背景知識情報及び入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールを含む論理変換プロトコルを用いて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換する。

[0025] ここで、上述した論理変換プロトコルの一例と、入力情報を論理式に変換する一例を挙げる。論理変換プロトコルは、基本的には「各概念の各構成要素がどんな論理式のどの引数に対応するか」という情報によって構成される。例えば、上述した「肺炎」概念に対する論理変換プロトコルとして、以下

のようなものが生成される。

－肺炎 (r , p , x)

- ・ 第一引数 r は、肺炎そのものを指す参照用の論理変数。
- ・ 第二引数 p は、罹患者を指す論理変数。
- ・ 第三引数 x は、重症度を表す論理変数。
- ・ ある肺炎 r に対する症状は、同じ変数を共有する異なる論理式として記述する。

例：「肺炎 (R , J o h n , 2) ∧ 咳 (R) ∧ 痰 (R) 」は、「 J o h n が罹患している肺炎 R は症状として咳と痰を持つ」ことを表している。

そして、入力情報の論理変換については、何らかの形式で記述された概念を、そのまま上記の対応関係に当てはめることで論理式を得ることができる。その手順を以下に示す。

(1) 入力情報「肺炎 3 : 山田太郎 : 咳」を取得。

(2) 入力情報の文字列を、概念記述として解釈。

概念「肺炎」の「罹患者 = 山田太郎、重症度 = 3、症状 = 咳」として解釈。

(3) 論理変換プロトコルを用いて論理式に変換。

論理式：「肺炎 (R 1 , 山田太郎 , 3) ∧ 咳 (R 1) 」を得る。

[0026] また、上述した論理変換プロトコルの一例と、背景知識情報を論理式に変換する一例を挙げる。この場合、「前件が成り立てば後件が成り立つ」という内容を、「前件が成り立つ ⇒ 後件が成り立つ」という論理式に変換するルールとして論理変換プロトコルが生成される。そして、上述した背景知識情報「重症度 3 の肺炎に罹っていると敗血症になる」は、「肺炎 3 : \$ 1 ⇒ 敗血症 : \$ 1 」のような情報処理装置で解釈可能な文字列で表現され、さらにかかる文字列は、それぞれ概念記述として解釈され、例えば、以下のようない概念実体を得られる。

- ・ 構成要素「罹患者 = \$ 1、重症度 = 3」の概念「肺炎」
- ・ 構成要素「罹患者 = \$ 1」の概念「敗血症」

これらの概念実体は、論理変換プロトコルによって論理式に変換され、最終的には、上述した入力情報を用いて、以下のような推論ルールとしての論理式が得られることとなる。

論理式：肺炎（ r ， x_1 ， 3 ） \Rightarrow 敗血症（ x_1 ）

[0027] 出力部15は、上記変換部14が生成した論理式を、入力情報及び推論規則として出力する（ステップS5）。出力部15は、一例として、表示パネルに論理式を表示してもよく、また、図示しない記録媒体に論理式を格納してもよい。また、出力部15は、一例として、入出力インタフェース又は通信インタフェースを介して他の装置に論理式を出力してもよい。

[0028] 上記の構成によれば、論理式生成装置は、推論スキーマと概念スキーマで定められる推論方式を実現するように、入力情報と背景知識情報について適切な論理表現を自動で生成し、出力する。これにより、入力情報と背景知識情報の論理表現を人手で設計および記述する場合と比べ、論理推論システムの構築に係る人的効率を向上させ、人的工数を削減できるほか、当該作業に要求される知識・スキルを低減することができる。また、知識や情報を論理表現と切り離れた形で保持でき、必要に応じて適切な論理表現の生成を自動で行うことができる。

[0029] <実施形態2>

本開示の第2の実施形態を、図3乃至図4を参照して説明する。図3は、論理式生成装置の構成を説明するための図であり、図4は、論理式生成装置の処理動作を説明するための図である。なお、ここでは、実施形態1にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略することとする。

[0030] 本実施形態における論理式生成装置10は、図3に示すように、実施形態1の構成に加えて、実行部21と額変換部22を備えている。実行部21と逆変換部22との各機能は、演算装置が記憶装置に格納された各機能を実現するためのプログラムを実行することにより実現することができる。

[0031] 実行部21（実行手段）は、上述した変換部14が生成した背景知識情報

および入力情報を論理式に変換した結果を入力として、推論スキーマで指定される論理推論エンジンによる論理推論を実行した結果（推論結果）を得る（ステップS6）。推論結果は、1以上の論理式で表される、背景知識情報および入力情報を論理式に変換した結果を入力とした論理推論エンジンの実行結果である。

[0032] 逆変換部22（逆変換手段）は、上述した計画部13で得られた論理変換プロトコルに基づいて、論理式で表された推論結果を概念スキーマ上の語彙を用いた表現に変換する（ステップS7）。つまり、逆変換部22は、論理変換プロトコルの背景知識情報及び入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールを表す各概念の構成要素と各論理式の引数の対応関係を逆変換に利用して、論理式で表された推論結果を概念スキーマ上の語彙を用いた表現に変換する。例えば、「肺炎（R, John, 2）∧咳（R）∧痰（R）」という論理式は、概念「肺炎」の実体であり、その構成要素は「罹患者＝John, 重症度＝2, 症状＝咳&痰」と逆変換することができる。また、論理式で表された背景知識情報も同様に逆変換され、例えば、「肺炎（r, x1, 3）⇒敗血症（x1）」という論理式は、「肺炎3：\$1⇒敗血症：\$1」つまり、「重症度3の肺炎を患っている罹患者は敗血症になる」といった内容の表現に変換することができる。

[0033] 出力部15は、実施形態1とは異なり、上記逆変換部22で生成した概念スキーマ上の語彙を用いて表現された推論結果を出力する（ステップS8）。出力部15は、一例として、表示パネルに推論結果を表示してもよく、また、図示しない記録媒体に推論結果を格納してもよい。また、出力部18は、一例として、入出力インタフェース又は通信インタフェースを介して他の装置に推論結果を出力してもよい。

[0034] 上記の構成によれば、論理推論装置は、推論スキーマと概念スキーマで定められる推論方式に基づいて、入力情報と背景知識情報について適切な論理表現を自動で生成し、それに対する推論結果を概念スキーマ上の語彙を用いて出力する。これにより、入力情報と背景知識情報の論理表現を手で設計

および記述する場合と比べ、論理推論システムの構築に係る人的効率を向上させることができるほか、論理表現が入出力から隠蔽されることにより、論理推論に関する素養を持たない人材であっても、論理推論システムを構築し、システム出力を解釈することができる。

[0035] <実施形態3>

次に、本開示の第3の実施形態を、図5乃至図6を参照して説明する。図5乃至図6は、実施形態3における論理式生成装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施形態では、上述した実施形態で説明した論理式生成装置の構成の概略を示している。

[0036] まず、図5を参照して、本実施形態における論理式生成装置100のハードウェア構成を説明する。論理式生成装置100は、一般的な情報処理装置にて構成されており、一例として、以下のようなハードウェア構成を装備している。

- ・CPU (Central Processing Unit) 101 (演算装置)

- ・ROM (Read Only Memory) 102 (記憶装置)

- ・RAM (Random Access Memory) 103 (記憶装置)

- ・RAM 103にロードされるプログラム群104

- ・プログラム群104を格納する記憶装置105

- ・情報処理装置外部の記憶媒体110の読み書きを行うドライブ装置106

- ・情報処理装置外部の通信ネットワーク111と接続する通信インターフェース107

- ・データの入出力を行う入出力インターフェース108

- ・各構成要素を接続するバス109

[0037] そして、論理式生成装置100は、プログラム群104をCPU101が取得して当該CPU101が実行することで、図6に示す計画手段121と

変換手段122とを構築して装備することができる。なお、プログラム群104は、例えば、予め記憶装置105やROM102に格納されており、必要に応じてCPU101がRAM103にロードして実行する。また、プログラム群104は、通信ネットワーク111を介してCPU101に供給されてもよいし、予め記憶媒体110に格納されており、ドライブ装置106が該プログラムを読み出してCPU101に供給してもよい。但し、上述した計画手段121と変換手段122とは、かかる手段を実現させるための専用の電子回路で構築されるものであってもよい。

[0038] なお、図5は、論理式生成装置100である情報処理装置のハードウェア構成の一例を示しており、情報処理装置のハードウェア構成は上述した場合に限定されない。例えば、情報処理装置は、ドライブ装置106を有さないなど、上述した構成の一部から構成されてもよい。また、情報処理装置は、上述したCPUの代わりに、GPU (Graphic Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、MPU (Micro Processing Unit)、FPU (Floating point number Processing Unit)、PPU (Physics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit)、量子プロセッサ、マイクロコントローラ、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。

[0039] 上記計画手段121は、推論規則を表す背景知識情報と、推論規則によって推論処理される入力情報と、推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成する。推論スキーマは、どのような論理推論モデルに基づくか、どのような論理推論エンジンを用いるか、などの情報である。概念スキーマは、推論規則および入力情報の構成要素として扱いたい概念の定義であり、その概念の名前や構成要素など、その概念を論理式として表すために必要な情報が

含まれる。そして、計画手段121は、各スキーマ及び各情報が満たす条件に対応する予め設定された変換ルールを適用するなどして論理変換プロトコルを生成する。

[0040] 上記変換手段122は、生成した論理変換プロトコルに基づいて、背景知識情報及び入力情報を論理式に変換する。

[0041] 本開示は、以上のように構成されることにより、論理推論システムの構築及び保守における人的工数を削減することができる。

[0042] なお、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (Random Access Memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0043] 以上、上記実施形態等を参照して本開示を説明したが、本開示は、上述した実施形態に限定されるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示の範囲内で当業者が理解しうる様々な変更をすることができる。また、上述した計画手段121と変換手段122との機能のうちの少なくとも一以上の機能は、ネットワーク上のいかなる場所に設置され接続された情報処理装置で実行されてもよく、つまり、いわゆるクラウドコンピューティングで実行さ

れてもよい。

[0044] <付記>

上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうる。以下、本発明における論理式生成装置、論理式生成方法、プログラムの構成の概略を説明する。但し、本発明は、以下の構成に限定されない。

(付記 1)

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成する計画手段と、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する変換手段と、

を備えた論理式生成装置

(付記 2)

付記 1 に記載の論理式生成装置であって、

前記計画手段は、前記背景知識情報及び前記入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、論理式生成装置。

(付記 3)

付記 2 に記載の論理式生成装置であって、

前記計画手段は、前記背景知識情報、前記入力情報、前記推論スキーマ及び前記概念スキーマが満たす条件に対応する前記変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、

論理式生成装置。

(付記 4)

付記 1 に記載の論理式生成装置であって、

前記背景知識情報及び前記入力情報は、前記概念スキーマにて表される前

記概念に基づいて設定された形式の言語によって記述されている、
論理式生成装置。

(付記 5)

付記 1 に記載の論理式生成装置であって、

前記推論式を推論エンジンの入力として、前記推論スキーマにて表される
前記推論方式に基づく前記推論エンジンにて前記論理式を実行する実行手段
と、

前記論理式の実行により得られた論理式表現の推論結果を、前記論理変換
プロトコルに基づいて前記概念スキーマにて表された前記概念に対応する表
現に変換する逆変換手段と、

を備えた論理式生成装置。

(付記 6)

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入
力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論
処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知
識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生
成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記
入力情報を論理式に変換する、
論理式生成方法。

(付記 7)

付記 6 に記載の論理式生成方法であって、

前記背景知識情報及び前記入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ル
ールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
論理式生成方法。

(付記 8)

付記 7 に記載の論理式生成方法であって、

前記背景知識情報、前記入力情報、前記推論スキーマ及び前記概念スキーマ

マが満たす条件に対応する前記変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
論理式生成方法。

(付記 9)

付記 6 に記載の論理式生成方法であって、
前記背景知識情報及び前記入力情報は、前記概念スキーマにて表される前記概念に基づいて設定された形式の言語によって記述されている、
論理式生成方法。

(付記 10)

付記 6 に記載の論理式生成方法であって、
前記推論式を推論エンジンの入力として、前記推論スキーマにて表される前記推論方式に基づく前記推論エンジンにて前記論理式を実行し、
前記論理式の実行により得られた論理式表現の推論結果を、前記論理変換プロトコルに基づいて前記概念スキーマにて表された前記概念に対応する表現に変換する、
論理式生成方法。

(付記 11)

推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する、
処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータにて読み取り可能な記憶媒体。

符号の説明

[0045] 10 論理式生成装置

- 1 1 スキーマ取得部
- 1 2 情報取得部
- 1 3 計画部
- 1 4 変換部
- 1 5 出力部
- 1 6 推論スキーマ記憶部
- 1 7 概念スキーマ記憶部
- 1 8 背景知識情報記憶部
- 1 9 入力情報記憶部
- 2 1 実行部
- 2 2 逆変換部
- 1 0 0 論理式生成装置
- 1 0 1 CPU
- 1 0 2 ROM
- 1 0 3 RAM
- 1 0 4 プログラム群
- 1 0 5 記憶装置
- 1 0 6 ドライブ装置
- 1 0 7 通信インタフェース
- 1 0 8 入出力インタフェース
- 1 0 9 バス
- 1 1 0 記憶媒体
- 1 1 1 通信ネットワーク
- 1 2 1 計画手段
- 1 2 2 変換手段

請求の範囲

- [請求項1] 推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成する計画手段と、
- 生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する変換手段と、
- を備えた論理式生成装置
- [請求項2] 請求項1に記載の論理式生成装置であって、
- 前記計画手段は、前記背景知識情報及び前記入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
- 論理式生成装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の論理式生成装置であって、
- 前記計画手段は、前記背景知識情報、前記入力情報、前記推論スキーマ及び前記概念スキーマが満たす条件に対応する前記変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
- 論理式生成装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の論理式生成装置であって、
- 前記背景知識情報及び前記入力情報は、前記概念スキーマにて表される前記概念に基づいて設定された形式の言語によって記述されている、
- 論理式生成装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の論理式生成装置であって、
- 前記推論式を推論エンジンの入力として、前記推論スキーマにて表される前記推論方式に基づく前記推論エンジンにて前記論理式を実行する実行手段と、

前記論理式の実行により得られた論理式表現の推論結果を、前記論理変換プロトコルに基づいて前記概念スキーマにて表された前記概念に対応する表現に変換する逆変換手段と、
を備えた論理式生成装置。

[請求項6] 推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する、
論理式生成方法。

[請求項7] 請求項6に記載の論理式生成方法であって、
前記背景知識情報及び前記入力情報の構成要素を論理式に変換する変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
論理式生成方法。

[請求項8] 請求項7に記載の論理式生成方法であって、
前記背景知識情報、前記入力情報、前記推論スキーマ及び前記概念スキーマが満たす条件に対応する前記変換ルールが規定された前記論理変換プロトコルを生成する、
論理式生成方法。

[請求項9] 請求項6に記載の論理式生成方法であって、
前記背景知識情報及び前記入力情報は、前記概念スキーマにて表される前記概念に基づいて設定された形式の言語によって記述されている、
論理式生成方法。

[請求項10] 請求項6に記載の論理式生成方法であって、
前記推論式を推論エンジンの入力として、前記推論スキーマにて表

される前記推論方式に基づく前記推論エンジンにて前記論理式を実行し、

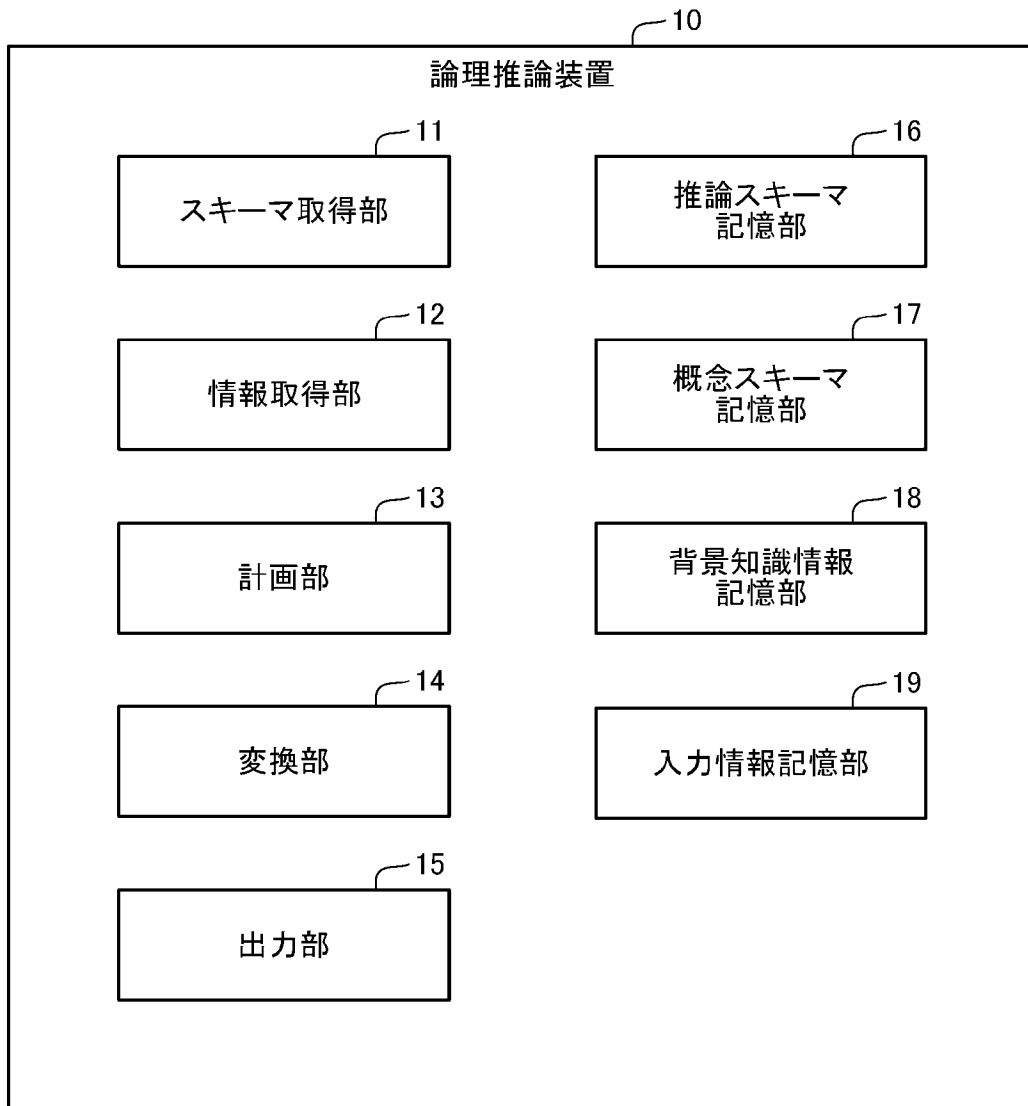
前記論理式の実行により得られた論理式表現の推論結果を、前記論理変換プロトコルに基づいて前記概念スキーマにて表された前記概念に対応する表現に変換する、
論理式生成方法。

[請求項11]

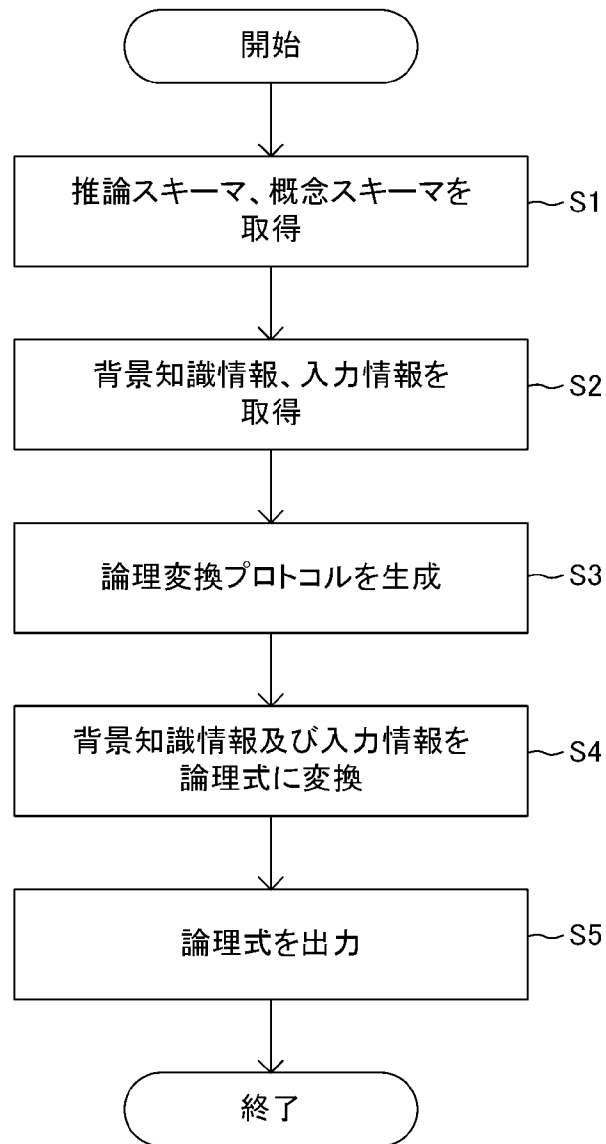
推論規則を表す背景知識情報と、前記推論規則によって推論処理される入力情報と、前記推論処理における推論方式を表す推論スキーマと、前記推論処理において取り扱う概念を表す概念スキーマと、に基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換するための論理変換プロトコルを生成し、

生成した前記論理変換プロトコルに基づいて、前記背景知識情報及び前記入力情報を論理式に変換する、
処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータにて読み取り可能な記憶媒体。

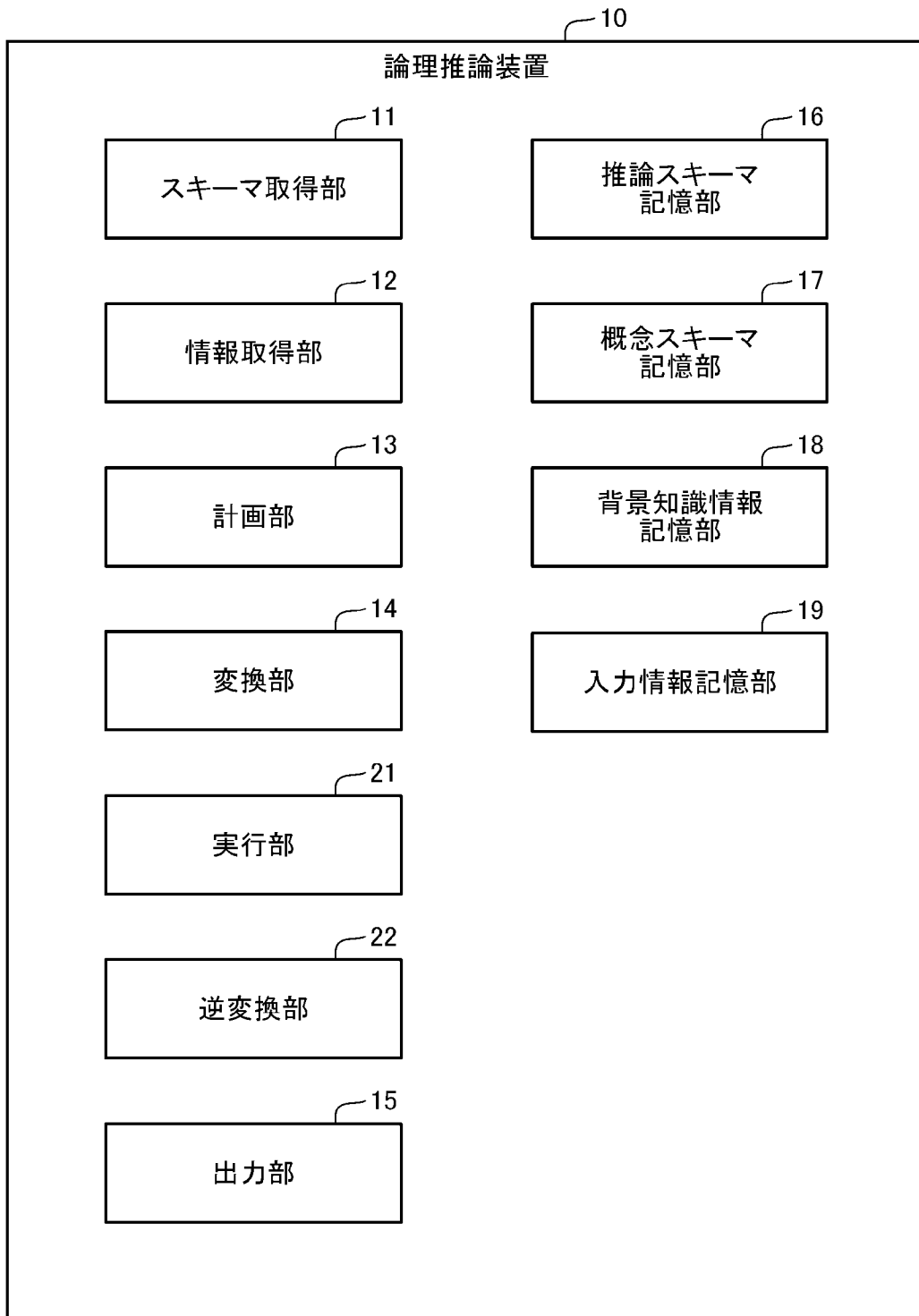
[図1]



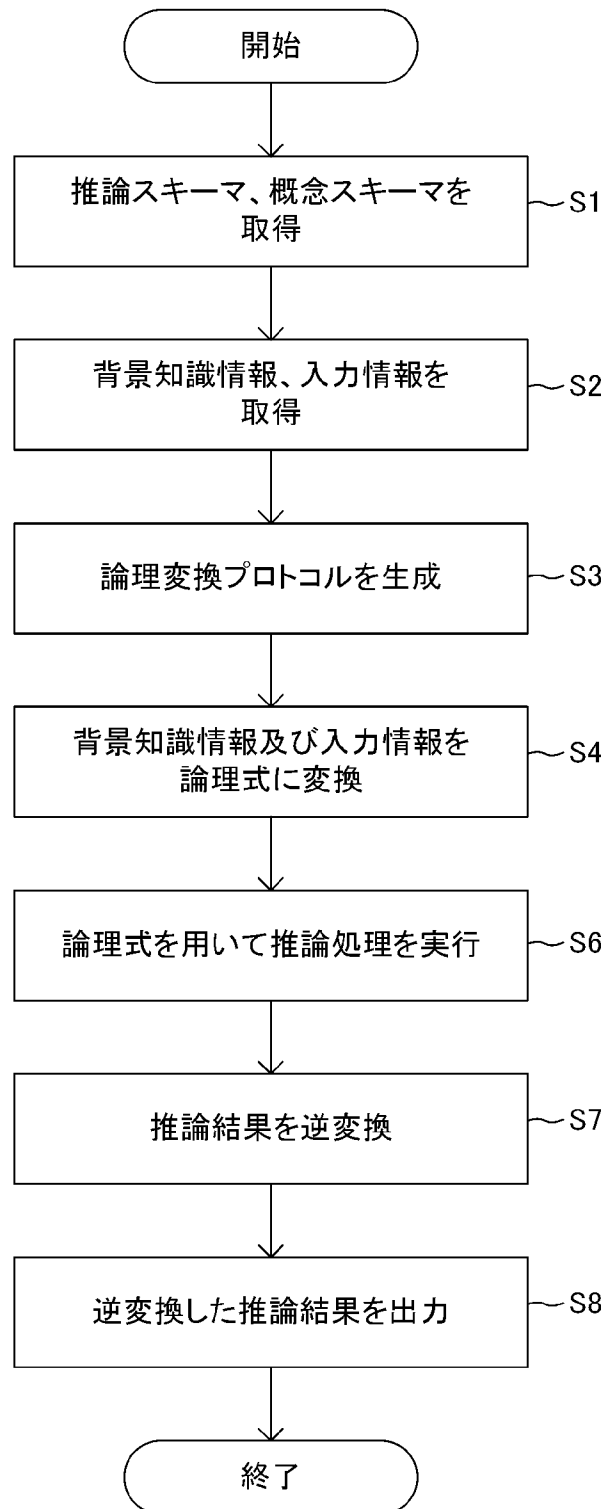
[図2]



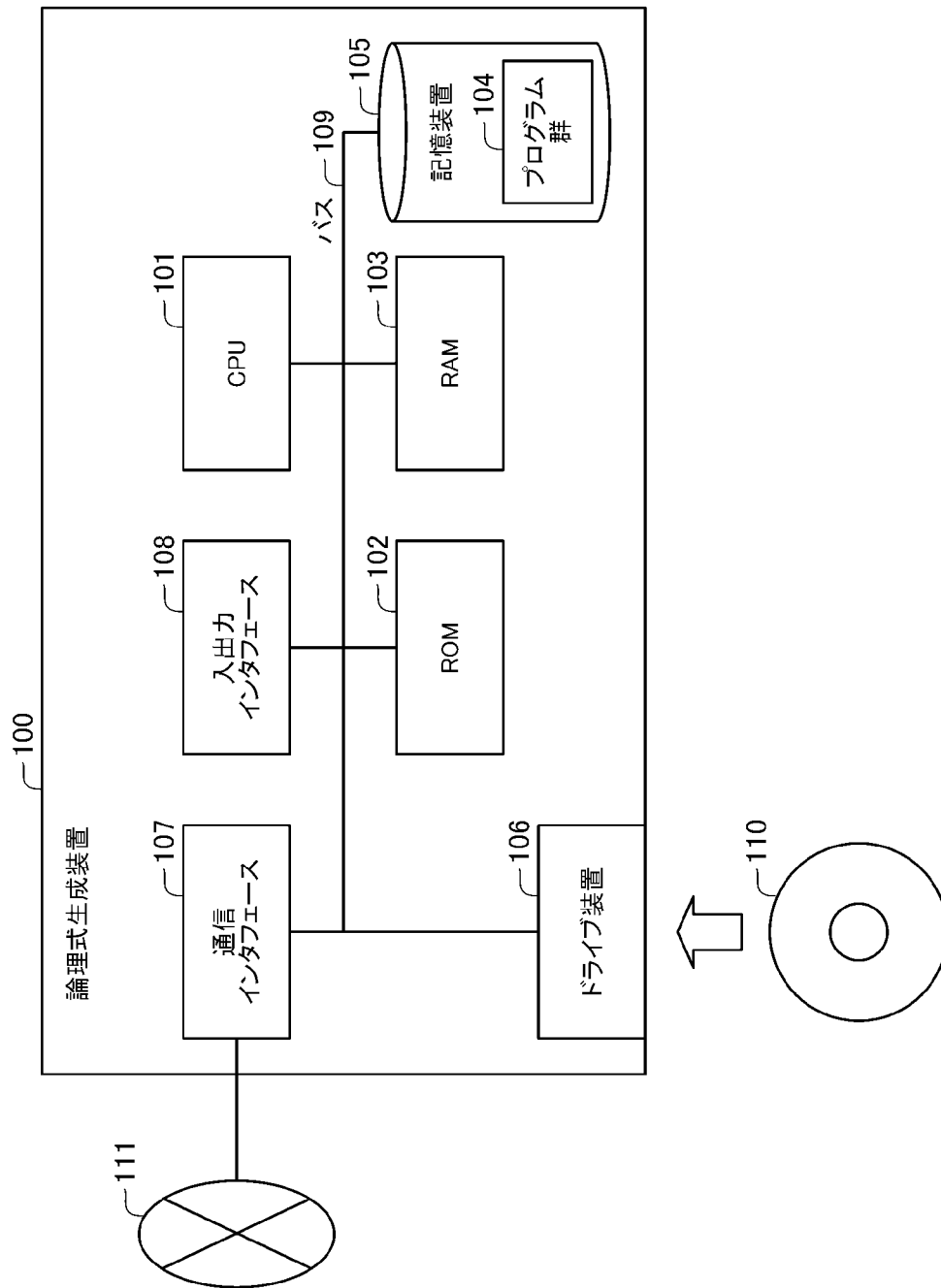
[図3]



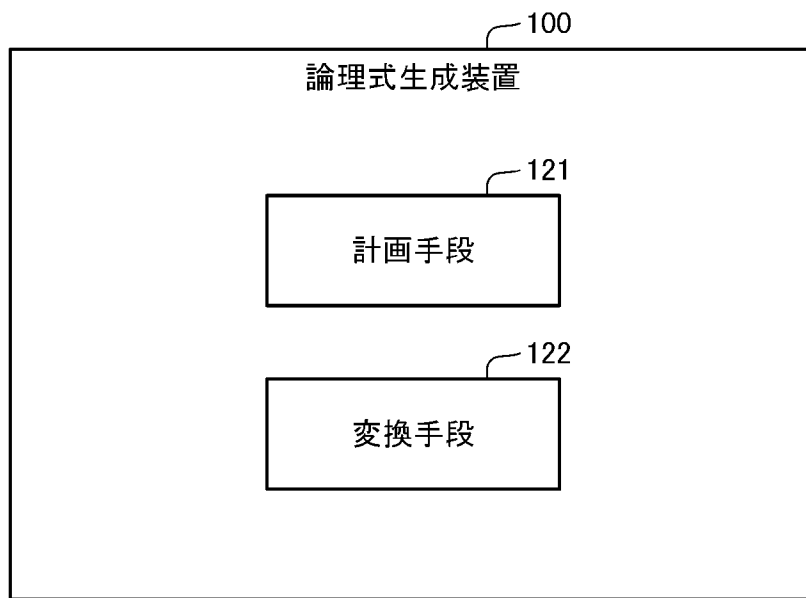
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/027017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G06N 5/04</i> (2006.01)i FI: G06N5/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06N5/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-138749 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>) 27 May 1997 (1997-05-27) entire text, all drawings	1-11
A	JP 5-241837 A (TOSHIBA CORP) 21 September 1993 (1993-09-21) entire text, all drawings	1-11
A	WO 2021/084733 A1 (NEC CORPORATION) 06 May 2021 (2021-05-06) entire text, all drawings	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 27 September 2022		Date of mailing of the international search report 04 October 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/027017

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 9-138749 A	27 May 1997	(Family: none)	
JP 5-241837 A	21 September 1993	(Family: none)	
WO 2021/084733 A1	06 May 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 5/04(2006.01)i FI: G06N5/04		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06N5/04 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-138749 A（日本電信電話株式会社）27.05.1997（1997-05-27） 全文、全図	1-11
A	JP 5-241837 A（株式会社東芝）21.09.1993（1993-09-21） 全文、全図	1-11
A	WO 2021/084733 A1（日本電気株式会社）06.05.2021（2021-05-06） 全文、全図	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	27.09.2022	国際調査報告の発送日 04.10.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 石川 亮 5B 3351 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/027017

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 9-138749 A	27.05.1997	(ファミリーなし)	
JP 5-241837 A	21.09.1993	(ファミリーなし)	
WO 2021/084733 A1	06.05.2021	(ファミリーなし)	