

NonFactoid 型質問文と回答文との意味的關係 に基づく質問応答システム Metis

高山真行[†] 今村泰香^{††}
久保田裕章[†] 原田実^{††}

概要：我々は、2003年から意味グラフベースで質問文と知識文を照合することで回答抽出を行う質問応答システム Metis を開発している。本研究では、Nonfactoid 型質問に対する回答精度向上を行った。本システムは、質問文を問われている内容から3つの型(理由・方法・定義)に分け、質問文と照応する知識文(照応文)を探索し、照応文の近くに存在する回答文を求め、質問文と照応文の類似度と回答文の有望度を元に回答を選択して、表示する。これにより、人手による NICIR-4 QAC において 61% の回答抽出精度を得た。

QA system Metis based on semantic relation between NonFactoid type question sentence and answer sentence

Masayuki Takayama[†] Yasuka Imamura^{††}
Hiroaki Kubota[†] Minoru Harada^{††}

Summary: We are developing Question Answering system Metis since 2003 which does the answer extraction by matching the question sentence with the knowledge sentence over their semantic graphs. Metis divides from the content asked the question sentence into three types (reason, method, and definition), and it searches for the knowledge sentence which matches to the question sentence, extracts the answer sentence which exists near the matched sentence, and finally displays the answer based on the similarity between the matched sentence and the question sentence and the promising degree of the answer sentence. As a result, the answer extraction accuracy of 61% was obtained in NICIR-4 QAC.

[†] 青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース
^{††} 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科

1. はじめに

近年、自然文で書かれた質問文に対して回答を抽出する質問応答システムの研究が盛んに行われている。先行研究では、Web の Q&A サイトの質問と回答事例をコーパスとして用いるシステム^[1]や、名詞句と動詞からなる「行動表現」に着目したシステム^[2]などがある。

原田研究室では、語の意味と語間の深層格を評価できる意味解析を用いれば現在提案されている他システム以上に高精度な質問応答システムが開発できることに着目し、意味解析システム Sage^{[3][4][5]}を用いて意味グラフベースで質問文と知識文を照合し、類似度の高い知識文から回答抽出をする質問応答システム Metis^{[6][7][8][9][10]}を開発している。2006年度には人物、時間といった単語を回答とする Factoid 型質問だけでなく、理由、方法、定義といった文を回答とする NonFactoid 型質問にも対応するため質問形式の拡張を行っている。Metis2006[11]では NICIR[12]の評価型ワークショップに参加したが、プロトタイプであったため回答抽出精度が他システムと比べて中程度のものであった。Metis2007 や Metis2008 では、質問文解析と検索フェーズが中心に改良されてきたが、Factoid 型質問を中心に行っていたため、NonFactoid 型質問の精度は未だ低い。本研究の目的は、NonFactoid 型質問の処理全体を見直し、回答の精度を向上することである。

2. 質問応答システム Metis の概要

Metis は、自然言語で入力された質問文と新聞記事や Web 中の文章(知識文)を Sage で意味グラフに変換し、両グラフの共通部分グラフの大きさと類似度を判定する。最も類似した知識グラフから回答抽出の根拠となるノードや深層格を探し出し、発見した場合は回答として抽出する。例えば、質問文「なぜインドとパキстанは対立しているのか。」が入力され、回答を抽出するまでの処理の流れを図1に示す。システムに質問文が入力されると、意味解析を行った後、質問文解析を行う。この処理では疑問詞を特定し、質問タイプを決定する。次に、質問文から検索エンジンを呼び出すためのキーワードを抽出し知識文検索を行う。そして、得られた知識文と質問文の意味グラフを照合し、グラフ類似度を得る。最も類似度の高い知識文を照応文とする。次に回答抽出規則により照応文もしくはその照応文の周りの文(周辺文)から回答文を抽出し、回答有望度を計算する。最後にグラフ類似度、キーワード類似度、回答有望度を総合した点数により回答文の順位付けを行い表示する。

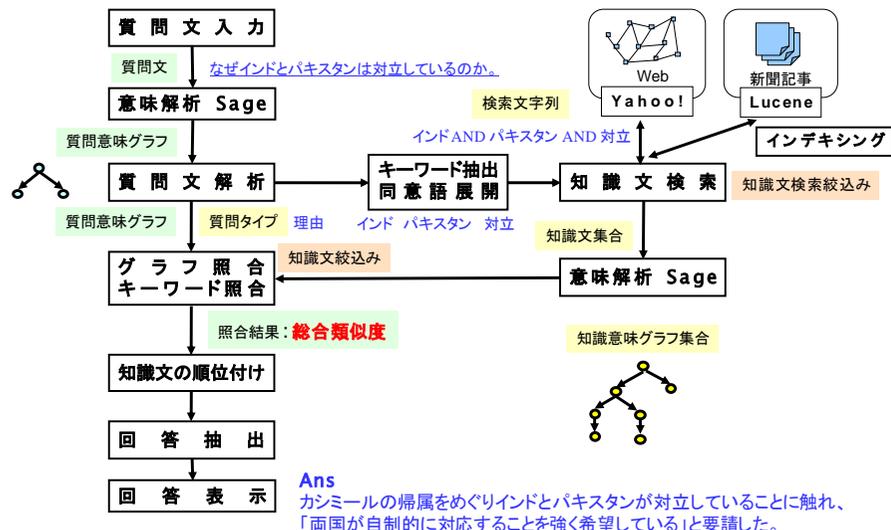


図 1 Metis システム構成図

3. 従来の Metis の問題点

以下に、具体的な 3 つの問題点を挙げる。

- ① NonFactoid 型の質問タイプ判定において、登録されていない疑問詞があった場合や 2 つの質問タイプ条件を満たす疑問詞や表現があった場合、正しく判定できない。
- ② 解を含む文を検索できるが、抽出規則が少なく回答を抽出できない場合がある。
- ③ 質問文と類似度が一番高い照応文としか照合しないので、その周りに正解が存在した場合、抽出できない。

4. 質問タイプ判定における改良

日本語において、疑問詞や疑問を表す表現をすべて網羅するのは困難なので、概念 ID を利用することによって、より多くの表現に対応させた。また、2 つの質問タイプ条件を満たす疑問詞があった場合に対応するため、表 2 に示すように判定条件を細密化した。

表 2 質問タイプ判定ルール

質問タイプ	疑問詞	概念ID詳細(ID 語意)
why型	1f3b0e, 100f27	1f3b0e どうして 100f27 どのような理由でという疑問を表す気持ちであるさま
	(1014db, 3cf234, 3d1b8f, 1ecb6f) + (為、ため、訳、わけ、0e4135, 10e038, 3ce752, 3ce8af, 3cf780)	1014db どのような
		3cf234 不特定の物事の何か
		3d1b8f いずれの
		1ecb6f 何のための
		0e4135 ある物事がそのようになった事情
definitionの①②の表現があり、文中に(訳、わけ、為、ため、0e4135, 10e038, 3ce752, 3ce8af, 3cf780)を含む	10e038 結果や結論に至る事情	
	3ce752 成し遂げようとして目ざす事柄	
	3ce8af 物事の原因である事柄	
	3cf780 ある物事に背後から影響を与えている勢力や事情や環境	
	how型	(1014db, 3d04f9) + (動詞節、する、やる、～する、～やる)
(どう～、1014db, 3d04f9) + (方法、手段、経緯、メカニズム、3bbe28, 3d0201)		3d04f9 内容としてどのように
definitionの①②の表現があり、文中に(方法、手段、3bbe28, 3d0201)を含む		3bbe28 方法
どうする		3d0201 ある事を実現する手段となる行動
definition型	(～とは、～って) + 疑問属性をもつノード	1014db どのような
	(1014db, 3d04f9) を含み 文末が動詞節	3d04f9 内容としてどのように
	(1014db, 3d04f9) + 定義	
Yes/No型	上記のどの疑問詞タイプにも該当せず、文末が「～か?」である	

5. 回答抽出における改良

回答抽出における改良を以下に述べる。

5.1 主題ノードの選定方法の改良

ここでの主題とは、回答抽出の手掛かりとなる質問文中の重要な語句であり、主語とは異なるものを指す。そして、照応文もしくはその周りの周辺文の中で主題ノードと対応する語句を主知識ノード、主知識ノードと結ばれる各々の規則の根拠となるノードを根拠ノードと呼ぶ。

5.1.1 理由, 方法の主題選定方法

① 述語を主題とする.

例 1: なぜインドとパキスタンは**対立している**のか.

② ただし, 述語が検索に有効でない場合は疑問詞や疑問を表す表現の前の語を主題とする.

例 2: インドとパキスタンは**対立している**理由は何ですか.

5.1.2 定義の主題選定方法

① 主語の上位概念の語を主題とする.

例 3: スケルトンとはどのような**競技**ですか.

② 上位概念を表す語をもたない場合は, 主題を定めない.

例 4: スケルトンとは何ですか?

具体的な選定方法を以下の表 3 に示す.

表 3 主題ノードの選定方法

質問タイプ	表現	主題
why	1 動詞節、動名詞節 + (理由、原因、目的)	動詞節、動名詞節
	2 (～のは) + (どうして、なぜ、何故、なんで)	～
	3 1,2に該当しない場合	文末
how	1 動詞節 + (方法)	動詞節
	2 1に該当しない場合	文末
definition	1 (どんな、どういう、どのような、どういった) + ～(※もの、こと以外)	～
	2 1に該当しない場合	なし

5.2 回答抽出規則の追加

従来の回答抽出規則だけでは対応できない表現があるので, 質問タイプごとに規則を追加した. また照合範囲も質問文と最も類似度が高い文 (照応文) だけでなく, その周りの文も対象とするように拡張した.

5.2.1 WHY 型の抽出規則

5.2.1.1. 理由を表す深層格を持つ場合(cause-deep-case)

照応文では, グラフの類似度やキーワードの類似度も高いので質問文の内容に関する記述がある可能性が高い. 一方, 周りの文では正解を含む可能性もあるが, 類似度は照応文と比べて低いので, ほとんどの場合正解を含まない. よって, 周りの文では, 照応文より回答を抽出する条件を厳しくして誤りを排除する必要がある.

① 照応文での処理

主題ノードと対応する主知識ノードから, 「cause», 「condition», 「purpose», 「scene」 「location», 「sequence», 「reason」という理由を表現する深層格で結ばれている根拠ノードがあった場合, 照応文を回答文とする.

② 照応文の周りの文での処理

周辺文が主題ノードと類似度が閾値以上の主知識ノードを持つ場合, この主知識ノードから, 「cause», 「condition», 「purpose», 「scene」という理由を表現する深層格で結ばれている根拠ノードがあった場合, この周辺文を回答文とする. 例を図 3 に示す.

質問文: 9 8 年 1 月に日本が漁業協定を終了すると韓国に通告したのはなぜですか.
照応文: 交渉がこう着状態になったことから, 日本は今年 1 月 2 3 日に現行協定の終了を通告, 1 年後の協定失効をにらみながら交渉を続けた.

この質問文の主題ノードは主述語である「通告した」である. そして, 照応文の主知識ノードである「通告」より, 「cause」格で結ばれている根拠ノードが存在するので, この照応文を回答として抽出する.

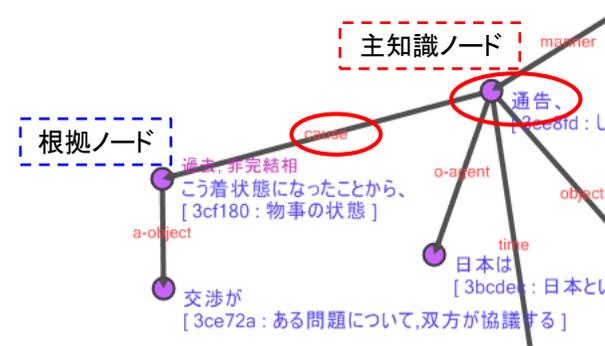


図 3 理由を表す深層格を持つ場合

5.2.1.2. 理由を補足する文がある場合(cause-supplementation)

理由を表現する「ため」の主辞にもち文節品詞が断定節であるノードから「modifier」という深層格で結ばれているノードがあった場合, 「ため」を持つノードを根とする部分木を回答として抽出する. もしくは, 理由を表現する「ため」を副主辞に持ち文節品詞が動名詞節であるノードから「modifier」格で結ばれているノードがあった場合, 「ため」を持つノードを根とする部分木を回答として抽出する. 図 4 に, 例を示す.

質問文：NPO法が出来ても法人化されていないNPOが多く存在しているのはどうしてですか。

照応文：団体の関心は高いが、当面、申請を見送ったり様子見の団体が多いのは「税金面で優遇措置がない」「申請するため必要な団体の定款づくりに時間がかかる」などネックが多いためらしい。

この場合、照応文に「ためらしい」という、主辞が「ため」で文節品詞が断定節であるノードがあり、そのノードから「modifier」格で結ばれている、「多い」というノードが存在する。よって、「ため」をもつノードを根として、「税金面で優遇措置がない」「申請するため必要な団体の定款づくりに時間がかかる」などネックが多いため」が回答として抽出される。

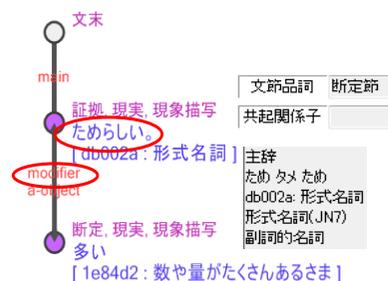


図4 理由を補足する文がある場合

5.2.1.3. 理由が宣言され主題が一致している場合 (cause-declaration1)

理由を示す語「理由」、「原因」、「目的」、「利点」、「欠点」、「メリット」、「デメリット」、「背景」、「きっかけ」などを持つノードから modifier 格と結ばれるノードがあり、なおかつ main ノードに属性「断定」があった場合、照応文全てを抽出する。例を図5示す。

質問文：イスラム原理主義台頭の背景には何がありますか。

照応文：原理主義の台頭の背景には、欧米型の近代化と生活様式の浸透でイスラムの宗教的、文化的なアイデンティティ、つまり主体性が失われることへの危機感があります。

この場合、質問文の主題ノードは「背景」の修飾節の「台頭の」である。知識文には、「背景には」というノードがあり、「modifier」格で結ばれ質問文の主題ノードと一致する主知識ノード「台頭の」をもち、main ノードの「あります。」は属性「断定」を持つので、「原理主義の台頭の背景には、欧米型の近代化と生活様式の浸透でイスラ

ムの宗教的、文化的なアイデンティティ、つまり主体性が失われることへの危機感があります。」が回答として抽出される。

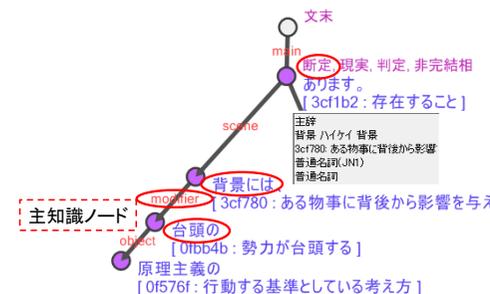


図5 理由が宣言され主題が一致している場合

5.2.2 HOW 型の抽出規則

5.2.2.1. 方法を表す深層格をもつ場合(method-deep-case)

主知識ノードと「implement」、「sequence」、「condition」、「manner」、「scene」という手段や方法を表現する深層格で結ばれているノードが存在すれば、そのノードを根とした部分木を回答として抽出する。図6に、方法を表す深層格をもつ場合の例を示す。

質問文：ダイオキシンはどのようにして発生しますか。

知識文：ダイオキシンは消しゴムやホースなどに含まれるポリ塩化ビニール（塩ビ）など、有機塩素化合物を300度～400度の低温で燃やすと発生する。

この場合、質問文の主題ノードは主述語である「発生しますか。」である。知識文中の「発生する。」が主題ノードと一致し、そのノードから「condition」格で結ばれている「燃やすと」が存在する。よって、そのノードを根として、「ダイオキシンは消しゴムやホースなどに含まれるポリ塩化ビニール（塩ビ）など、有機塩素化合物を300度～400度の低温で燃やすと発生する。」が回答として抽出される。

5.2.2.2. 次文が方法を表す場合 (method-follows)

方法を問う質問の答えには、「～は次のように行う。」のように方法の内容を次の文に記述する形がある。そこで、「次の」、「次に」、「以下」を含むノードがあり、なおかつ主知識ノードを持つ場合、次の文以降関連する内容が続く限り文を抽出する。抽出範囲は、次の文以降が、質問文の主語とノード類似度が閾値以上のノードを含めば関連する内容と判定する。そして、質問文の主語と類似するノードを含むかどうかの判定を繰り返し、類似するノードを持たない文までを抽出範囲とする。図7に次文が方法を表す場合の例を示す。



図 6 方法を表す深層格をもつ場合

質問文：臓器移植法ではどのように脳死判定作業は進められますか。

知識分：臓器移植法が定める脳死判定作業は次のように進められる。脳死での臓器提供意思を持つ患者が、厚生省の臓器提供施設に指定された病院に入院し、脳死状態になった場合、家族から脳死判定と臓器移植の承諾書を得たコーディネーターは主治医を通じて病院内で選定された医師による脳死判定を依頼する。家族が希望すれば、判定に立ち合わせる。

この場合、知識文に「次のように」というードを持ち、かつ主知識ノード「進められる」を含むので、次の文「脳死での～」から抽出対象とし、さらに次の文「家族が～」では、質問文の主語を含まないのでこの文までを抽出範囲とする。よって、「脳死での臓器提供意思を持つ患者が、厚生省の臓器提供施設に指定された病院に入院し、脳死状態になった場合、家族から脳死判定と臓器移植の承諾書を得たコーディネーターは主治医を通じて病院内で選定された医師による脳死判定を依頼する。家族が希望すれば、判定に立ち合わせる。」が回答として抽出される。



図 7 次文が方法を表す場合

5.2.3 DEF 型の抽出規則

5.2.3.1. 定義を表す深層格 a-object を持つ場合(definition-deep-case1)

質問文の主語とノード類似度が閾値以上で対応する知識文中のノードに深層格 a-object が存在している場合、その深層格の先のノードを根拠ノードとし、回答を抽出する。例を図 8 に示す。

質問文：排他的経済水域とは何ですか。

照応文：1977年に、いわゆる海洋2法（領海法、漁業水域に関する暫定措置法）が施行されたことに伴い、沿岸から200カイリ（360キロ）の漁業専管水域として設定したのが排他的経済水域。

この場合、質問文の主語「排他的経済水域とは」と対応するノード「排他的経済水域。」からノード「設定したのが」が a-object 格で結ばれているため、これを根拠ノードとして回答を抽出できる。

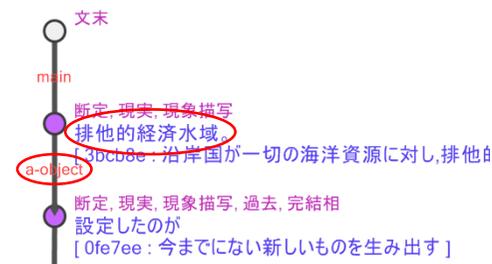


図 8 定義を示す深層格 a-object を持つ場合

5.2.3.2. 定義を表す深層格 modifier を持つ場合(definition-deep-case2)

知識文に質問文の主語と閾値以上のノード類似度で対応するノードが存在し、かつ質問文の主題と対応する主知識ノードに深層格 modifier が存在する場合、その深層格の先のノードを根拠ノードとしてこの部分木を回答として抽出する。例を図 9 に示す。

質問文：臨界とはどのような状態のことですか。

知識分：核分裂で発生する中性子の数と吸収や漏れで失われる中性子の数が等しい状態を臨界。

この場合、質問文の主語「臨界」を含んでおり、かつ質問文の主題「状態」と対応する主知識ノード「状態を」からノード「等しい」が modifier 格で結ばれているため、これを根拠ノードとして回答を抽出できる。



図9 定義を表す深層格 modifier を持つ場合

5.2.3.3. 定義が宣言されている場合(definition-declaration)

質問文の主語と類似する知識文中のノードの共起関係詞が「とは」の場合、その知識文は答えに関して記述している可能性が高いとして回答を抽出する。ただし、知識文の main ノードが属性「断定」を含む場合と含まない場合で回答抽出箇所が異なる。「断定」を含む場合はその知識文中に答えが示されているため、その知識文を回答として抽出する。例を図10に示す。

質問文：心神喪失とはどのような状態のことですか。

知識分：心神喪失とは精神の障害のため、責任能力がない状態を指す。

この場合、質問文中の主語「心神喪失とは」と対応する知識文中のノード「心神喪失とは」が存在し、かつ知識文の main ノード「指す。」が属性「断定」を含んでいるため、この知識文を回答として抽出できる。また、「断定」を含まない場合はその知識文中に答えがない可能性が高いため、次の一文を回答として抽出する。例を図11に示す。

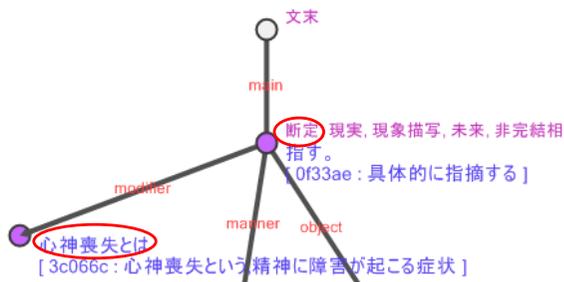


図10 定義を表す表現をもつ場合(断定あり)

質問文：スポット傍受とはどういったものですか。

知識文：Q.スポット傍受とはどういうものですか。

A. 犯罪に関係ある会話かどうか判断する「試し聴き」です。

この場合、質問文の主語「スポット傍受とは」に対応する知識文中のノード「スポット傍受とは」は存在するが、知識文の main ノード「ものですか。」には属性「断定」が含まれていないため、次の一文「A.犯罪に関係ある・・・」を回答として抽出する。

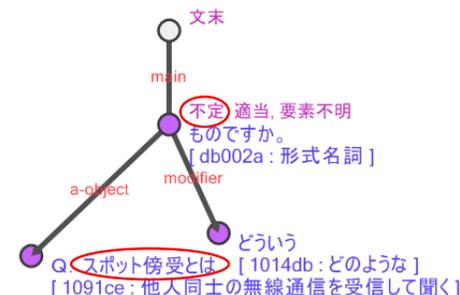


図11 定義を示す表現をもつ場合(断定なし)

5.3 回答の順位付け

先述した規則の一覧を表4に示す。これらの規則は正解を抽出する可能性が高いので、回答有望度として、回答の正当性を判断する評価値とする。この評価値を従来の総合類似度である、質問文と照応文のグラフ類似度とキーワード類似度の和に加える。そして、回答有望度を加えた新しい総合類似度の高い順に解を表示する。尚、回答抽出規則が照応文に適合する場合は表4に示すパターン別スコアをそのまま加点する。照応文から離れている場合は以下の減算式を用いたスコアを加点する。

$$\text{減算式: パターン別スコア} \times e^{-\frac{\text{照応文からの距離}}{\text{パラメータ}a}}$$

表4 回答有望度評価方法

6. 評価実験結果

NTCIRでのテストコレクション QAC (NonFactoid が 100 問) を用いて毎日新聞記事 1998 年から 2002 年までの 4 年分を知識源として実験を行った結果を表6に示す。評価実験の結果、2006 年度の Metis と比べて回答抽出の精度が 19.0% から 61.0% へ大幅に向上した

質問タイプ	回答パターン	回答有望度	
		パターン別スコア	主語を含む
why	理由を表す深層格を持つ場合	10	5
	理由を補足する文がある場合	5	5
	理由が宣言されている場合	5	5
	理由を表す文間深層格で接続する文がある場合	15	5
how	方法を表す深層格を持つ場合	5	5
	次文が方法を表す場合	10	5
	方法を表す文が列挙されている場合	5	5
definition	定義を表す深層格を持つ場合	5	5
	定義が宣言されている場合	10	5
	定義を表す文が列挙されている場合	5	5

表5 NTCIR-4 QAC の回答抽出制度

	検索	正解		正解抽出精度		回答精度
		1位	5位まで	1位	5位まで	
Metis2006	62/100	15	19	17.2% (5/87)	21.8% (21/87)	19.0% (21/100)
Metis2009	98/100	25	61	25.5% (25/98)	62.2% (61/98)	61.0% (61/100)

7. 結論

質問型判定精度の向上, および回答抽出項目の改善により大幅に回答抽出精度を向上させることが出来た. 特に, 回答らしさである回答有望度を順位付けの尺度に加えた効果は大きかった.

8. 参考文献

- [1]佐藤充, 石下円香, 森辰則.: Web 文書を情報源とする non-factoid 型質問応答 情報処理学会第 70 回全国大会, pp. 5--205--5--206. 情報処理学会, (2008).
- [2]三原英理, 藤井敦, 石川徹也: 行動表現に着目したヘルプデスク指向の質問応答. 言語処理学会第 11 回年次大会発表論文集, pp.1096-1099, Mar. 2005
- [3]原田実, 尾見孝一郎, 岩田隆志, 水野高宏: 日本語文章からの意味フレー

ム自動生成システム SAGE(Semantic frame Automatic GEnerator)の開発研究, 人工知能学会第 13 回全国大会論文集, pp. 213-216 (1999).

[4]原田実, 水野高宏: EDR を用いた日本語意味解析システム SAGE, 人工知能学会論文誌, Vol.16, No.1, pp.85-93 (2001.1).

[5]原田実, 田淵和幸, 大野博之: 日本語意味解析システム SAGE の高速化・高精度化とコーパスによる精度評価, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.9, pp.2894-2902(2002.9).

[6]加藤裕平, 古川勇人, 蒲生健輝, 韓東力, 原田実: "WEB 検索による知識文の獲得と意味グラフ照合推論による質問応答システム Metis", 情報処理学会第 67 回全国大会論文集, 1G-06, 第 2 分冊, pp.11-12 (2005.3).

[7]Minoru Harada, Yuhei Kato, Kazuaki Takehara, Masatsuna Kawamata, Kazunori Sugimura, and Junichi Kawaguchi: "QA System Metis Based on Semantic Graph Matching", Proc. of the 6th International Conference on NII Test Collection for IR Systems(NTCIR6), Tokyo, Japan, pp.448-459, (2007.5).

[8]久保田裕章, 平塚飛将, 吉川ひかる, 松田源立, 原田実: "質問応答システム Metis の回答精度向上-検索フェーズの改良を中心として-", 言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, A5-5, pp. 1017-1020 (2008.3).

[9]西岡晋太郎, 久保田裕章, 坂東晃文, 原田実: "意味グラフ照合による質問応答システム Metis の回答精度向上 - 質問文解析フェーズと検索フェーズの改良を中心として -", 情報処理学会研究報告, Vol.2009-NL-191 No.16, pp. 1-8, (2009.5).

[10] 竹原一彰, 安部建助, 安田智成, 韓東力, 原田実: "質問応答のための質問文と知識文の間の意味ベースでの精密な照合方式", 情報処理学会第 66 回全国大会論文集, 6U-03, 第 2 分冊, pp.173-174 (2004.3).

[11]Dongli HAN, Yuhei KATO, Kazuaki TAKEHARA, Tetsuya YAMAMOTO, Kazunori SUGIMURA, and Minoru HARADA: "QA System metis based on web searching and semantic graph matching", Proc. of the 4th International Conference on Intelligent Information Processing, Adelaide, Australia, pp.123-133, (2006).

[12]NTCIR : <http://research.nii.ac.jp/ntcir/>