

## 自動応答生成システム Angel

永富郁洋<sup>†</sup> 本多宏行<sup>††</sup> 加藤南海<sup>††</sup> 原田実<sup>††</sup>

コールセンターには、日々多くの問い合わせが寄せられる。その問い合わせの中には似たような問い合わせも存在する。同じような問い合わせに対する効率的な対処法として、コールセンターのカスタマの問い合わせに類似した応答例からオペレータの回答を生成するというを目的としたシステム Angel(Answer generation line)の開発を行った。Angel は意味解析システム SAGE を使ってカスタマの発話を意味解析し、その結果の文節のモダリティを基に意思分析を行うことで、本質的な問い合わせの内容を持つ要求文を同定する。次に、同定した要求文からキーワードを抽出し、あらかじめ作成した QA データベースからそのキーワードを含んでいる QA 事例を検索する。そして、検索した QA 事例と要求文をグラフ照合し、グラフ類似度が一番高い QA 事例から応答を出力することでオペレータ支援する。

## Auto answer generation system Angel

Ikuhiro Nagatomi<sup>†</sup> Hiroyuki Honda<sup>††</sup> Nami Kato<sup>††</sup>  
Minoru Harada<sup>††</sup>

There are many inquiries in call centers every day. Some of them have similar contents. In this case, the operator has to say the similar things many times. To solve this problem, we developed the Angel (Answer generation line) that aims to generate the operator's answer from the past operator response to the similar inquiry. Firstly, Angel performs a semantic analysis for a customer's utterance by using SAGE, and chooses the demand sentences having the essential contents of the inquiries by analyzing the intention based on the modality of words. After that, it extracts keywords from demand sentences, and searches the past inquiries which contain those keywords from Q&A database. Finally, it performs graph matching between the demand sentence and the retrieved Q&A examples, and outputs the answer part of Q&A example having the highest similarity.

<sup>†</sup> 青山学院大学大学院理工学研究科

<sup>††</sup> 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科

## 1. 序論

### 1.1. はじめに

近年、計算機との応答対話システムというものが一般的になりつつある。銀行の ATM や自動販売機などは一種の応答対話システムである。また、人間オペレータに対する電話によるホテル予約なども応答対話システムと考えることが出来る。このような様々なシステムには応答対話システムが必要と考えられる。

先行研究では、応答対話システムの先駆けである ELIZA[1] や京大の質問応答技術を利用した観光案内システム[2] などがある。他にも、北海道大学の山田らの述語項構造解析を用いて、検索対象の細分化を行うことで Web 上の Q&A コンテンツや判例検索に対して自然文で検索を行うシステム[3] や、首都大学の為廣らのヘルプシステムをより操作しやすくするためにキャラクターを用いて口語による索引を可能にすることにより会話感覚で検索を行うツール[4] などがある。このように応答対話システムを用いることは、一

度に大量の要求をシステムに与えるのではなく、利用者の本質的な要求に対してシステムと利用者で対話的に問題点を推論することで、解決策を絞り込めることや、初心者にも使いやすいという利点がある。原田研究室でも物語をもとに応答生成を行うシステム EVE[5] や、話者の意図理解に基づく対話応答システム Hermes[6] などがある。

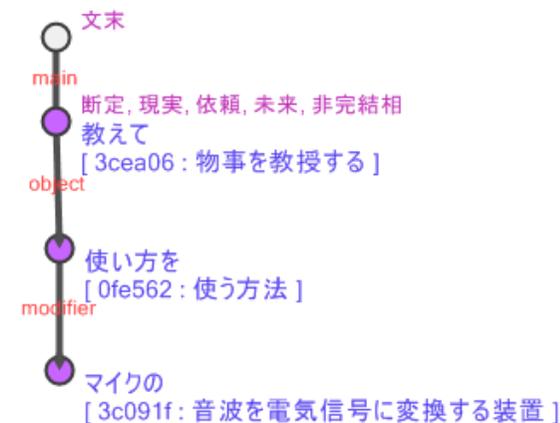


図 1 SAGE の意味解析結果を示す意味グラフ

原田研究室では、応答対話の基礎技術として「意味解析」に関する研究を行ってきた。意味解析とは、一般の文を語意や語間関係を保持する形式に変換するもので、意味を基本に自然語文を機械処理できるようにするための研究である。

原田研究室の意味解析システム SAGE[7]は日本語を文節（それを構成する形態素）ごとにそれらの意味や品詞や深層格（文節間の役割関係）などを保持したリストの集合として表現する。これは、文節を頂点、係り受け関係にある文節間の深層格を辺と考えると、図 1 のような意味グラフとして表現される。語意には EDR 辞書[8]の約 40 万個の概念 ID を採用している。現状の精度は、語意 96%、深層格 93% である。

我々はこの意味解析システム SAGE を用いて問題点に対し対話的に推論を行っていき回答を選出するシステムの構築を目指している。

### 1.2. コールセンター支援

企業には、毎日膨大な量の問い合わせの電話がかかってくる。問い合わせ内容を記録していくために対応した人が手書きでまとめていくのは大変な手間である。また、音声認識システムを用いて書き起こした応答対話文章は冗長である。

音声認識結果をそのまま応用するのは、不要語が多数あり解析しにくいので、応答要約の重要性が増している。このため、原田研究室では、応答要約システム Abisys[9] や応答対話プルーニングシステム PreAbs[9]を使って、自然な要約文を生成する研究を行っているが、さらに進んで応答支援も期待されていた。

### 1.3. 研究目的

企業によせられる多くの問い合わせの中には似たような問い合わせが数多く存在する。同じような問い合わせがあるのであれば、より効率的な対処法があるはずである。そこで、本研究ではコールセンターでの対話を知識文として、カスタマの問い合わせに類似した応答例からオペレータの回答を生成するオペレータ支援を行うシステムの開発を目的とする。

## 2. 自動応答生成システム Angel の構成

### 2.1. システム全体の概要

自動応答生成システム Angel における処理の流れを図 2-1 エラー! 参照元が見つかりません。に示す。コールセンターの対話文の中にはカスタマの本質的な問い合わせや苦情などを表した要求文が存在し、その要求文に対してオペレータの回答を自動生成するのが本研究である。カスタマの要求文を同定するために、原田研究室のテキストマイニングシステム STM[10]で開発した意思分析機能を利用する。同定された要求文と最も類似した問い合わせを持つ QA 事例から推奨回答と生成する。

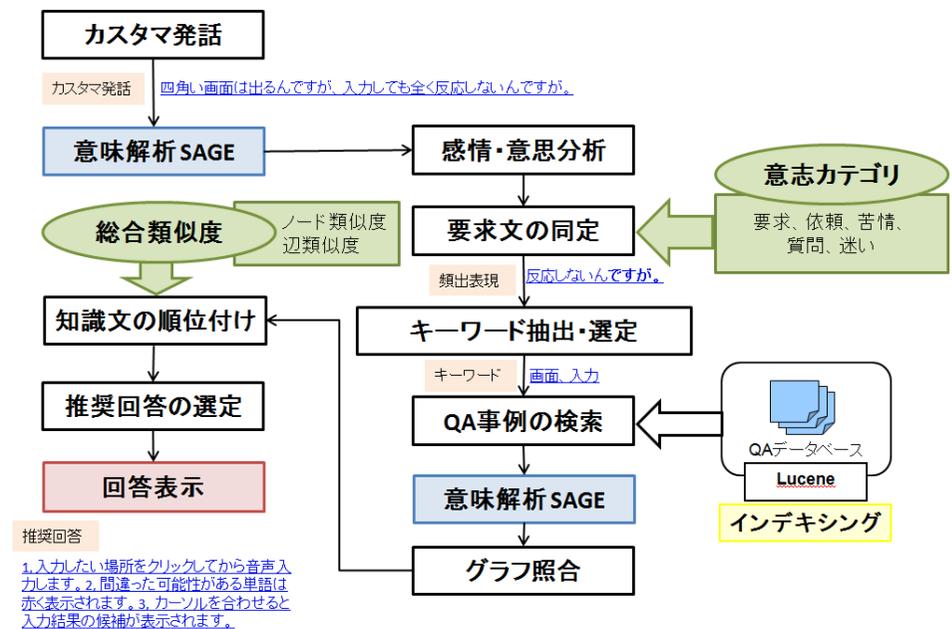


図 2-1 Angel の処理の流れ

## 2.2. 要求文の同定

要求文とはカスタマが質問や苦情などを述べているカスタマの本質的な要求を表す文のことを指す。例えば「専用マイクの使い方がわからないのですが・・・」というようなカスタマの質問などが要求文となる。カスタマとオペレータの対話中にはカスタマが聞きたいこと、訴えたいことを述べる部分が存在し、オペレータはそれを汲み取って適切な応答を提示している。カスタマの要求文は質問文となる場合や、「困っている」、「わからない」などの苦情の表現を含むことが多い。要求文は問い合わせ 1 案件につき、平均 2 文くらい存在する。しかし、対話の中にはあまり重要ではない部分も存在する。本システムではこのような対話の中からカスタマの要求を機械的に抜き出す処理を行うようにした。

### 2.2.1. 意思分析による要求文の同定

Angel では要求文の同定に原田研究室のテキストマイニングシステム STM の感情・意思分析のカーネルを利用する。分析を行う対話文に対し、意味解析システム SAGE を利用することで自由記述文を意味解析し、分析に利用する。SAGE での意味解析時にそれぞれの文節に対しモダリティが付与される。

文は「命題」と呼ばれる客観的な事柄を表す領域と、「モダリティ」と呼ばれる話し手の命題に対する主観的認識や発話態度を表す領域から構成されており、モダリティは命題述部の語尾に現れる。例えば、「今日は、雨が降るらしい。」といった文では「今日は、雨が降る」の部分が命題に、「らしい」の部分がモダリティとなる。SAGE によるこれらのモダリティがカスタマの意思を表していると考え、要求の強さや質問との区別などの観点から、表 2-1 に示すようにモダリティに基づいて、文に現れる意思を 5 つの意思カテゴリ{ 要求・ 依頼・ 苦情・ 質問・ 迷い}に分類した。分類について書いてある。例えば、「マイクの使い方を教えてほしい」のモダリティは「他者への希望」なので、この文は依頼の意思カテゴリに分類されることになる。これら 5 つの意思カテゴリに分類された文は要求文として同定する。

表 2-1 意思カテゴリの分類表

	意思カテゴリ	SAGE モダリティ	事例
意思 カテ ゴリ	要求	命令	しろ
		非容認	ではだめだ、たらだめだ
		願望	しろ
	依頼	依頼	してくれ、してください、してちょうだい
		他者への希望	してほしい、していただきたい、してもらいたい
	苦情	禁止	するな
		依頼的な禁止	してくれるな、しないでください、しないでくれ
		(good,neutral表現+) 困難	しにくい、しがたい、しづらい、しかなる、楽しみにくい
	質問	(bad, neutral表現+) 過度	すぎる(すぎ)、悪すぎる、遠すぎる
		命題の成立が不明	か、?
		聞き手の希望の問い掛け	したいの?、してほしいの?
		構成要素に不明な部分	文中に不足の要素があり疑問形
		不定判断	か、かしら
	迷い	疑いの文	かしら、かな、だろうか
		「質問」に分類された中から語尾が「かな」「かね」「かと」「かしら」で終わるもの	かな、かね、かしら

### 2.2.2. カスタマの頻出表現による要求文の同定

意思分析で要求文と判定されなかった文でも、特定の表現があれば要求文と判定する。例えば、「マイクの電源がつかないのですが・・・」といった文の文末の「のですが」は、要求を丁寧を表す時に用いられるので、文中に「のですが」、「わからない」などの表現を含む場合には要求文と同定するようにする。

### 2.3. 要求文と類似する QA 事例の検索

Angel は事前に作成しておいた QA 事例のデータベースから質問部分が最も類似した QA 事例を検索し、その QA 事例の回答部をオペレータ推奨回答として出力する。QA 事例の検索には原田研究室の質問応答システム Metis[11]で開発した質問応答エンジンを用いる。この Metis の現在の精度は、NTCIR の質問応答タスクにおいて、Non-Factoid 型質問で 60%、Factoid 型質問で 77%である。

### 2.3.1. QA 事例

本研究では、事例として、音声認識システム AmiVoice (株式会社アドバンストメディア) [12]に対するコールセンター支援を考える。このため、AmiVoice の応答対話データやホームページ上の Q&A 集、付属のヘルプ集を基に QA 事例を約 150 件集めて、Lucene[13]で名詞を中心にインデクス化して、QA データベースとした。

なお、応答対話データや Q&A 集、ヘルプ集の回答部をそのまま回答文として出力してしまうと、意味の分かりづらい文章表現になることがあるので、QA 事例の回答部に以下の 3 点の修正を行った。

1. 「この」や「ここでの」などの指示詞をその先行詞に置換
2. 取扱説明書参照の削除
3. 「上記の」や「以下の」などといった表現を具体的な説明に置換

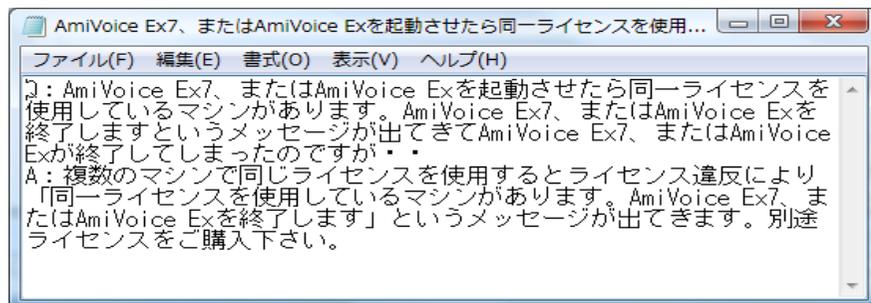


図 2-2 QA 事例の一例

### 2.3.2. QA 事例の検索

Metis の質問応答エンジンを使って回答となる QA 事例を検索する。まず、要求文から類似する QA 事例を検索するのに固有名詞を優先しながら名詞をキーワードとして抽出する。抽出したキーワードの組み合わせを生成し、その組み合わせを含む QA 事例を Lucene で検索する。これらの QA 事例を SAGE で意味解析した結果の意味

グラフと同様にして得た要求文に対する意味グラフを、グラフ照合し、最大のグラフ類似度を持つ QA 事例に回答部を推奨回答として出力する。

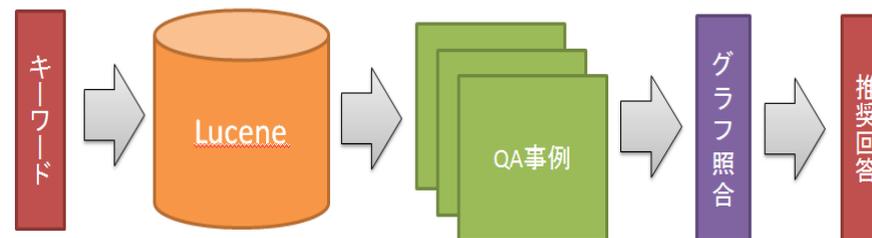


図 2-3 QA 事例検索の流れ

2 つの意味グラフ間のグラフ類似度とは、それら 2 つのグラフの類似共通部分グラフを求め、その大きさ(ノード数とアーク数)を元のグラフの大きさの和で除したものである。共通部分グラフとは 2 つのグラフ間から取り出した 2 つノード (が表す文節の主辞) の語意の類似度が閾値以上の場合これらのノードが類似しているとして対応関係を設定して、このような類似ノード対のあらゆる可能な対応付けにおいて最大のグラフ類似度を持つ対応関係における類似度を、2 つのグラフのグラフ類似度とする。

具体的には、グラフ類似度、ノードグラフ類似度、アークグラフ類似度、は下記のように求める。

グラフ類似度 =

$$(1-\alpha) \times \text{ノードグラフ類似度} + \alpha \times \text{アークグラフ類似度} + \alpha \times \text{辺道類似度}$$

( $\alpha$ :関係重視率、0.5 がデフォルト)

ノードグラフ類似度 =

$$\frac{\sum(\text{ノード類似度})}{\text{質問グラフのノード数}} \times 50$$

アークグラフ類似度 =

$$\frac{\sum(\text{アーク類似度}) + \beta \times \text{アークペアの両端のノードペアのノード類似度}}{\text{質問グラフのアーク数}} \times 50$$

( $\beta$ :両端ノード寄与率、0.7 がデフォルト)

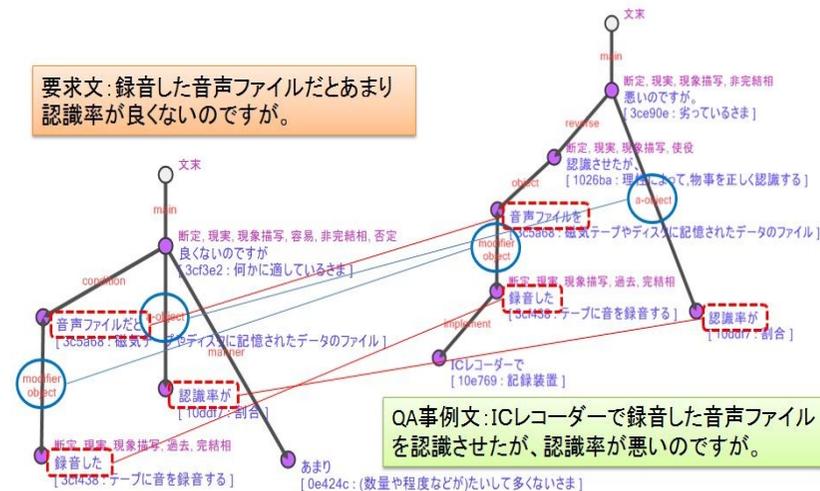


図 2-4 グラフ照合の例

ノードグラフ類似度は図 2-4 の赤い枠で囲まれているノードの類似度を下記の式に従って求めて合計して求める。

ノード類似度

= (概念類似度 or 文字列類似度) × (ムード or モダリティ得点) × 文節品詞不一致係数  
ここで、概念類似度は、EDR シソーラス上の概念距離から類似度を求める手法であり、下記の式で求める。

$$\text{概念類似度} = \frac{2 \times d(c_1, c_2)}{d(c_1) + d(c_2)}$$

( $d(c)$ :概念  $c$  の深さ)

図 2-5 は、概念(語意のこと) $c_1$  と概念  $c_2$  の概念類似度の計算例を示している。概念  $c_1$  と概念  $c_2$  の概念類似度を計算したい場合  $c_1$  と  $c_2$  のシソーラス上での深さを取得する。概念  $c_1$  が EDR 概念辞書における概念体系木の根からの深さが 4、概念  $c_2$  の深さが 5 であり、概念  $c_1$  と概念  $c_2$  の共通上位概念 (の中で最深のもの) の深さが 2 であるときは、 $(2 \times 2) \div (4+5) = 0.44$  と計算される。具体的に「自動車」と「飛行機」の場合でいうと、「自動車」の深さが 8、「飛行機」の深さが 7、共通上位概念の「乗り物」の深さが 5 なので、概念類似度は  $(2 \times 5) \div (8+7) = 0.66$  となる。なお、ノード類似度において、固有表現などにおいては概念類似度以外に文字列類似度 (2つの文字列内の共通文字の含有率) を加味している。

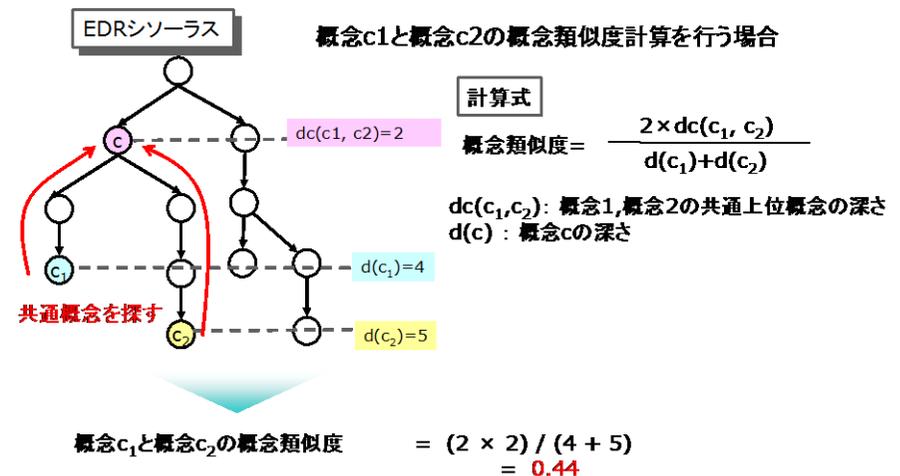


図 2-5 概念類似度の構造

次にアーク類似度は図 2-4 の青い枠で囲まれている部分を比較している。アーク類似度の算出法は対象アーク同士が同じ深層格をもっているならば類似度 1.0 とし、アークの持つ深層格が異なる場合は類似深層格グループを用いて類似度を求める。

## 2.4. 回答文生成

本システムではグラフ照合の後、要求文に対する回答文を生成する。グラフ照合の結果、要求文とのグラフ類似度が閾値以上の QA 事例を類似度が高い順にソートし、そのなかで類似度が最も高い QA 事例を保持から回答部を取り出し、オペレータ推奨回答として出力する。

もし、キーワード検索で QA 事例が一つも得られなかったとき、要求文にキーワードが含まれている場合は「もう少し詳しい状況を教えてもらってよろしいでしょうか?」とシステムが問いかけることにより、さらに情報を求める。要求文にキーワードが含まれていない場合は、相手の意図が理解できないと判断し、「回答が見つかりませんでした。」と回答を返す。

## 3. 評価実験

評価実験のためにアドバンスメディア社から音声認識システム AmiVoice で読み取った応答事例ファイル 1 年分を提供してもらった。

この中のカスタマとオペレータの応答事例から、カスタマの要求文に対する実際のオペレータの回答と Angel が出力した推奨回答を比べて推奨回答が適した回答になっているかどうかを人手で評価した。評価には約 1000 個ある応答事例ファイルから無作為に 100 個を選び、実験を行った。この応答事例ファイルは、評価実験効率向上のため、応答対話プルーニングシステム PreAbs により不要な表現を削除し、応答要約システム Abisys により要約したものである。

実験結果として、適した回答が 40.36%、適していない回答が 59.64%となった。また、100 個のファイルから 275 個の要求文を同定した。つまり、1 件の応答対話から 2~3 個の要求文が同定されたことになる。Angel の結果の中には、音声認識誤りのせいで曖昧になっている要求文であっても適した回答が出力されている場合があった。

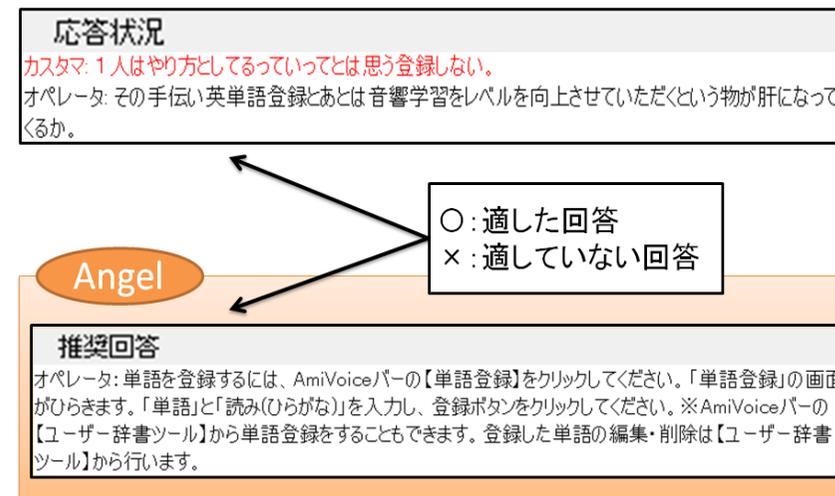


図 3-1 評価実験の例

## 4. 結論

本研究では、コールセンターの業務を自動化する自動応答生成システム Angel を開発した。

意思分析を用いることで要求文同定が可能になり Metis のカーネルを利用することで、QA 事例をもとに要求文に対する適切な推奨回答を 40%の確率で取り出すことが可能になった。

## 謝辞

音声認識ソフト AmiVoice に関するコールセンターの応答事例や Q&A 集、ヘルプ集等を提供して下さった株式会社アドバンス・メディアの方々に感謝します。

## 参考文献

- [1] 人工知能学会: “人工知能学辞典”, 共立出版, (2005)
- [2] 翠輝久, 河原達也: “質問応答技術を利用したインタラクティブな観光案内シス

- テム", 言語処理学会第 13 回年次大会講演論文集, pp.1160-1163 (2007).
- [3] 山田浩之, ジェブカラファウ, 荒木健治: “述語項構造解析による検索対象細分化を用いた自然文検索”, 社団法人電子情報通信学会 (2011)
  - [4] 為廣愛美, 安藤大地, 笠原信一: “ユーザーフレンドリーな対話型ヘルプキャラクターの制作と提案”, 情報処理学会インタラクシオン 2012 (2012)
  - [5] 後藤伸男, 中川侑美, 原田実: “自然語ルールと知識をベースとした対話システム Eve の開発”, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-NL-191, No.13, pp.1-8(2009).
  - [6] 今井和雄: “話者の意図理解に基づく対話応答システム Hermes の開発”, 青山学院大学大学院修士論文 (2011)
  - [7] 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).
  - [8] ㈱日本語電子化辞書研究所: EDR 電子化辞書使用説明書, ㈱日本語電子化辞書研究所 (1995).
  - [9] 荻本輝明, 佐藤知里, 田代奈津美, 松田源立, 原田実: “要約システム ABISYS の精度向上とクレーン要約への対応”, 言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, C3-3, pp. 492-495 (2008.3).
  - [10] 原田実, 石田涼, 山西和広, 神田由樹: “意味解析に基づくテキストマイニングシステム STM”, 言語理解とコミュニケーション・第 2 回集合知シンポジウム, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.400, pp. 29-34, (2011.1).
  - [11] 高山真行, 今村泰香, 久保田裕章, 原田実: “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”, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-NL-196, No.17, pp. 1-7, (2010.5).
  - [12] 株式会社アドバンスト・メディア: <http://www.advanced-media.co.jp/>
  - [13] Lucene.net: <http://incubator.apache.org/lucene.net/>