

常識判断メカニズムを用いた知的質問生成方式

西澤 優[†] 渡部 広一[†] 河岡 司[†]

[†]同志社大学大学院工学研究科知識工学専攻

〒610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

E-mail: [†]{ynishizawa,watabe,kawaoka}@indy.doshisha.ac.jp

あらまし 近年、人と計算機間のコミュニケーションの研究が盛んに行われている。特に会話システムにおいては、その実現のために数多くの会話処理モデルの提案がなされている。これらモデルの中で最も一般的なのは、意図理解、意味理解を中心とした多段階モデルである。しかし、このモデルでは様々な応答の出力、特に質問文による応答段階においてテンプレートを多用したものにすることが多く、知的な応答方式とはいえない。そこで本稿では、感覚、場所、職種といった常識判断メカニズムを用い、テンプレート無しの知的な質問生成方式を提案する。

キーワード 会話システム、会話処理モデル、常識判断メカニズム、質問生成方式

Intelligent Question Generation for Natural Conversation Using Commonsense Judgment Mechanism

Yu Nishizawa[†] Hirokazu WATABE[†] and Tsukasa KAWAOKA[†]

[†]Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha University,

1-3 Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto 610-0321, Japan

E-mail: [†]{ynishizawa,watabe,kawaoka}@indy.doshisha.ac.jp

Abstract Recently, the communications between the person and the computer are actively researched. Especially, a lot of Conversational Processing Models are proposed in Conversation System. Central of these models is Intention and Meaning Understanding. But, this method is not intellectual, because these models use a lot of Templates in particular the response by Question generation. And so, this paper is proposed Intelligent Question Generation without Template by using Commonsense Judgment Mechanism.

Keyword Conversation System, Conversation Processing Model, Commonsense Judgment Mechanism, Intelligent Question Generation

1. はじめに

近年、人と計算機のコミュニケーションの研究が盛んに行われている。円滑なコミュニケーションが行えるシステムが実現できれば、ロボットとの対話はもちろんのこと、“言葉話す”ことに限らず多種多様な分野にそのメカニズムは応用できる。しかしながら、適切な言語理解は容易でなく、依然としてコミュニケーションシステムの実現は困難である。

一般にコミュニケーションは、言語情報はもちろんのこと声の抑揚、意図的なノイズ発生、顔の表情、身体動作などによる様々な情報を伝達、交換により行われる。その中で本研究は、自然言語によるコミュニケーション、人と計算機の会話システムの実現を目標とする。

今まで会話の研究は自然言語、人工知能の分野で行

われてきた。これら研究の目的は多少異なるものであるが、その中で会話システムの実現を考えたモデルの提案は数多くなされている。

会話モデルにおいて最も一般的なのは意図理解(発話者の伝えたい事柄、目的を理解)、意味理解(意味そのものを理解)を中心とする多段階モデルである。本研究においても、この意図理解、意味理解を中心としたモデルを採用している。^{[1][2][3]}

このような意味理解を中心とした会話モデルでは、意味理解で取得する意味表現や応答に用いるテンプレート、そして、それらを用いたルールの集まりなどを知識として蓄え、発話により得られた入力(構文・意味解析結果)の意味表現と比較することで応答生成が行われる。つまり、この方式では知識の量にその精度が比例する傾向があり、応答生成に至ってはテンプレート

を多用する結果になってしまう。そこで、本研究では応答処理段階に注目し、テンプレートを使用しない知的な応答を目指し、テンプレートの多用が問題である質問文生成に限定した応答文生成方式を考えた。

また、本研究では、人間の五感を具体化した常識判断メカニズムなどの判断知識が提案されている。本稿で提案する質問生成方式は、これら判断知識を用いた質問文生成法とその選択組合せ方式である。この方式を実装することにより、テンプレートを用いない知的な会話モデルの実現が期待できる。以後本稿では、本研究で用いる会話モデルとその判断知識及びメカニズムについて説明する。そして、本提案方式に関して質問文生成法、質問選択法について順に述べ、最後に動作例を示す。

2. 会話処理メカニズム

会話処理メカニズムは人間同士のコミュニケーション、つまり、音声、表情、行動、言語を理解し意思疎通を図るメカニズムのことである。本稿で提案する質問生成方式はこのメカニズム内の自然言語処理部分に位置する。また、1章でも述べたが本研究は意味理解を中心とする会話処理モデルを採用している。本提案方式はその会話処理モデルの“応答処理”段階で用いる。

2.1. 会話処理モデル

会話処理モデルは“(1)意図理解”、“(2)意味理解”、“(3)応答処理”の3段階からなり、これらプロセスは基本的に(1)から(3)へと順に行われる。

(1)意図理解

意図理解の大きな役割は2つある。1つは常識的な判断や連想に基づき、自然言語による入力に対して、質問、挨拶、命令、情報などの話し手の意図を判断することである。この処理により入力は「挨拶・呼掛け」「命令・依頼」「質問(5W1H)」「質問(Yes/No)」「情報」の5つに分類される。

もう1つの役割は応答である。会話処理モデルには第3段階として応答処理プロセスがあるが、「挨拶・呼掛け」「命令・依頼」「質問(5W1H)」「質問(Yes/No)」4分類に対しては、意図理解段階において新聞記事、webを用い応答を行う。

(2)意味理解

このモデルにおける意味理解では、文の表層的な意味の理解を行う。一般的にその方法には論理式や格フレーム、意味ネットワークなどによる意味表現を用いることが多いが、このモデルでは常識判断メカニズムの特性を生かし格フレームによる方法を用いている。具体的には、置換処理や連想処理を行い、入力の内容を図1のような意味フレーム、連想フレームと呼ばれ

る格フレームに格納する。このフレームは、情報フレームと連想フレームからなり、情報フレームは5W1H(Who, What, When, Where, Why, How)とWhom、用言、連想フレームには、時間、感情、感覚、場所、量を常識的に判断できる常識判断システムの連想結果が格納される。常識判断システムについては、2.3節、常識判断メカニズムにて説明する。

(ex.) 昨日店で妹が母にセーターを買ってもらった

情報フレーム		連想フレーム	
Who	妹	時間	冬
What	セーター	感情	嬉しい
When	昨日	感覚	セーター:暖かい
Where	店	場所	百貨店
Why			存在:店長、客
How		目的:売る、買う	
Whom	母	量	
用言	買ってもらう		

図1. 意味フレーム

(3)応答処理

応答処理とは意図理解、意味理解において得られた情報を元に適切な質問応答を生成するプロセスである。この段階で中核をなすのが本稿で提案する質問生成方式である。この方式については3章にて説明する。

2.2. 連想メカニズム

連想メカニズムは判断知識の集合体で、会話処理メカニズムの基となるメカニズムである。以下では本研究で主に用いる判断知識について説明する。

2.2.1. シソーラス^[4]

シソーラスには、一般名詞の意味的用法を表したものと用言の文型パターンを示したものがある。前者は、一般名詞の意味的用法を表す2700の意味属性(ノード)の上位下位関係、全体部分関係が木構造で示されたものであり、約13万語(リーフ)が登録されている。また後者は、日本語の用言6000語に対し、その用言がとる文型パターン(以下コーパス)を示したものである。

このコーパスは、日本語語彙大系の構文体系を元に作成されている。構文体系は、日本語の用言6000語に対し、その用言がとる文型パターンを示し、同時に対応する英語の文型パターンを付したものである。

2.2.2. EDR(日本語単語辞書)^[5]

日本語単語辞書は日本語単語辞書レコードを単語見出しの読み順(五十音順)に並べたものである。日本語単語辞書レコードは、レコード番号と、見出し情報、文法情報、意味情報、運用・その他情報、および管理情報から構成される。日本語単語辞書の基本的な役割は、日本語単語と概念の対応関係を記述し、この対応関係が成り立つときの文法的特性を与えることである。

日常一般の基本語を対象とする。本研究ではコーパスとEDRを併用し動詞の表層格を取得する。

2.2.3. 概念ベース¹⁶⁾

概念ベースとは、概念とそれを表す単語集合（1次属性）からなるデータベースのことである。概念の属性の属性を2次属性と呼んでいる。例えば、概念「鉛筆」では、それが「鉛筆」、「筆記」、「木」、「芯」、「軸」・・・などの単語で表せると考え、それらを対にして格納している(表1)。

表1 概念ベース例

概念	属性
鉛筆	シャープペンシル, 筆記, 文房具, ...
医者	医師, 獣医, 患者, 看護婦, 診察, 軍医, ...
ピアノ	P, 黒鍵, チェンバロ, 協奏曲, 鍵盤, ...
:	:

2.2.4. 関連度計算

関連度とは、関連の種類しか特定できない意味ネットワークのようなものとは違い、概念と概念の関連の強さを定量的に評価するものである。具体的には概念連鎖により概念を2次属性まで展開したところで、最も対応の良い1次属性同士を対応付け、それらの一致する属性個数を評価することにより算出するものである。関連度は、概念間の関連の強さを0と1の間の数値で表す。表2に例を示す。

表2 関連度計算結果の例

概念 A	概念 B	概念 A と概念 B の関連度
自動車	トラック	0.26
自動車	犬	0.01

2.3. 常識判断メカニズム

常識判断メカニズムは、話し手の感情を判断する感情判断、時間や場所・大きさなどの判断を行う量的判断、人間の五感に関する判断を行う感覚判断などの常識的な判断を行うメカニズムで合計6つの判断システムから成る。以下、本研究で主に用いる3つの判断システムについて説明する。

2.3.1. 職種判断

職種判断は、会話文に含まれた語句に対し職種に関係した語であるかの判断を行う。また、要求を意味する文章から、それを満たすことのできる職種の判断も可能である(図2)。

職種語：古本屋 → 購入する, 売却する・・・
連想

図2 職種判断例

2.3.2. 場所判断

場所判断システムとは、会話で使われた言葉が場所に関係する語かどうかを判断し、場所に関する語と判断された場合は、そこに何が存在し、何をやる場所なのかを連想するシステムのことである。事前に人手で

用意した小規模の感覚に関する知識および概念ベースを用いることで、知識にない言葉に対しても感覚に関する情報を連想可能である。

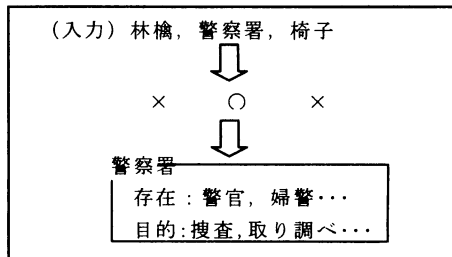


図3 場所判断システムの例

2.3.3. 感覚判断¹⁷⁾

感覚判断システムとは、名詞から感覚（視覚・嗅覚・聴覚・味覚・触覚）を連想するシステムのことである。場所判断と同様、知識にない言葉に対しても感覚に関する情報が連想できる(図4)。

林檎 → 丸い, 赤い, 甘, 美味しい (感覚判断)
冷たい飲み物 → アイスティー, アイスコーヒー, (感覚的連想)

図4 感覚判断例

3. 知的質問生成方式

会話処理モデルの応答処理段階では質問文による応答生成を行う。本稿で提案する質問生成方式は応答処理の中核である。本方式は質問文を生成する方法とその中から最適な文を選択する質問選択法からなる。本章ではこの2つについて説明する。

3.1. 質問文生成法

質問文生成は意味フレームと常識判断メカニズムを利用する5W1H、名詞連想、動詞連想の計5つの生成法を用いる。

3.1.1. 5W1H法

5W1H法は、意味理解段階で得られる意味フレームの“空白”を利用する手法である。具体的には空フレームに関する質問を5W1Hで行う。例を図5に示す。

User: 私は東京に行きました。							
意味フレーム							
主体	何	時間	場所	方法	理由	誰に	動詞
私			東京				行く
System: (いつ, なぜ, どうやって)東京に行きましたか?							

図5 5W1H法の例

この方法はまず、Userの発話から意味フレーム、コーパスから動詞の表層格情報を取得する。次に、表層格を元に空フレームとの比較を行い、質問文を生成す

る。図5の例では表層格から“何”に対する質問生成が不可能と判断される。そこで空フレーム“時間”、“方法”、“理由”の3つの質問文が生成される。

3.1.2. 名詞連想法

名詞連想は2手法で実現している。1つは常識判断メカニズムを主に用い複合名詞から具体名詞を連想する“知的オウム返し法”、もう1つは厳密には名詞連想ではないが、抽象名詞に対し対話者から具体名詞を開き出す“具体化法”からなる。

(1) 知的オウム返し法^[8]

知的オウム返し法は、目的語に対し常識判断メカニズムの感覚判断、連想メカニズムのシソーラス、概念ベースを用い複合名詞から具体名詞を連想する。この各判断メカニズムの適用には図6にある4条件を満たす必要がある。

- ① 形容詞-自立+名詞（例：赤い食べ物）
- ② 名詞-形容動詞語幹+名詞（例：有名な料理）
- ③ 助詞-連体化でつながっている（例：緑の野菜）
- ④ 助詞-並立助詞でつながっている（例：蜜柑と林檎）

図6 知的オウム返しの4条件

具体的には5WIH法と同様にUserの発話から意味フレームを取得後、目的語に対し4条件一致の確認を行う。そして、条件に一致した場合、感覚判断、シソーラス、概念ベースの順に名詞連想を行い、質問文を生成する。

(1-a) 感覚判断

感覚判断適用の例を挙げる。基本的に条件①の“形容詞-自立+名詞”で用いることが多い。これを図7に示す。

User: 赤い食べ物を買いました。
(感覚判断: 赤い食べ物 → イチゴ、林檎...)
System: イチゴを買ったのですか?

図7 知的オウム返し(感覚)

この例では目的語が4条件の1つ、“形容詞-自立+名詞”に一致する。よって、感覚判断により複数の名詞が連想され、その中からランダムに選択された名詞を用いた質問文が生成されている。

(1-b) シソーラス

感覚判断による質問生成に失敗した場合、シソーラスによる名詞連想を行う。図8にその例を示す。

User: 鮎と鯛を食べました。
(シソーラス: 鮎と鯛 → 魚)
System: 魚を食べたのですか?

図8 知的オウム返し(シソーラス)

図8では目的語が“助詞-並立助詞”で繋がった複合名詞となっている。そこで、目的語を構成する2つの名詞に対しシソーラスの共通親ノードを取得し、連想の結果としている。

(1-c) 概念ベース

先の2つの判断知識による名詞連想に失敗した場合、概念ベースを適用する。図9に挙げる例では、“形容詞-自立+名詞”の目的語に対し概念ベースを適用し名詞を連想している。

User: 速い列車に乗りたいです。
(概念ベース: 速い列車 → 快速)
System: 快速に乗りますか?

図9 知的オウム返し(概念ベース)

(2) 具体化法

抽象名詞の具体が文脈から判断できない場合、人は会話内でその具体に関する情報を取得しようとする。しかし、本方式では複合名詞でない場合の名詞連想が行えない。そこで目的語が抽象名詞からなる場合、対話者にその抽象名詞を質問することで具体に関する情報の取得を図る。この質問生成法を具体化法とする。具体的には抽象名詞について“どんな～ですか?”という形で質問文生成を行う。

3.1.3. 動詞連想法

動詞連想には常識判断メカニズムの(a)職種判断、(b)場所判断、連想メカニズムの(c)概念ベースを用いる。具体的には場所語に対し判断システムを(a)から(c)の順に適用し連想する。各判断システムにおける動詞連想の例を図10に示す。

- (a) 職種判断: 古本屋 → 販売する, 買う, ...
- (b) 場所判断: 映画館 → 鑑賞する, 見る, ...
- (c) 概念ベース: ギリラ → 咆哮する

図10 動詞連想例

本稿では、この動詞連想を用いた2手法を提案する。1つは3.1.1節で説明した5WIH法と連想動詞を組み合わせた5WIH-連想動詞法、もう1つはWhom格の単語を主語、そして、それに連想された動詞を組み合わせたWhom主語-連想動詞法である。以下、これら質問文生成法について説明する。

(1) 5WIH-連想動詞法

5WIH法で生成した質問文の動詞を連想動詞に置換する。目的語を有する文章の場合はこの手法は適用しない。図11では、5WIH法による質問文の動詞を職種判断による連想動詞に置き換え質問文を生成している。

User: 私は百貨店で働いています。
(職種判断: 百貨店 → 販売する, 売る, ...)
System: 太郎君は公園で散歩していたのですか?

図11 5WIH-連想動詞法

(2)Whom 主語-連想動詞

Whom 格を主語、述語を連想動詞の結果に置換し質問生成を行う。目的語が無い、もしくは場所語、職種語が無い場合はこの手法を適用しない。

User: 私は昨日、公園で太郎君に会いました。
(場所判断: 公園 → 散歩する)
System: 太郎君は公園で散歩していたのですか?

図 12 Whom 主語-連想動詞

図 12 に示した例では、User の場所語に対して連想動詞を適用している。目的語がなく、Whom 格を持つことから Whom 格を主語に、連想動詞を述語とした質問を生成している。

3.2. 質問選択法

前節の質問生成法で得られる応答文は、そのすべてがその状況下で適切とはいえない。しかし、文脈やその会話状況の制限による質問文生成はその量に依存し、必ずしも知的とはいえない。そこで本稿では、質問文生成法の順序、組み合わせを考えたプロセスモデル(以下、質問選択モデル)を提案する。

このモデルは、(1)前文処理、(2)例外処理、(3)名詞連想処理、(4)動詞連想処理、(5)5WH 処理の 5 段階からなる。これらプロセスは(1)から(4)段階まで順に行なわれ、動詞連想処理と並行して(5)段階の処理による質問生成がなされる。図 13 にこのモデルの概要を示す。



図 13 質問文選択モデル

(1)前文処理

人間は様々な語句の省略を繰り返し、対話を行う。円滑で知的な対話システムを実現するためにはその省略語の補足が必要不可欠である。この前文処理段階では省略された主語、目的語、時制、場所の補足を行い、意味理解段階で取得した意味フレームに追加する。

(2)例外処理

前文処理の語句補足後、他動詞を持つ文に目的語が無いことがある。この場合、その会話は不自然であり意味を理解することが困難となる。そこで、例外処理段階は会話において明らかな情報の欠如を補足する役割を果たす。また、質問文生成の判断基準にはコーパスのから得られる構文と対話文の整合性を用いる。

ここで対象となる構文は次の 2 つである。

(i) “目的語(人)” + 表層格 “に” / “と” + 動詞

(ii) “目的語” + 表層格 “を” + 動詞

取得したコーパスがこれらの構文と一致した場合、“目的語”の有無を調べる。文章内で目的語が確認できなければ、その情報を補うため目的語に対する 5WH 質問を生成する。

(3)名詞連想処理

人は会話において抽象的な言い回し、語句を多用する。この状況で重要なのは、抽象語句が示す具体を話者同士が共有しているかである。その具体を知りえない状態での会話は円滑に機能しない。そこで、例外処理後の(3)段階として 3.1.2 節で述べた名詞連想法を用い具体語に関する質問を生成する。

(4)動詞連想処理

名詞連想、5WH 質問での会話の繰り返しには 1 つの問題が存在する。それは、同義的、または、冗長な文の繰り返しが発覚する可能性が高まることである。これを防ぐためには会話を関連性の高いテーマへと誘導、展開していくことが必要である。動詞連想段階ではその手段として 3.1.3 節の動詞連想法を用い質問生成を行う。

(5)5WH 処理

3.1.1 節の 5WH 法による質問文は非常に一般的で汎用性が高い。そこで 5WH 処理は(4)動詞連想処理と並行して行い質問を生成する。

3.3. 動作例

ここで質問生成方式システムの動作例を図 14 に示す。以下この例の詳細を述べる。

System1: こんにちは。昨日はどこかに行きましたか?
User1: はい。公園に行きました。
System2: なぜ公園に行ったのですか?
User2: 自動販売機で冷たい飲み物を買うためです。
System3: アイスティーを買ったのですか?
User3: いいえ。コーラを買いました。
 そういえば、太郎君に会いましたよ。
System4: 太郎君は散歩していたのですか?
User4: はい。犬を連れていました。
System5: どんな犬でしたか?
User5: ポメラニアンです。
 私は同じ犬をペットショップで買いました。
System6: なぜ同じ犬を飼うのですか?
User6: 太郎君の犬が気に入ったからです。
 .
 .
 .

図 14 動作例

User 1 の発話に対する応答について考える。まず、前文処理段階でそれぞれの発話における省略語の補足

を行う。そして再形成された意味フレームのもと、例外処理、名詞連想処理段階に移行する。しかし、例外処理ではコーパスとの整合性はとれ、名詞連想処理では目的語が無く知的オウム返し、具体化の条件に一致しない。そこで、動詞連想処理、5W1H 処理による質問生成段階を考える。この2つの並行処理段階からは生成可能な複数の質問文が得られる。本方式では、選択した質問文が複数有る場合、それをランダムに選びシステムの出力とする。今回の System2 では 5W1H “Why”に対する質問文が出力されている。

1 つの応答生成が完了すると次の発話(User2)に対する応答処理に移る。同様に質問選択モデルを繰り返すことになるわけだが、2 順目以降の前文処理では場所、時制の値が更新されるまでその語句を保持する。よって User2 の意味フレームでは System1 の時制、User1 の場所が補足される。また、User2 の目的語はオウム 4 条件に一致している。これにより、System3 は名詞連想処理段階の知的オウム返し質問文を出力する。

以降、同様に User の発話に対する応答を質問選択モデルの反復により生成する。System4 は動詞連想段階の Whom 主語-連想動詞、System5 は名詞連想の具体化、System6 では動詞連想段階の 5W1H-連想動詞による質問生成が行われている。

4. 評価

質問生成方式の評価を行いその有効性を検証した。テストデータには対話式会話を TOEIC から収集し、2 文一組とする合計 80 セットを用意した。具体的な評価方法は出力に対する 3 段階評価 (○: 適切, △: 不適切とは言えない, ×: 不適切) を用い、人目で行った。また、実際のシステムの出力は生成された質問文からランダムに選択するが、評価においてはすべての生成文を対象とした。図 15 にテストデータと出力結果の例を示す。

A: 昨日何をしましたか?
B: 学校で勉強していました。
System: (何, どうやって, なぜ)
学校で勉強しましたか?
学校で学習しましたか?

図 15 テストデータ例

これらテストセットに対し、出力合計は 193 文であった。評価の結果、本方式の精度は 69%であり、その内訳は○: 57%, △: 12%, ×: 31%であった(図 16)。

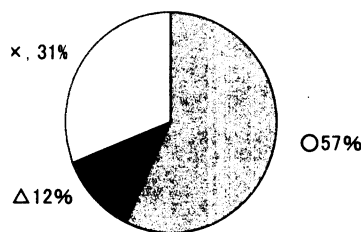


図 16 評価結果

5. おわりに

本稿では人の発話に対する応答生成を質問に限定し、質問文生成とその組合せからなる質問生成方式を提案した。今後、この方式を拡張することにより、円滑でより知的な会話システムの実現が可能になると考える。

謝辞

本研究は文部科学省からの補助を受けた同志社大学の学術フロンティア研究プロジェクト「知能情報科学とその応用」における研究の一環として行った

文 献

- [1] 篠原宜道, 渡部広一, 河岡 司, “常識判断に基づく会話意味理解方式”, 言語処理学会第 8 回年次大会発表論文集, B6-2, pp.651-654, 2002.
- [2] 大井 健治, 渡部 広一, 河岡 司「知能ロボットの意図理解と応答制御方式」言語処理学会第 8 回年次大会発表論文集 A2-9 pp.275-278 2002 年 3
- [3] 岩下直人, 渡部広一, 河岡 司: “常識判断システムにおける自然な会話のための質問生成方式”, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2003 年 3 月
- [4] NTT コミュニケーション科学研究所: “日本語語彙体系”, 岩波書店, 1997 年
- [5] 日本電子化辞書研究所, EDR 電子化辞書仕様説明書(第 2 版), 1995 年
- [6] 杉本二郎, 渡部広一, 河岡司: “概念ベースを用いた場所に関する連想メカニズムの構築”, 情報処理学会第 64 回全国大会講演論文集 5M-3, 2002 年 3 月
- [7] A. Horiguchi, S. Tsuchiya, K. Kojima, H. Watabe, T. Kawaoka: “Constructing a Sensuous Judgment System Based on Conceptual Processing”, Computational Linguistics and Intelligent Text Processing (Proc. of CILing-2002) pp.86-95, 2002 年 2 月
- [8] 岩下直人, 渡部広一, 河岡司: “会話モデルにおける言い換え方式--知的おうむ返し”, 言語処理学会第 8 回年次大会発表論文集, C2-1, pp.315-318, 2002 年 3 月
- [9] 大井 健治, 渡部 広一, 河岡 司「関連度計算を用いた質問応答方式」情報処理学会研究報告 2002-ICS 13-5 pp.25-30 2002 年 11 月
- [10] 西澤優, 渡部広一, 河岡司: 常識判断システムを用いた知的質問生成方式, 第 3 回情報科学技術フォーラム, F-0479, pp.329-330 (2004)