

会話システムにおける常識理解に基づく連想応答手法

A Method of Association Response Based on Commonsense in Chatting System

吉村 枝里子† 土屋 誠司† 渡部 広一†
Eriko Yoshimura Seiji Tsuchiya Hirokazu Watabe

1. まえがき

人間にとっては容易と思われる自律的応答は、機械においては困難な問題となる。例えば対話システムの一つである Eliza[1]は、自律的応答を行っているように見せかけることができた。しかし、Eliza は応答に数種類のパターンを用意し、以前に会話で使われたフレーズを用いて応答文を作成したため、人間のように相手の発話を理解し、適切な応答を作成することはできなかった。Eliza に触発され、後続したチャットシステムは、人間とのチャット環境に置かれ続けることで膨大な応答パターンを保有するように改良されていった。しかし、人間による応答はその場の状況に即して行われるため、同じ発言が行われたとしても、異なる状況の場合には同じ応答が適切でない(システムは同じ発言に同じ応答を返すという動作を行った)、という問題が発生した。そもそも、これらのチャットシステムは基本的には Eliza の応答手法を踏襲したパターン応答であるため、文章の意味を解析・理解することで応答できず、ある程度の限界があることがわかってきた。

これらの問題を踏まえて、自然な会話を行うために、事例パターン知識ベースの大規模化に加えて、発話文の文法的・意味的解析に語の出現頻度などの統計処理を活用する自然言語処理の研究が進められてきた。これは文の意図・意味を語の出現の統計的な観点からも捉えようという試みである。自然言語会話処理では、かなり限定された目的や特定の状況下での会話処理(タスク処理型会話[2])に関するものが多くを占めている。これらはテンプレートとその一部に変数となる予約語を用意しておき、ある条件が満たされるとそれに適当な文章を出力する。このタスク処理型会話はその性質上、タスクを処理するために人間の応答を誘導する。そのため、タスク達成に必要な情報を取得し、解釈するための会話に重点が置かれている。すなわち、タスクが必要となる条件下の会話以外には応用力を持たず、チャットシステムのような人間が会話を楽しむような雑談には向かない。

タスクや議題、具体的な質問の存在する会話(例: 徳川幕府が開かれたのはいつか?)には、それに応じた応答を行わねばならない。このような応答方法(タスク指向、質問応答)に関しては多くの研究が散見され、技術が確立されてきているが、人間が会話を楽しむような雑談下では、様々な条件が発生し、応答には応用力が必要となるため、未だ多くの部分が未開発である。そこでタスクや質問のない会話において、会話内容から常識的に連想してより豊かな応答を行うことができれば、さらに柔軟な応答ができると考えられる。このため、本稿では内容から連想を行う連想応答についての提案を行う。

2. 関連技術

本節では利用する関連技術について説明を行う。

2.1 概念連想

適切な連想を行うためには、二語の意味的な関連の強さを機械に理解させる必要がある。二語間の関連の強さを定量的に評価する手法として概念ベース[3]を利用した関連度計算[4]を用いる。

概念ベースとは、複数の国語辞書や新聞等から機械的に自動構築した、語(概念)とその意味を表す単語集合(属性)からなる知識ベースである(概念数約 11 万語)。概念と属性のセットにはその重要性を表す重みが付与される。任意の概念 A は、概念の意味特徴を表す属性 a_i とこの属性 a_i が概念 A を表す上でどれだけ重要かを表す重み w_i の対の集合として定義する。属性 a_i を概念 A の一次属性と呼ぶ。これに対し、 a_i を概念とした場合の属性を A の二次属性と呼ぶ。

$$A = \{(a_1, w_1), (a_2, w_2), \dots, (a_N, w_N)\}$$

関連度とは、概念間の関連の強さを定量的に評価するものである。関連度の計算方式は、それぞれの概念を二次属性まで展開し、重みを利用した計算によって最適な一次属性の組み合わせを求め、それらの一致する属性の重みを評価することで算出する。この関連度の値は 0~1 の実数値をとり、値が高いほど関連の深い語であることを意味する。概念 A と概念 B に対して関連度計算を行った例を表 1 に挙げる。

表 1 関連度計算の例

概念 A	概念 B	関連度の値
車	自動車	0.488
車	花	0.008

2.2 常識の理解

人間は曖昧な情報を受け取った場合にも、適宜に解釈し、適切に会話を進め、行動をとることができる。これは、人間が長年の経験から、言語における知識を蓄積し、その基本となる概念に関する「常識」を確立しているからである。すなわち、機械に人間らしい会話をさせるためには、このような常識的な事柄を理解する能力を持たねばならないと考える。そこで、複数の常識的観点において、ある単語に関連の強い常識的な想起を行うシステムの構築が必要である。

人間は経験によって培われた知識と既に持っている知識を経験によって応用する応用力によって、常識を確立していると考えられる。すなわち、ある常識的観点特有の知識とは、この「知識」に相当し常識的な判断に必要な不可欠な概念と概念間の関係といえる。そのため、機械的な作成が困難であり、予め人手で情報を与える。一方、概念連想

† 同志社大学 理工学部
Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

は「応用力」に相当し、少数の代表的な知識を経験による一般的な知識によって拡大し応用するための手段として用いる[4]。本稿では常識的観点の中でも特に場所と感覚の常識判断システムについて述べる。

本稿における場所判断システムとは場所を表現する語からその場所に存在する人や物、行われる事象を想起する[5]。すなわち、ある名詞が場所に関する語であるか否かの判断を下し、もしある名詞が場所に関する語であるならば、その場所にはどのような人や物が存在し、何をやる場所であるのかを想起する。ここで、場所とは、「神社」や「病院」のように、ある人・物・事象が実際に存在する具体的な場所を表す語とする。場所判断システムは、場所を表現する語(場所語と呼ぶ)を収録した知識ベースと、未知語処理手法により構成されている。知識ベースには、その場所に存在する人や物と、その場所で行われる事象が場所語と関連付けられて登録されている。前者の人や物を場所主体語、後者の事象を場所目的語と呼ぶ。このシステムの使用例を表2に示す。

表2 場所判断システム使用例

入力	場所語か	場所主体語	場所目的語
牛乳	×	—	—
本屋	○	客, 店長, 本, 雑誌, ...	売る, 買う, 接客, ...

本稿における感覚判断システムとは名詞に対して、人間が常識的に想起でき、特徴付けられる感覚に関する語を取得するシステムである[6]。この「感覚」とは五感(視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚)の刺激によって得られる感覚を指す。以降、全ての形容詞、形容動詞から五感に関するものを人手で抽出した98語を感覚語と呼ぶ。感覚判断システムは名詞とその特徴である「感覚」の関係を日常的な名詞の知識ベース(感覚判断知識ベース)を構築することによって明確にし、必要な感覚語を取得する。感覚判断システムを用いた例を表3に示す。

表3 感覚判断システムの使用例

概念	感覚語
林檎	赤い, 甘い, 丸い
夕焼け	眩しい, 赤い, 美しい

2.3 意味理解システム

文章解析のために、意味理解システム[7]を利用する。これは機械が文章の内容を把握するために整理するものである。これは、複文や重文を含まない入力文(単文)を6WIH+用言(Verb)のフレームに分割して格納する。意味理解システムを用いた例を図1に挙げる。

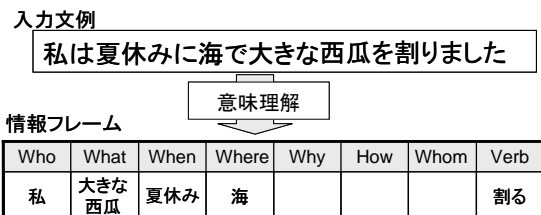


図1 意味理解システム動作例

3. 連想による応答

会話では、話者がどのような状況だったのかを想像することが必要となる。状況を把握する場合、最も重要となる情報が「場所」である。そこで、場所に関する語を含む入力文に対し、主に場所に起因する常識的な連想を行うことによって応答文を生成する。

3.1 場所連想

場所連想では場所に関する語(場所語)を元に、話者の行動(何をを行ったか)を連想する。例を図2に示す。

USER: 美術館へ行きました。
SYSTEM: 絵画を見てきたのですか?

図2 場所連想の例

USERの入力文を意味理解システムで解析すると、Whereフレームに「美術館」、Verbフレームに「行く」が格納される。この手法は、Whatフレームを連想して応答を行うものである。そこで、場所連想を行う入力文の要件を、Whatフレームが空欄であること、Whereフレームが空欄でないこと(場所語が含まれているということ)、Verbフレームが後述する場所動詞知識ベースに存在すること、とする。

場所に対する話者の行動を問う場合、その入力文が「場所を訪れる」という内容を含み、それが主内容である必要がある。例えば、「遊園地を所有している」のように、場所には関係するが訪れていない文、「公園で骨折した」のように、動詞に重要な意図がある文は除く。「遊園地を所有している」ならば、その場所には行ったことにはならない。また、「公園で骨折した」ならば、その場所での行動を連想した応答をするより、「骨折」という重要な情報について問うのが適切だと考えられるからである。

そこで、場所動詞知識ベースには、「行く」や「訪れる」のように場所を訪れたことを主内容とする動詞(二格とヲ格の目的格を取り、且つ動詞の目的語に場所語を入れた際、その文が適切な文となる)を格納した。この場所動詞知識ベースを表4に示す。これらの要件を満たした入力文に対し、場所連想を行う。

表4 場所動詞知識ベース(13語)

行く, 訪れる, 訪問する, 出発する, 出かける,
連れて行く, 飛び立つ, 帰る, 帰宅する,
戻る, 近づく, 入る, 来る

まず、意味理解から出力されたWhereフレームの語(場所語)を場所判断システムに入力として渡し、場所主体語・場所目的語を取得する。「美術館へ行きました」の場合、Whereフレームに「美術館」が出力される。このときの例を表5に示す。

表5 “美術館”に対する場所主体語と場所目的語の取得例

場所語	場所主体語	場所目的語
美術館	彫刻, 絵画, 館長, 工芸, 美術品, 版画	展示, 閲覧, 鑑賞, 見る

次に、場所主体語から「館長, 駅員」などの人物に関わる語を省く。話者の行動を連想して応答に用いる場合、その場所に存在する人物(館長, 駅員)は日常会話ではあま

り使用されないからである。除去には NTT シソーラス[8]を用い、「人物」ノードに含まれる語を除く。

また、場所目的語から受身を取る頻度が高い語を省く。受身を取る頻度が高い語は話者の行動を表す語となりにくい。このため、Web から自動構築された大規模格フレームシステム[9]を用いて、受身を取る頻度が高い語を除く。Web から自動構築された大規模格フレームシステム（以降、大規模格フレームシステム）とは用言とそれに関する名詞を用言の用法毎に整理したもので、Web 上の約 5 億分の日本語テキストから自動的に構築されており、約 9 万語の用言からなる。与えられた名詞、用言から Web 上で日常的に用いられる文の掛かり受けなどを調べることが可能である。

このシステムに、用言「展示」、名詞「絵画」（場所主体語内で最も「展示」と関連が深い）を与えると、ガ格・受身で最も多用されることがわかる（表 6 よりガ格が最多、表 7 よりそのガ格において受動態が最多である）。そこで、「展示」は受身で用いられることが多いため、削除する。

表 6 格に対する頻度数

入力		出力	
名詞	用言	格	件数
絵画	展示	ガ格	376
		ヲ格	267
		ノ格	47
		カラ格	2

表 7 「絵画が展示」に対する態の頻度

入力			出力
名詞	用言	格	態と件数
絵画	展示	ガ格	能動態 28 件 受動態 348 件 使役 0 件

次に、Where フレームの語（場所語）と不必要な語を除いた場所主体語群で関連度計算を行い、最も関連度が高い場所主体語を選択する。同様に選択した場所主体語と不必要な語を除いた場所目的語群で関連度計算を行い、最も関連度が高い場所目的語を選択する。

この選択した名詞と用言の組を用いて、語尾変換を行い、適用条件に合致するテンプレートを利用して応答文を作成する。

3.2 形容詞連想

形容詞連想では、入力文内の What フレームに対する同意を表現する。What フレームに語が存在する場合の例を図 3 に示す。

USER: 草原でタンポポを見ました。
SYSTEM: タンポポは綺麗ですね。

図 3 (What あり)形容詞連想の例

また、What フレームに語が存在していない場合、What フレームに入る語句を連想し、「同意」の応答を行う。この場合の例を図 4 に示す。

USER: 私は博物館へ行きました。
SYSTEM: 彫刻は美しいですね。

図 4 (What なし)形容詞連想の例

疑問文で終わる質問応答だけでは会話は機械による一方的な質問に終始し、人間にとってストレスを感じさせる要因になると考えられる。そこで、このような雑談的な同意を用いることによってその問題を解消させ、会話の内容を理解し、同意していることをアピールする。

What フレームに語が存在していない場合の What フレームの連想方法は 3.1 節の手法と同様である。すなわち、場所語の場所主体語から不要語を除き、その場所主体語群と場所語で関連度計算を行い、最高関連度を持つ場所主体語を取得する。「博物館」を例にすると、不要な語を除いた場所主体語「彫刻、美術品」などと「博物館」の関連度を取り、最高関連度であった「彫刻」を What フレームの連想語として取得する。

What フレームの連想語もしくは What フレームに存在する語句を用いて更にその語句から連想できる形容語を連想する。これは、一般的な感覚による形容語で形容することで常識的な会話を行うためである。

そこで感覚判断システムを用いて形容語を取得する。また、補助的に大規模格フレームシステムを用い、上位 30 件の形容詞を取得する。「彫刻」、「タンポポ」を例として、連想される形容詞の候補を表 8 に示す。

表 8 連想される形容詞の候補

任意の名詞	感覚判断システムからの連想	格フレームシステムからの連想
彫刻	美しい、素晴らしい	好き、詳しい、有名…
タンポポ	なし	好き、綺麗、大好き…

次に、取得できた形容語の候補語と What フレームの語（連想語もしくは元々存在する語）との関連度を計算し、最高関連度をもつ形容語を決定する。例の場合「彫刻－美しい」「タンポポ－綺麗」の組が最も高い関連性を示した。このため、連想応答に用いる語として「彫刻－美しい」「タンポポ－綺麗」を選択する。この選択した名詞と形容語の組を用いて、語尾変換を行い、適用条件に合致するテンプレートを利用して応答文を作成する。

3.3 話題転換連想

3.1 節や 3.2 節の連想方法では、USER の入力文から常識的に予測できる行動を連想して応答を行う方法を説明した。本節では、会話に流れを作りだすため、入力文の内容から連想して、近傍ではあるが異なった話題を行うための応答を作成する。すなわち、話題転換を行うための連想応答である。話題転換連想の例を図 5 に示す。

USER: 動物園でパンダを見ました。
SYSTEM: ライオンは見ましたか？

図 5 話題転換連想の例

例では、USER が「パンダ」を見たという情報を伝えていても関わらず、SYSTEM は「ライオン」を見たか？という応答を行っている。これは USER の発言に対する直接的な応答ではないが、前述してきたような直接的な受け答えのみであると、会話は滞りがちになり、新たな話題へと発展しづらいと考えられる。そこで、会話に揺れを起こし、会話の流れを起こすことを目的として、話題転換連想を行

う。扱う入力文は Where フレーム, What フレームを含む文とする。

例として, 「カジノでポーカーをしました」という USER の入力文を挙げる(図 6 に示す)。

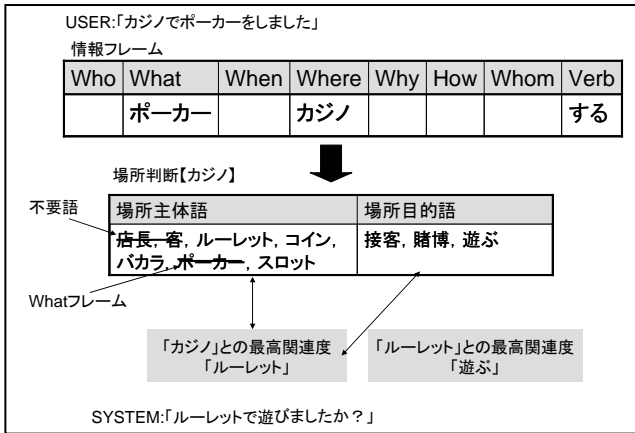


図 6 話題転換連想の例

入力文の場所語「カジノ」の場所主体語から不要語を除く(3.1 節と同様)。不要語を除いた「ルーレット, コイン, バカラ, ポーカー, スロット」から What フレームの「ポーカー」を更に除く。これにより, 入力文の場所語と関連はあるが, 入力文の名詞(What フレーム)と同じではない語句を候補として残すことができる。

次に候補語群と場所語「カジノ」の関連度を計算し, 最高関連度を持つ語を取得する。例の場合, 「カジノルーレット」の組が最も高い関連性を示した。このため, 連想語として「ルーレット」を取得する。更に, 取得した「ルーレット」と場所目的語の関連度を計算し, 最高関連度を持つ用言を取得する。この場合, 「ルーレットー遊ぶ」の組が最も高い関連性を示した。よって, 「ルーレットー遊ぶ」を選択する。

この選択した名詞と用言の組を用いて, 語尾変換を行い, 適用条件に合致するテンプレートを利用して応答文を作成する。

4. 評価

3 章で提案した連想による応答法が応答文として適切であるかを評価する。評価データは中学英語テキストより, 連想応答の条件に合致する, 場所に関する名詞が含まれる会話文(疑問文や命令文ではない一般的な情報文)を 100 文使用し出力された応答文を 3 名の目視にて評価した。

作成された応答文に対し, 「常識 (○)」、「非常識 (×)」、「非常識ではない (△)」に分けて評価を行い, 評価基準はそれぞれ 3 名中 2 名以上が常識としたときを「○」、2 名中 1 名が常識としたときを「△」、3 人全員が不正解としたときを「×」とした。

場所連想, 形容詞連想, 話題転換連想のそれぞれに対して評価を行った結果を図 7 に示す。「○」と「△」を合わせた割合を精度とすると, 場所連想は 80%, 形容詞連想は 74%, 話題転換連想は 71%の精度となった。

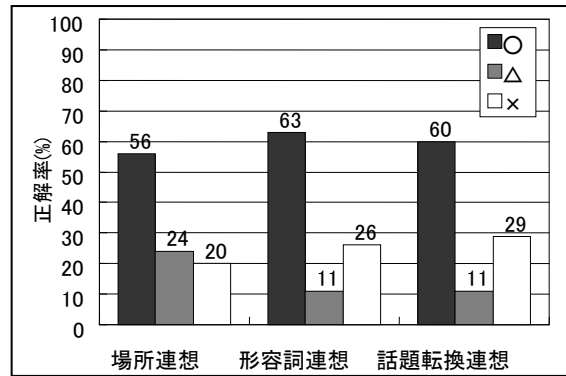


図 7 連想応答の評価結果

5. まとめ

本稿では機械による会話について, 会話内容から常識的に連想してより豊かな応答を行う連想応答についての提案を行った。提案手法に基づいて構築したシステムの検証を行った結果, 場所連想は 80%, 形容詞連想は 74%, 話題転換連想は 71%の精度と高い評価を得, 有効な手法であることを示した。

提案手法を用いて応答文を作成することにより, 会話を促進し, その応答によって, 機械が常識を持ち, 会話の内容を理解していることをアピールすることができる。

謝辞

本研究の一部は, 科学研究費補助金(若手研究(B) 21700241)の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] J. Weizenbaum. "ELIZA— computer program for the study of natural language communication between man and machine", Communications of the ACM, Vol.9, No.1, pp.36-45(1965).
- [2] 堂坂浩二, 島津 明. "タスク指向型対話における漸次的発話生成モデル", 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.12, pp.2190-2200(1996).
- [3] 渡部広一, 河岡司. "常識的判断のための概念間関連度評価モデル", 自然言語処理, Vol.8, No.2, pp.39-54(2001)
- [4] 土屋誠司, 小島一秀, 渡部広一, 河岡司. "常識的判断システムにおける未知語処理方式", 人工知能学会論文誌, Vol.17, No.6, pp.667-675(2002).
- [5] 杉本二郎, 渡部広一, 河岡司. "概念ベースを用いた常識場所判断システムの構築", 情報処理学会自然言語処理研究報告, 2003-NL-153(11), pp.81-88(2003).
- [6] 渡部広一, 堀口敦史, 河岡司. "常識的感覚判断システムにおける名詞からの感覚想起手法", 人工知能学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.73-82(2004).
- [7] 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, A2-9, pp.275-278(2002).
- [8] 池原悟, 宮崎正弘, 白井諭, 横尾昭男, 中岩浩巳, 小倉健太郎, 大山芳史, 林良彦. "日本語語彙体系", 岩波書店(1997)
- [9] 河原大輔, 黒橋禎夫. "高性能計算環境を用いた Web からの大規模格フレーム構築", 情報処理学会自然言語処理研究報告, 2006-NL-171(12), pp. 67-73(2006).