

話題を考慮した自然な会話システムの構築

金子稜^{†1} 吉村枝里子^{†2} 土屋誠司^{†2} 渡部広一^{†2}

近年、人と円滑なコミュニケーションを取ることができる知的コンピュータの実現が様々な分野で求められている。人間はコミュニケーションの手段として主に会話を用いており、円滑なコミュニケーションの実現にはコンピュータは人間と会話する必要がある。本稿では、コンピュータに人間らしい会話を実現するために、普段人間がするような連想能力を実装するとともに話題を捉えた自然な会話ができる手法を提案する。話題を考慮し話の流れを考慮した自然な会話ができる我々人間は円滑にコンピュータとコミュニケーションをとることができる。

Constructing a natural conversation system based on the topic

RYO KANEKO^{†1} HIROKAZU WATABE^{†2}
SEIJI TSUCHIYA^{†2} ERIKO YOSHIMURA^{†2}

Recently, realization of intelligent robot that can take smooth communication with humans has been required in various fields. Humans use a conversation primarily as a means of communication. To realize smooth communication with human, it is necessary for computer to converse with human. In this research, In order to pursue the humanlike conversation, we implement the human associative capability to the computer, and we propose a method to achieve a natural conversation that captures the intended topic of conversation. If the computer realize conversation that consider intended topic and flow, we human can easily communicate with computer by natural conversation.

1. はじめに

近年、様々な分野で人間と円滑なコミュニケーションが取れる知的ロボットの実現が求められている。人間はコミュニケーションの手段として主に会話を用いており、会話に関する様々な研究がされている。会話中の発話の種類としては「メールを送る」等、目的遂行型の発話から「富士山の高さは？」等、質問型の発話、さらには「今日大阪に行った」等、雑談型の発話などがある^[1]。近年、Siri^[2]等が普及しており人はコンピュータと話す機械が増してきている。中でもコンピュータとの雑談は発展途上の研究分野であり、近年盛んに研究されている。さらに雑談は親密さを増す上で大変重要なものである。そこで本研究では雑談型の会話に着目する。雑談型の発話に関する会話の研究としては例えば大規模データを用い、文脈を考慮した“コンピュータとの自然な会話を実現する雑談対話技術^[3]”がある。大西可奈子らによって発表されたこの論文では会話コーパスと機械学習を用い、話題を理解して柔軟な返答を行うシステムの提案がされた。しかし、コーパスを機械学習させるだけでは文の構造を捉えた話題の理解は難しいと考えられる。そこで本研究では、文の構造を捉えるために会話中の発言を7W1H（誰が、誰と、何を…）に整理し履歴として記録し、コンピュータが話題を捉える際に用いる手法を提案する。コンピュータが話題を把握し話の流れを考慮し

た会話ができれば、人間にとって違和感がなく円滑なコミュニケーションを取ることができると考えられる。

2. 研究概要

本研究では人間の発言において、話題を捉えた自然な応答ができる雑談型の会話を実現することを目標とする。まず、人間の発言の種類を分類するため、意図理解手法^[4]を用いる。意図理解手法を用いて、話者の発言が“挨拶、呼掛け”、“疑問文”、“コンピュータに対しての相槌”、“コンピュータからの質問への回答”、“それ以外(情報文と呼ぶ)”のいずれであるかを判断し、それぞれの場合に応じて会話履歴を残していく。そして会話を行う中で重要な事は現在ユーザが何について話しているか、すなわち話題を捉えることである。話題は会話中で継続し、あるタイミングで推移することがある。そこで本研究では、話者の発言履歴から話題となっている単語を捉え、コンピュータの応答に用いる。話題の選定には会話意味理解方式^[4]と会話履歴フレーム(3.1節)を用いて行う。具体的に話題に沿った人間同士の会話の例を図1に示す。

- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | A: レストランで美味しい料理を食べた |
| 2 | B: 何の料理を食べましたか? |
| 3 | A: フランス料理を食べました。 |
| 4 | B: 高かったですか? どのレストランですか? |
| 5 | A: うん。大阪の梅田だよ。 |
| 6 | B: そうですね。梅田にはよく行きますか? |

図1 人間同士の会話例

図1の会話例では1行目のAさんの発言から2行目のBさんの発言では料理を話題として、その料理についての詳しい説明を求めている。3行目のAさんの発言から4行目

^{†1} 同志社大学大学院理工学研究科
Graduate School of Engineering, Doshisha University
^{†2} 同志社大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

のBさんの発言ではフランス料理から高価なものであると連想し、さらにレストランを話題として捉え応答を行っていると考えられる。5行目のAさんの発言から6行目のBさんの発言ではレストランの所在地である梅田を話題とし会話していると考えられる。このように人間同士の会話では話題となっていることについて説明を求めたり、連想したり、話の流れに沿って話題を推移させたりなどして会話していると考えられる。本研究ではこのような会話をコンピュータが実現できる手法を提案する。

3. 話題を考慮した自然な会話システム

本研究が提案するシステムは話者（人間）の発言から話題を捉え、それに応じた会話を展開する。本提案システムを起動すると入力待機状態となる。話者が会話文を入力するとまず、会話意味理解方式を用い、話者の発言を7W1H+用言に分割し会話履歴フレーム(3.1節)に格納する。そして意図理解手法を用いて入力文を分類する。入力文が質問文の場合は質問応答(3.3.2節)、挨拶の場合は挨拶応答(3.3.1節)を行う。また入力文にソーラス^[5]に登録されていない言葉が含まれる場合、それを聞き返す未登録語応答(3.3.1節)をする。入力文から感情判断システム^[6]で感情を判断できる場合は感情判断応答(3.3.2節)を行う。

次にどの語が話題となっているかを特定する。話題の特定は、初めて情報文(“挨拶、呼掛け”, “疑問文”, “システムに対しての相槌”, “システムからの質問への解答”以外の入力文)が入力された時は入力文の動詞を用いて会話履歴フレームの中から1つの語を話題とする(3.2.2節)が、それ以外はある話題について話し終わった時(その語を話題として応答を生成すると、以前システムが出力した応答と同じものが出力されてしまう場合)話題を推移させる(3.2.1節)ことにより決定する。なお、話題を推移させる際、適切な推移先が無い場合は入力文の動詞によって話題を決定する(3.2.2節)。特定された話題が会話履歴フレーム中のWho+, What格に格納されている場合はその格について掘り下げを行う。Where格の場合はその格の語が場所判断システム^[7]により場所目的語を取得でき、会話履歴フレームのWhat格が空の場合は場所判断連想応答(3.3.1節)、What格に語が格納されている場合は話題転換連想応答(3.3.1節)を行う。場所判断連想応答、話題転換連想応答のいずれも生成できない場合はWhere格の掘り下げを行う。

また、話題がWhen格の場合は時間判断応答(3.3.2節)を行う。また、特定された話題がWho, How, Why, Whom格に格納されている場合は話題の選び直しを行う。また、入力文の動詞から話題を決定する手法を用いる際には、その話題格に語が格納されていない場合がある。その場合は7W1H応答を行いその話題格に語を補完し、その語を話題として用いる。そして格に対して形容詞連想応答(3.3.1節)が可能な場合は形容詞連想応答を行う。またシステムの応

答に話者が返答すると、その発言を会話履歴フレームに追加格納することで繰り返し会話を継続する。

3.1 会話履歴フレーム

会話履歴フレームとは話者の会話履歴を会話意味理解方式と直前のシステムの会話を用いて7W1H+用言に分割して格納したものである。挨拶や倒置が用いられた文等、会話意味理解方式で解析できないものは発言をそのまま用言格に格納する。会話を繰り返すことでフレームを追記し更新していく。以下図2にAをユーザ、Bをシステムと仮定した例を示す。

A: おはよう B: どうもおはようございます A: 昨日, レストランで美味しい料理を食べたよ B: いいですね. どんな料理ですか? A: フレンチを食べました. B: フレンチは高価ですよ. レストランはどこにありますか? A: 大阪の梅田だよ. B: そうですか. 大阪の梅田にはよく行きますか?					
用言	Who	Who+	What	When	Where
おはよう					
食べた			美味しい料理	昨日	レストラン
食べた			フレンチ		
					大阪の梅田

図2 会話履歴フレーム格納例(一部フレーム省略)

話者の発言を会話履歴フレームに格納する手法について述べる。まず、会話履歴フレームの行は話者の発言ごとに生成される。そして話者の発言は大きく分けて会話システムの質問に対する返答とそれ以外の返答がある。3.3節のいずれかの応答手法で生成された応答文に対する話者の発言に対して以下の表1の話者応答想定タイプに従って会話履歴フレームに語を格納する。話者応答想定タイプとはその会話システムの発言に対して話者の発言を想定したものである。以下に詳しく述べる。

表1 会話履歴フレーム格納手法

応答の種類(3.3節)	格	その他	話者応答想定タイプ
7W1H 応答	Who		7W1H(Who)
	Who+		7W1H(Who+)
	What		7W1H(What)
	When		7W1H(When)
	Where		7W1H(Where)
	Why		7W1H(Why)
	Whom		7W1H(Whom)
	How		7W1H(How)
話題掘り下げ応答	What		7W1H(What)
話題掘り下げ応答	Where	施設	7W1H(Where)
場所判断連想応答	What		7W1H(What)
未登録語応答			7W1H(What)
感情判断応答			Yes/No
話題転換連想応答	What		Yes/No
話題掘り下げ応答	Where	地名	Yes/No
質問応答			返答以外の入力文
形容詞連想応答			返答以外の入力文
挨拶応答			返答以外の入力文
話題転換応答			返答以外の入力文
時間判断応答			返答以外の入力文

① 会話システムの質問に対する返答

会話システムからの質問に答えていると判断されるのは話者が場所判断連想応答(3.3.1節)、未登録語応答(3.3.1節)、話題転換連想応答(3.3.1節)、感情判断応答(3.3.2

節), 7W1H 応答 (3.3.2 節), 話題掘り下げ応答 (3.3.2 節) に対して返答した時である. 会話履歴フレームへの語の格納方法は話者応答想定タイプに応じて行う.

(ア) 7W1H タイプ

7W1H タイプとは会話システムがユーザに 7W1H に対する質問をした際に話者の返答を想定したものである. 例えば「誰が行きましたか?」に対する返答は「私です。」や「私が行きました。」と答えると想定した. 会話システムが 7W1H に対する質問をした際の話者の返答としては「○○です。」や「○○だ。」等の単語で答える場合と「○○が行きました」や「○○にあります。」等の文章で答えることが想定できる. ここで○○は会話システムの質問に対する話者の回答であり, 会話履歴フレームに格納される対象の語であるとする. 前者は入力文を会話意味理解方式で解析すると Who 「○○」, 用言「だ」となり Who 格に格納されている「○○」を表 1 に応じた格に格納する. 後者は文章での回答となるため話者の返答を会話意味理解方式で解析し質問した箇所のフレームを会話履歴フレームに格納する.

(イ) Yes/No タイプ

Yes/No タイプとは会話システムの発言に対する話者の回答として「はい」や「いいえ」や「うん」などが想定されるものである. Yes/No タイプでは話者が「はい」や「いいえ」や「うん」等のみを答えた場合は会話履歴フレームには追加して何かを格納することはない.

② 会話システムの質問に対する返答以外の入力文

会話システムの質問に対する返答以外の入力文とは初期入力 (1 番初めの入力), 質問応答, 形容詞連想応答, 挨拶応答, 話題転換応答, 時間判断応答に対して返答した時の入力文である. 会話システムの質問に対する返答以外の入力文では会話意味理解方式で 7W1H の格に分割しそれぞれの格を新しい行の会話履歴フレームに格納する.

3.2 話題の決定

本節では会話履歴フレームにおいて話題として用いる語を決定する手法について述べる. 話題の決定は 2 つの手法があり, 1 つ目は関連する話題への推移 (3.2.1 節) である. これはある話題から関連する次の話題に推移させる手法である. 2 つ目は用言からの話題の決定 (3.2.2 節) である. これは初期入力 (1 番初めの入力) の時と 3.2.1 節の手法で関連する話題が見つけれなかった時に用いる.

3.2.1 関連する話題への推移

人間同士の会話ではある話題について話し終わったとき別の話題について話す場合がある. 図 3 に例を示す.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | A: 昨日, レストランで美味しいフランス料理を食べたよ |
| 2 | B: いいですね. フレンチは高価ですよ. |
| 3 | A: うん. |
| 4 | B: レストランはどこにありますか? |
| 5 | A: 大阪だよ. |

図 3 話題が推移する会話の例

図 3 の例は 1 行目~3 行目はフランス料理が話題となっ

ているが, 4 行目~5 行目はレストランが話題となっている. この場合, 「フランス料理」を現在話題となっている語, 「レストラン」を推移先の話題と呼ぶ. 本節ではこのように人間にとって違和感がないように話題を推移させる方法を提案する. 表 2 に図 3 の時の会話履歴フレームの例を示す.

表 2 会話履歴フレーム例

用言	What	When	Where
食べた	美味しいフランス料理	昨日	レストラン
			大阪

話題を推移させる際, 現在話題となっている語と会話履歴フレームに格納されている他の語との関連度を関連度計算方式⁸⁾により計算し, 最も関連度の値が大きいかつ閾値を超えているものを次の話題語として定義する. 閾値は概念ベースの評価で X-ABC 評価⁹⁾を 500 セットした時の X-C の平均より 0.0035 とした. X-ABC 評価では, 任意の基準概念を X と置き, この概念 X と関連が強い概念 A, 関連がある概念 B, 関連がない概念 C によって構成された概念の組を用意し, X と A の関連度を X-A とし, 各概念も同様とする. X-ABC 評価とはこの X-A, X-B, X-C の平均によって概念ベースを評価する手法であり, X-C の平均は関連度計算における誤差として用いられる値である. よって関連度が X-C の平均を上回るとその概念同士は何らかの関係があると考えられるためこの値を閾値として用いた.

例として表 3 において現在話題となっている語が What 格の「料理」と仮定した場合, What 格以外に格納されている語との関連度を表 3 に示す.

表 3 各フレームとの関連度

		関連度
料理	レストラン	0.22
料理	大阪	0
料理	昨日	0.06

表 3 より, 推移先の話題は関連度が最も高い「レストラン」となる. ここで推移先の話題は過去に話題となった語は選出されないものとした.

3.2.2 用言からの話題の決定

それぞれの用言に対して話し手が特に伝えたい 7W1H が存在すると考えたため, 話題を決定する際, 用言に着目した. 例えば用言が「行く」の場合は「どこに」行くのか, 用言「食べる」の場合は「何を」を食べるのかを伝えたいと考えられる. この特に伝えたい 7W1H を調べるために, 我々が普段一般的に用いている文章において, ある用言と一緒に用いられている語が 7W1H のいずれに該当するのかを調査し集計する必要がある. そこで京大格フレーム¹⁰⁾が Web 上の日本語テキストを整理し作られたものである点に着目し, 国語辞書¹¹⁾に登録されている全用言 18046 語を京大格フレームを用いて一緒に用いられる名詞と助詞を取得し名詞のシソーラスの親ノードに基づいて 7W1H に機械的に分類し分類された回数をカウントした. 分類の詳細のルールを表 4 に示す.

表4 7W1Hの分類ルール

助詞	親ノード	分類格
で	乗り物, 道具	How
	建造物, 施設, 場所	Where
	形容詞	Why
と	人物, 人名	Who+
を	建造物, 施設, 場所	Where
	道具	What
時間	条件なし	When
まで	時間	When
から	時間	When
	形容詞	Why
が	人物, 人名	Who
	無生物	What
に	人物, 人名	Whom
	時間	When
	建造物, 施設, 場所	Where
へ	人物, 人名	Whom
	建造物, 施設, 場所	Where

例えば用言「行く」に対し京大格フレームで一緒に用いられている名詞と助詞を獲得すると「店に, 時間に, 学校に, …」となり, 下線部の語を分類していくと, 店は親ノードに「場所」を持っており, 助詞「に」を伴っているので Where 格, 時間は親ノードに「時間」を持っており, 助詞「に」を伴っているので when 格, 学校は親ノードに「施設」を持っており, 助詞「に」を伴っているので Where 格…と分類された数をカウントする. 表5に格を分類しカウントした結果の一部を示す.

表5 用言格データベースの一部

Who	Who+	What	When	Where	Whom	How	用言
223	183	110	230	1812	108	123	行く
377	48	2159	132	663	182	148	食う

表5の用言「行く」について見ると Where (どこ) を示す語と最も用いられていることがわかる. このように用言と数値がセットで 18046 セット格納されている用言格データベースを作成した. 本手法では入力文の用言を用言格データベースで参照し値が大きい格を順に話題とする. 例えば入力文「私は明日, 動物園に行く」を会話履歴フレームに格納すると図4の通りとなる.

話者: 「私は明日, 動物園に行く」
 会話履歴フレーム

Who	Who+	What	When	Where	用言
私			明日	動物園	行く

図4 用言格データベースを参照した話題の決定例

用言格データベースを参照すると用言「行く」に対しては Where が最も高い数値となっているので Where 格が話題となり, 格納されている「動物園」が話題となる.

3.3 応答手法

本稿で提案した会話システムは過去に提案された応答手法と本稿で提案する応答手法を組み合わせで応答を生成している. 本節ではそれぞれについて述べる.

3.3.1 過去に提案された応答手法

本節では金子稜らによって提案された場所判断連想応答^[12], 未登録語応答^[12], 話題転換連想応答^[12], 吉村枝里子らによって提案された挨拶連想応答^[13], 話題転換連想応答^[14], 形

容詞連想応答^[14]について述べる.

① 場所判断連想応答

場所判断連想応答は, Where 格が話題となっている時に用いる. 話題となっている Where 格の語について場所判断システムを用いて連想を行い, 場所に関する質問文を生成する. まず Where 格の語を場所判断システムを用いて場所語か否かを調べ, 場所の場合は場所目的語を取得する. 取得した場所目的語が表6に表記一致した場合はそれに応じて質問文テンプレートを用いて質問文を生成する. なお, 表6において～は直前の会話履歴フレームの Where 格, …は What 格とする.

表6 場所判断連想応答の生成条件

場所目的語	質問文テンプレート
運動, 泳ぐ, 釣る, 買う	～に…に行ったのですか?
勉強, ゲーム, スポーツ	…は好きですか?
遊ぶ	～で何をして遊びましたか?
運動, スポーツ	～でどんな…をしましたか?
食う, 飲む	～で何を食べ(飲み)ましたか?
観る, 鑑賞	～で何を観ましたか?

場所目的語が上記に該当しなかった場合は「～で何をしましたか? (～: 場所)」と質問する. なお, 複数の条件に該当する場合はそのうち1つがランダムに出力される.

② 未登録語応答

本研究で未登録語とはシソーラスに登録されていない名詞と定義する. 会話において新語や固有名詞などの知らない語や分からない語が会話に登場することは多くあり, 人間はそれに対して相手にその語について聞き返すことがある. その際はテンプレートを用い「～とは何ですか?」と聞き返す. (～: 未登録語) この聞き返しは回答された語が定義語(シソーラスに存在する語)になるまで繰り返す.

③ 挨拶連想

挨拶連想は意図理解手法で入力文が挨拶と判断された時に用いる. 挨拶の種類と応答は, 挨拶語知識ベースを利用する. 挨拶語知識ベースには, 190の挨拶語が格納されている. 挨拶語知識ベースには挨拶語(例: おはよう)に対応する状況(例: 朝の挨拶)がセットとして格納されている. また, その状況に対応する応答語(例: おはよう)が格納されている. 例として, 「おい」と入力された場合, 状況は「呼びかけ」となり, 「はい」と応答する.

④ 話題転換連想応答

話題転換連想応答では, 入力文を会話履歴フレームに格納し, Where 格に場所を示す語が存在し, What 格にその場所にある「何か」が存在する場合, その場所にある他の「何か」を連想し応答する手法である. 例えば入力文「美術館で絵画を見た」の時に「彫刻は観ましたか?」と応答する.

⑤ 形容詞連想応答

形容詞連想応答とは入力文から名詞を抽出しその名詞を名詞からの感覚想起手法^[15]により獲得された感覚語を用いて応答する. 例えば入力文「彫刻を見た」に対しては彫刻から美しいを感覚語として獲得できるので「彫刻は美

しいですよ。」と応答する。

⑥ 話題転換応答

話題転換応答では 14 個の応答文候補からランダムに 1 つ出力される。他の応答手法を用いても応答文を生成できなかった時に本手法を用いる。応答文候補には例えば「あなたはどんな場所によく行きますか？」等がある

3.3.2 提案した応答手法

本稿で提案した 7W1H 応答, 話題掘り下げ応答, 質問応答, 感情判断応答, 時間判断応答について述べる。

① 7W1H 応答

3.2 節の話題となっている格を特定した時, その格に語が入っていない場合, その格について質問する手法を 7W1H 応答と呼ぶ。質問する格ごとにテンプレートが用意されている。「～」を会話履歴フレーム上でその格に対応する用言としてテンプレートを表 7 に示す。

表 7 7W1H 応答テンプレート

質問する格	テンプレート
Who	誰が～のですか?
Who+	誰と～のですか?
What	何が～のですか?
When	いつ～のですか?
Where	どこで～のですか?
Why	なぜ～のですか?
Whom	誰を～のですか?
How	どうやって～のですか?

例えば会話履歴フレームが表 2 の時に Who+格が話題である時, 「誰と食べたのですか?」と応答される。

② 話題掘り下げ応答

人間同士の会話において話題に対して掘り下げる会話を行うことがある。例えば「動物園に行ってきた」に対して「どこの動物園なの?」, 「料理を食べた」に対して「どんな料理なの?」等と応答することがある。これらは話題となっている語に対して詳細を尋ねていると考えられる。以下に 3.2 節で決定した話題が格納されている格に応じた掘り下げ(詳細化)の手法を述べる。なお, 今回提案するのは用言格データベースで特にカウント数が多かった What 格, Where 格, Who+格についてである。以下表 8 に用言格データベースにおいて, 全用言 18046 セットの 7W1H のカウント数を合計した値を示す。

表 8 用言格データベースのカウント数の合計上位 5 件

格	Who	Who+	What	Where	Whom
合計値	451,339	726,508	2,207,620	713,652	349,728
順位	4	2	1	3	5

表 8 において What 格, Who+格, Where 格はそれぞれ順位が 1, 2, 3 となった。これは人間が日常的に使う文において, 何を(What), 誰と(Who+), どこで(Where) のことについて述べる表現が頻繁に使われていると考えられる。よってこれらに対しての掘り下げ応答を提案した。

(ア) What 格

例えば「美味しい料理を食べた」に対して「どんな料理を食べたの?」と応答するように, 話者の発言の“何”について尋ねる手法について述べる。ここでは What 格に格

納されている語を形態素解析し名詞を抽出し, その名詞がシソーラス上でノードに位置しているか否かを判断する。ノードに位置している場合その語をリーフまで掘り下げることが出来ると考えられるため, 「どんな～ですか?」と応答する。(～: 名詞)

(イ) Where 格

例えば「動物園に行った」に対して「どこの動物園ですか?」と応答するように, 話者の発言の“どこ”について尋ねる手法について述べる。Where 格の語が“施設名”を表す語が格納されている場合と“地名”を表す語が格納されている場合について処理を分ける。その語が施設名か地名かの判断は形態素の品詞情報を参照する。

*施設名を表す場合

Where 格の語が施設名の場合, その施設の所在地についての質問応答を行う。応答には「～はどこにありますか?」(～: 施設名)と応答する。

*地名を表す場合

Where 格の語が地名の場合はその場所についての質問応答を行う。応答パターンは, 「～はよく行くのですか?」(～: 地名)と応答する。

(ウ) Who+格

例えば「友だちと遊びに行った」に対して「友だちの誰ですか?」と応答するように話者の発言の“誰と”について尋ねる手法について述べる。このように Who+格が話題になっているときは「～の誰さんですか?」(～: Who+格の語)と応答する。

③ 質問応答

質問応答では話者からの一般的な事象に対する質問に答える応答手法である。ここで一般的な事象に対する質問とは「夏に売れる果物は?」や「暑い季節は?」等のように「A の B は?」と聞いているものであり B の範囲に存在する A という条件に当てはまるものを問う質問である。

意図理解手法で「質問文」と判断された入力文に対して本手法を適用する。まず入力文を質問文会話意味理解方式^[16]で解析し質問対象語と質問対象語の条件を獲得する。続いて獲得された質問対象語をシソーラスを用いて全リーフを獲得する。獲得された全リーフと質問対象語の条件を関連度計算方式を用い最も関連度が高い語を獲得し, 「それは○○だと思います」というテンプレートを用い, 会話形で出力する(○○: 最も関連度が高いリーフ)。獲得できなかった場合は「わかりません」と出力する。

④ 感情判断応答

感情判断応答とは入力文から話者の感情を判断しそれに応じ応答する。例えば人間同士の会話であれば A さんが「インフルエンザになった」という発言に対して B さんが「大丈夫ですか?」と応答することがある。これは B さんが A さんの発言から A さんの悲しい感情を判断し応答していると考えられる。本応答手法はこのような応答を会話シ

システムに実現させるものである。

まず入力文を感情判断システムに入力し感情を取得する。感情に応じて応答を出力する。感情とそれに応じた応答を表9に示す。尚、感情が複数出力され、応答文が複数生成できる場合はそのうち1つをランダムに出力する。

表9 感情判断応答

感情	応答
安心, 喜び	良かったね
恐れ	恐いな
怒り	腹が立つね
恥, 悲しみ	大丈夫ですか?
後悔	悔しいですね
落胆	元氣だしてください
罪悪感	おいおい

⑤ 時間判断応答

人間同士の会話では「星を見に行く」に対して「今夜行くの?」と言うようにしばしば時間に関する連想を行って会話することがある。本応答手法はこのように入力文から時間を判断しそれに応じた応答をする手法を提案する。まず、入力文に対する時間の判断を行うために時間判断システム^[17]を用いる。時間判断システムで判断された日時、時間、季節に応じて表10のルールに従って応答文を生成する。

表10 時間判断応答生成ルール

季節, 時語, 日時	応答文
春, 夏, 秋, 冬	{季節}に{~する(入力文用言)}のですね。
朝, 昼, 夜(時語)	{時語}に{~する(入力文用言)}のですね。
1月~12月(日時)	{月}のですね。

以上のルールによって応答文を生成する。

4. 評価

2つの側面で評価した。1つ目はチャットシステムを用いたチューリングテスト、2つ目はアンケートである。

4.1 チューリングテスト

今回被験者には4回チャットを行ってもらい、そのチャットの相手が人間なのか本提案システムなのかを当ててもらった。チューリングテストでは一般的に30%の被験者がシステムと人間を間違えると合格とされる。

4.1.1 評価手法

今回評価するにあたり本提案システム1台と話題を考慮していない会話システム^[12]1台(比較システムとする)と人2名が、被験者とテキストベースのチャットを行い評価を行った。比較システムは金子稜らによって提案された会話を継続するためのシステムであり、6W1H応答^[8]、挨拶応答、話題転換応答、未登録語応答、場所判断連想応答のいずれかで応答するシステムである。ここで6W1H応答とは西澤優らによって提案された応答手法であり、本稿が提案した7W1H応答からWho+を除いた格に対して聞き返しを行う応答手法である。また、人2名のうち1名は本提案システム作成者である私(Aさんとする)、もう1名は22

歳男性(大学院生, Bさんとする)である。

被験者は5名で行い22歳~24歳の男性を対象とした。被験者には本提案システム, 比較システム, Aさん, Bさんと、それぞれ被験者の発言から始まる10往復の会話を行ってもらい、どれがシステムなのかを判断してもらった。また、被験者にはチャット終了後に返ってきたそれぞれの応答について自然さの評価を○, △, ×の3段階で評価してもらい、本提案システムと比較システムを比べた際に感じたコメントも自由記述で書いてもらった。なお、自由記述のコメントを書いてもらう際、被験者にチャットの相手が人間かシステムかは開示されるが、どちらが本提案システムかは被験者には伏せられている。また、コメントを書いてもらう以前はチャットの相手が人間かシステムかは伏せられた状態で評価を行った。

4.1.2 結果

5人中1人が本提案システムを人間と間違え、5人中0人が比較システムを人間と間違えた。またそれぞれの応答に対する○, △, ×の評価は以下の表11~表14のとおりとなった。

表11 本提案システムの評価結果

評価	本提案システム		
	○	△	×
数(全50文中)	31	9	10
占める割合	62%	18%	20%

表12 比較システムの評価結果

評価	比較システム		
	○	△	×
数(全50文中)	20	5	25
占める割合	40%	10%	50%

表13 Aさん評価結果

評価	Aさん		
	○	△	×
数(全50文中)	41	7	2
占める割合	82%	14%	4%

表14 Bさんの評価結果

評価	Bさん		
	○	△	×
数(全50文中)	41	4	5
占める割合	82%	8%	10%

評価セット数は本提案システム, 比較システム, Aさん, Bさんそれぞれ10往復の会話×5名の被験者となり各50セットとなった。本提案システムと被験者の会話は○が31/50, △が9/50, ×が10/50となりAさんと被験者の会話, Bさんと被験者の会話に比べて○が減り×, △が増える傾向にあった。また比較システムと比べると○, △が増え, ×が減っている。

4.1.3 考察

チューリングテストにおいて比較システムは5人中0人が人間と間違えたのに対し、本提案システムでは5人中1人が人間と間違えた。これは話題を考慮したことにより、システムがより人間に近づいたものと考えられる。実際、個々の応答に対して○, △, ×を付ける評価では本提案シ

システムと比較システムの評価結果を比較すると○が 22%増加しており精度が向上している。さらに被験者からの自由記述の感想では本提案システムは比較システムに比べて「会話の流れの飛躍が少なくなり話が噛み合っている」、「応答のパリエーションが増えた」という評価を受けた。これは本稿が提案した話題の考慮及び、新たに提案した応答手法が精度向上に貢献したと考えられる。

しかし、チューリングテストに合格できなかった点においては、本提案システムは話題を考慮しない場合より会話の自然さは増しているが、人間がする会話ほどの自然さは得られなかったということになる。その原因としては、システムは想定された応答についてはきちんと返答できているのに対し、想定されていない応答については不自然な返答をしてしまい、会話の自然さを欠いてしまったことが一つの原因と考えられる。想定されていなかった入力文が入力された例を以下図 5 に示す。

	評価結果
1 被験者：もう暗いですね	
2 システム：何がですか？	○
3 被験者：外が暗いです	
4 システム：どんな外ですか？	×

図 5 想定されていない入力

図 5 のように人間同士であれば空の様子や天気について会話することがある。しかし本提案システムではその会話について対応していないため不自然な応答がされた。

また、対照的に想定していた入力でも上手く会話が噛み合った例を図 6 に示す。

	評価結果
1 被験者：夜にはご飯を食べに行こうと思っています	
2 システム：誰とご飯を食べるのですか？	○
3 被験者：一緒に遊ぶ友達と食べます	
4 システム：友だちの誰さんですか？	○

図 6 システムとの会話が噛み合った例

図 6 の 1 行目の被験者の発言からシステムは「誰に (Who+)」を聞き返し、3 行目の被験者の発言から友達を話題として掘り下げを行っている。この例は話題の決定が上手く機能したと考えられる。しかし、想定していた入力であったが話題の選択が被験者に違和感を与えてしまうこともあった。例を図 7 に示す。

	評価結果
1 システム：伊勢はよく行きますか？	○
2 被験者：今回で 2 回目です	
3 システム：いつ行ったのですか？	○
4 被験者：先週の週末です	
5 システム：誰と行ったのですか？	○
6 被験者：家族と行きました	
7 システム：冬に行ったんですね。	△
8 被験者：そうですね。だいぶ寒かったです。	
9 システム：家族の誰とですか？	×
10 被験者：両親と、弟と、祖父と行きました	

図 7 話の飛躍

図 7 の 9 行目のシステムの発言に対して評価に×がついたのは 7 行目のシステムの発言で冬について話したにもか

かわらず突然また家族のことに関して話したことが不自然に感じたためである。これには 3.2 節の話題の決定手法で話題のフレームを特定する際、どの程度過去までの会話履歴フレームを参照するかを再度検討する必要がある。

また、個々の応答に対して○、△、×を付ける評価では話題転換応答が呼び出された時△または×が評価につく傾向にあった。評価中、話題転換応答が呼び出された回数は 6 回でそのうち△が 1 個、×が 5 個であった。話題転換応答では予め用意された話題転換応答候補からランダムに転換しているだけであったので唐突に話が飛躍し会話の自然さを欠いたものと考えられる。話が飛躍しないような話題転換手法の検討が本提案システムの精度向上に繋がると考えられる。

また、人間同士の会話では最近見た映画やドラマ、本などや趣味に関する深い知識が必要な会話も多々行われた。しかしそれをシステムで実現しようとするとその映画やドラマ、本や趣味に関する深い知識が必要となる。映画やドラマ、本などを例にとっても日々新しい作品が出現しており日々新しい知識が必要となる。そこで Web から知識を取得し会話に用いることができればより人間らしい親しみを持つ自然な応答ができるのではないかと考える。

4.2 アンケート

人間同士の会話と、人間と本提案システムとの会話と、人間と比較システムの会話を混ぜて評価セットを作成し、各セットに対して○、△、×の三段階で評価してもらった。

4.2.1 評価手法

4.1 節のチューリングテストにて A さんと被験者の会話、B さんと被験者との会話、名大チャットコーパス^[9]の会話を人間同士の会話とし、被験者と本提案システムとの会話を人間と本提案システムとの会話、被験者と比較システムとの会話を人間と比較システムとの会話とし、それぞれ各セット 1~5 往復の会話を 15 セットずつ集めアンケートを作成した。なお、4.1 節のチューリングテストから評価セットを作成する際はアンケート回答者がテストセットを見て、何について話しているかがわかるであろう部分を選び抜き出し作成した。自然さの評価は○、△、×の三段階で行ってもらった。被験者はチューリングテストを受けた人以外の被験者 5 名で行い 22 歳~24 歳の男性を対象とした。

4.2.2 結果

人間同士の会話の評価、本提案システムと人間の会話、比較システムと人間の会話の評価は表 15 の通りとなった。

表 15 アンケート評価結果

人間同士			本提案システムと人間			比較システムと人間		
○	△	×	○	△	×	○	△	×
46	14	15	36	24	15	27	30	18
61%	19%	20%	48%	32%	20%	36%	40%	24%

アンケートによる評価を行った結果、本提案システムと

人間の評価結果は比較システムと人間の評価に比べて○が12%増加し、△が18%減少し、人間同士の評価結果に比べて○が13%減少し、△が13%増加した。

4.2.3 考察

本提案システムと人間の会話は比較システムと人間の会話に比べて○の数が12%増加した。このことより、話題を考慮したこと、新たに応答手法を提案したことにより、システムがより人間に近づいたものと考えられる。しかし、本提案システムと人間、人間同士の会話を比較した時×の数は変わらず、○の数が減少し△の数が増加した。このことから本提案システムは不自然とまではいかないが自然で人間らしい会話にまでは届かない応答を多く出力してしまっていると考えられる。以下の図8に△が多かった会話のテストセットの例を示す。

- | | |
|----------------|------------------------|
| 1 | A: 林檎を食べた |
| 2 | B: 林檎は赤いですよね。林檎は好きですか? |
| 3 | A: どこで食べたのですか? |
| 4 | B: 家で食べました |
| 5 | A: 家はどこにありますか? |
| ○: 0 △: 3 ×: 2 | |

図8 提案システムと人間の会話1 (Bが提案システム)

1行目の「林檎を食べた」に対して「林檎は赤いですよね」は間違っているとは言えないがこの会話の流れの場合人間同士の会話ではあまり言わない。色の話をしている「そういえば林檎は赤い」と発言をすることはあると思うがこの流れで林檎の色について発言することは会話の自然さを欠く原因と考えられる。会話の流れを考慮して連想された形容詞の中から会話に用いる形容詞を選択する必要があると考えられる。また、5行目のシステムの発言「家はどこにありますか?」は話者に対してプライベートすぎて答えにくい質問をしてしまい会話の自然さを欠いてしまっている。この発言はWhere格の話題掘り下げ応答を行ったものであるが、質問するWhere格の語について条件を設け、質問して会話の自然さを欠くものは質問を控える等の処理が必要であると考えられる。また、中には本提案システムがきちんと話題を捉え応答をした評価セットもあった。

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 | A: 旅行に行く |
| 2 | B: どこに行きますか? |
| 3 | A: 白川郷に行きます。 |
| 4 | B: 白川郷はよく行きますか? |
| 5 | A: はい。 |
| 6 | B: いつ行くのですか? |
| 7 | A: 来月です |
| ○: 5 △: 0 ×: 0 | |

図9 提案システムと人間の会話2 (Bが提案システム)

図9の応答は本稿が提案した話題の決定手法(3.2節)が上手く噛み合い自然で人間らしい会話を実現出来たと考えられる。また、アンケート評価でもチューリングテストと同様に話題転換応答で応答した箇所が含まれているテストセットは△と×の評価が増える傾向にあった。

5. おわりに

本稿では会話の話題を捉えた自然な応答をさせるシステムの構築を目指した。その実現のために会話の中から話題を捉え、その話題に応じた応答をするシステムの構築を提案した。過去に提案された応答手法と、新しく提案した応答手法を組み合わせる自然な応答を生成する手法を提案した。結果、話題を考慮しない会話システムに比べて会話の自然さが向上した。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金(若手研究(B)24700215)の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] 大西可奈子, 吉村健, “コンピュータとの自然な会話を実現する雑談対話技術”, NTT DoCoMo テクニカル・ジャーナル vol.21, No.4, pp17-21, 2014.
- [2] Apple Siri <http://www.apple.com/jp/ios/siri/>, 2015/8/3.
- [3] 大井健二, 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, pp.275-278, 2003.
- [4] 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, pp.651-654, 2002.
- [5] 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.
- [6] 土屋誠司, 鈴木基之, 芋野美紗子, 吉村枝里子, 渡部広一, “口語表現に対応した知識ベースと連想メカニズムによる感情判断手法”, 人工知能学会論文誌, Vol.29, No.1, pp.11-20, 2014.
- [7] 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会資料, 2003-NL-153, pp.81-88, 2003.
- [8] 渡部広一, 奥村紀之, 河岡司, “概念の意味属性と共起情報を用いた関連度計算方式”, 自然言語処理, Vol.13, No.1, pp.53-74, 2006.
- [9] 奥村紀之, 土屋誠司, 渡部広一, 河岡司, “概念間の関連度計算のための大規模概念ベースの構築”, 自然言語処理, Vol.14, No.5, pp.41-64, 2007.
- [10] 河原大輔, 黒橋禎夫, “高機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会資料, 2006-NL-171-12, pp.67-73, 2006.
- [11] 西尾実, 岩淵悦太郎, 水谷静夫, “岩波国語辞典第五版”, 岩波書店, 1994.
- [12] 金子稜, 吉村枝里子, 土屋誠司, 渡部広一 “連想と常識判断を用いた会話からの話者情報取得手法”, 情報科学技術フォーラムFIT2014, pp.233-234, 2014.
- [13] 吉村枝里子, 渡部広一, 河岡司, “知能ロボットにおける挨拶文の自動生成方式”, 第18回人工知能学会全国大会論文集, 2D1-09, 2004.
- [14] 吉村枝里子, 芋野美紗子, 土屋誠司, 渡部広一, “知的会話処理における連想応答手法”, 人工知能学会論文誌 SP-A, Vol.28, No.2, pp.100-111, 2013.
- [15] 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”, 人工知能学会誌, Vol.19, No.2, pp.73-82, 2004.
- [16] 古川成道, 渡部広一, 河岡司, “概念ベースを用いた知的検索における曖昧な質問文の意味理解”, 2004年度人工知能学会全国大会(第18回), 論文集セッションID:2D2-14, 2004.
- [17] 古川義紀, 芋野美紗子, 土屋誠司, 渡部広一, “文の意味を考慮した常識的時間判断システムの構築”, 情報科学技術フォーラムFIT2014, pp.235-236, 2014.
- [18] 西澤優, 渡部広一, 河岡司 “常識判断メカニズムを用いた知的質問生成方式”, 信学技報, Vol.104, No.728, pp.25-30, 2005.
- [19] 名古屋大学, “名大チャットコーパス”, <http://tell.cla.purdue.edu/chakoshi/meidai-chuui.html>, 2016/01/05.