

Soramimic - 限定された単語による空耳日本語文自動生成システムの開発

島谷 二郎^{1,a)} 中村 泰²

概要: 空耳は、歌詞・言葉が別の言葉に聞こえる現象であり、日本ではユーモア、娯楽として親しまれている。人手による空耳文生成において使用する単語の種類を限定することでユーモアを向上させる手法がある。空耳の自動生成に関する研究は過去に行われてきたが、限定された単語のみを用いる状況は想定されてこなかった。使用できる単語の種類が限られる場合、日本語文を適当に区切り各パートに対する類音語を当てはめるという手法では、精度の高い空耳文の生成することが難しいという問題がある。そこで、動的計画法により文章の区切り方を含めて最適化することにより、音韻がより元の文章に近い空耳文を自動生成するシステムを開発した。Web アンケートを通じた評価により、文節で区切った場合よりも動的計画法を用いて最適化した場合において、音韻の類似性が主観的に向上することを示唆する結果を得た。

1. はじめに

近年のヒューマンコンピュータインタラクション研究において、機械がユーモアを表出することへの関心が高まっている。ユーモアの出発点、表出者あるいは表出物への親しみを増加させ、インタラクションの質を高めることに貢献する。Ptaszynski[1]らは対話エージェントがユーモアを表出する場合に、対話がより自然に感じられ、ユーザの対話継続への意欲が高まることを示唆した。Mashimoら[2]はロボット同士のユーモアを含む掛け合い(漫才)を通じて情報提供を行うことで、情報がより興味深く、理解しやすいとユーザに感じられることを報告した。

また、対人コミュニケーションにおいてユーモアを含めることで、自己の主張や意見を表明する態度の向上[3]、抑うつ[4]などの効果が報告されている。機械がユーモアを表出することで、そうした効果を機械とのインタラクションにおいて得ることも期待できる。

空耳は日本において長年親しまれているユーモアの一種である。空耳は本来は、実際に聞こえていない言葉が聞こえる現象(幻聴)の意であるが、転じて、ある言葉・文章が別の言葉・文章として理解されることを指す。本稿では後者の意味で用いる。タモリ倶楽部(テレビ朝日)[5]の空耳を題材としたミニコーナー『空耳アワー』は、放送開始以来、25年に渡り親しまれている。また動画投稿サイトで

は異国語に日本語を当てはめたコメントがしばしば見られる。古来においては、音韻の類似性を利用したユーモアが「掛け言葉」として親しまれてきており、その起源は万葉集以前にまで遡ることができる。空耳においても音韻の類似性が利用されており、その意味で空耳は、日本の伝統的なユーモアの系譜に連なるものであるといえる。

空耳の多くは、タモリ倶楽部において扱われていたような異国語(主には英語)を日本語に置き換える形式のものである(“I salender”を「愛されんだあ」と言い換えるなど)。英語から日本語の空耳文を自動生成する研究が過去にされてきた。羽鹿らは人手で作られたマスターデータを解析し、英語で歌唱された洋楽歌詞から日本語の空耳文を生成するための基礎的な検証を行った[6]。榎間らは英語を元にした空耳和文の「発音が小さく聞き取りづらい部分を考慮しない」という特徴に注目し、英語音声データを、閾値音量以下の部分を削除する前処理をした上で、日本語音声認識ソフトウェアに入力することで、英語音声データから空耳和文を自動生成する手法を提案した[7]。

一方で日本語を別の日本語に置き換える形式の空耳も存在し、そのような形式においては、空耳文に使用できる単語の種類を限定することでおかしみを生み出す手法がしばしば用いられる。限定された単語による空耳文は、英語を日本語で言い換える空耳と同様に、現代における人気コンテンツであり、その自動生成を行うことは文化的意義がある。例えば日本の歌謡曲を野球選手の名前のみで歌った動画が動画投稿サイトに投稿され、多いもので500万回以上再生されるなど、人気を博している。

¹ 大阪大学基礎工学研究科

² 大阪大学未来戦略機構第四部門

^{a)} shimaya.jiro@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

限定された単語による空耳文の自動生成は、機械が表出できるユーモアの範囲を広げることには貢献すると言う意味で応用的意義ももつ。ユーモアはギャップとその解消の過程に生じるとされる [8]。英語と日本語という言語のギャップがある状態で発音の類似性を見出させることでユーモアを生み出していると考えられる。これに対し、日本語を日本語で置き換える場合には言語のギャップを利用できない。しかし、そのような状況においても、使用する単語の種類を統一すると、空耳文と元文の間に意味的なギャップを生み出されユーモアを生じさせることができる。したがって限定された単語による空耳の自動生成は、機械が表出できるユーモアの種類を広げることにつながる。

そうした意義があるにも関わらず、限定された単語による空耳文の自動生成に関する研究はなされていない。先に述べた英語を日本語で置き換える空耳生成の研究においては、空耳文に使用できる単語の種類に制限は設けられていない。空耳と同じく音韻の類似性に注目した研究として、駄洒落の自動生成に関する研究もある [9] が、同じく使用できる単語の種類に制限は設けられていない。

そこで、本研究では使用できる単語の種類を限定した上で、任意の日本語文に対応する空耳文を自動生成するシステムの開発を目指す。

使用できる単語の種類を限定することに伴う困難の一つは、使用できる単語の数が少なくなることである。一般的な日本語の辞書に含まれる単語数が数万語であるのに対し、例えば単語の種類を国名のみに制限した場合には、使用できる単語は200語程度に限られる。さらに限定された単語による空耳文は替え歌の歌詞として用いられることが多い。歌に適用する場合には、歌いやすさを維持するため、言い換え元と先で音節（モウラ）数を一致させる必要があり、使える単語数がさらに限られる。これらの制限により使用できる単語数が少なくなること、文章全体として音韻が類似する空耳文を生成することが難しくなる。

そこで本研究では、文の区切り方を含めて最適化された空耳文を生成するシステムを開発する。過去の研究では、使用できる単語数が多かったため、文の区切り方に関する最適化を考慮する利点が少なく、注目されてこなかった。これに対し、本研究では、動的計画法を用いることで、現実的な計算時間において文の区切り方を含めた最適化を行い、文章全体としての音韻の類似性の向上を目指す。

本稿は4つの節で構成される。第2節では本研究にて開発した限定された単語による空耳日本語文自動生成システム『Soramimic』の概要を説明する。第3節では本システムにより主観的に音韻が近いと感じられる空耳文を生成を生成できたことを検証するための評価実験について述べ、第4節で結論を述べる。

2. Soramimic - 限定された単語による空耳日本語文自動生成システム

Soramimic（ソラミミック）は任意の日本語文（入力）に対して、データベースに登録された単語のみを用いた空耳文（出力）を自動生成するシステムである。Soramimicは入力の構造を解析する前処理部、入力の一部に対して適切な単語を与えるための計算を行う類音単語選択部、動的計画法に基づき区切り方まで含めた最適化を行う最適化計算部からなる。

2.1 前処理部

前処理部では入力の日本語構造、特に発音と文節の区切れ位置に対する解析を行う。入力は漢字仮名交じり文の日本語とする。形態素解析ソフトウェア MeCab を用いて発音と文節の切れ目を解析する。辞書として固有名詞表現に対する制度が高い mecab-ipadic-NEologd[10] を使用した。発音だけでなく文節の切れ目も解析する理由は、文節の区切り方について、解析された形態素に非自立でない名詞、非自立でない動詞、形容詞、副詞、感動詞が含まれていた場合、その直前を文節の区切りとした。

2.2 類音語選択部

類音語選択部では、ランダムに分割された入力の一部（分割）に対応する類音語を、分割とモウラ数が一致する類音語候補の中から編集距離に基づいて選択する。さらに最適化計算に用いるための類音度スコアを複数の評価値の重み付き和として与える。類音スコア（Similarity）の計算式を以下に示す。

$$Similarity = -w_{kana} \cdot E_{kana} - w_{roma} \cdot E_{roma} \quad (1)$$

$$+ w_{mora} \cdot M + w_{bunsetsu} \cdot B \quad (2)$$

ここで E_{kana} は分割の発音のカタカナ表記と類音語候補の発音のカタカナ表記の編集距離（カタカナ編集距離）である。 E_{roma} は分割の発音のローマ字表記と類音語候補の発音のローマ字表記の編集距離（ローマ字編集距離）である。 M は分割のモウラ数である。 B は分割の最後の文字が文節の終わりであった場合に0、そうでない場合に-1となる値である。 $w_{kana}, w_{roma}, w_{mora}, w_{bunsetsu}$ はそれぞれ評価値 E_{kana}, E_{roma}, M, B に対する重みであり、正値を取る。編集距離はある文字列を一字ずつの挿入、削除、置換によって別の文字列に置き換えるのに要する最小操作数として定義される。発音の完全一致だけでなく子音のみ、母音のみ一致する単語も選ばれるようにカタカナ編集距離とローマ字編集距離の両方を評価値に含めた。

2.3 最適化計算部

最適化計算部では、類音語選択部で計算されたスコアを

文章全体で最大化する文字の区切り方を動的計画法を用いて算出する。類音語選択部におけるパラメータの係数を事前に設定することにより、編集距離が短くなることを優先する他、文節で区切れやすくする、置き換え先として長い単語が選ばれやすくなるといった調節ができる。

入力として日本語の童謡「もしもしかめよ」の歌詞の一部を、国名（国連加盟国193カ国の日本語における正式名称または通称）を用いて空耳に変換したときの、出力結果の例を表に示す。入力は「もしもしかめよかめさんよ | 世界のうちでお前ほど | 歩みののろいものはない | どうしてそんなにのろいのか」である。'|'は出力の単語がその位置をまたがないようにするための区切り文字である。パラメータの重みを変えて出力した結果をみると、文節で区切れていることを重視した場合のカタカナ編集距離が41であるのに対し、カタカナ編集距離を重視した場合は34である。動的計画法を用いてカタカナ編集距離に関する最適化を行うことで、全体としてより編集距離の近い空耳文を出力できている。また編集距離に関して、カタカナ編集距離のみを考慮した場合と、カタカナとローマ字編集距離を両方考慮した場合を比べると、「アユミノノ」に対する出力が前者では「アルバニア」、後者では「アルメニア」になるなど、より母音、子音のみの共通性も考慮された出力がされている。

3. 評価実験

本システムを用いて編集距離等に基づき最適化することで、主観的にも音韻が近いと感じられる空耳日本語文が生成できたかは分からない。そこで、音韻の類似性に関する主観的な印象に関するアンケート調査を通じて、本システムの有用性を評価した。

3.1 条件

主観的な音韻の類似性に影響する評価値として、編集距離、文節、分割の文字数などが考えられる。その中で本実験では、特に影響が大きいと考えられる編集距離と文節に注目する。そこで、評価値の重みが異なる以下の条件を用意した。

文節条件 入力の文節の区切れと空耳文の単語の区切れの位置が一致するように最適化する：

$$(w_{kana}, w_{roma}, w_{mora}, w_{bunsetsu}) = (1, 1, 0, 10).$$

編集距離条件 入力と出力の編集距離が最も近くなるように最適化する： $(w_{kana}, w_{roma}, w_{mora}, w_{bunsetsu}) = (1, 1, 0, 0)$

文節+編集距離条件 文節と編集距離の両方を考慮して最適化する： $(w_{kana}, w_{roma}, w_{mora}, w_{bunsetsu}) = (1, 1, 0, 2)$

3.2 方法

Web アンケートで回答を収集した。46名（男性34名、女性12名）が回答した。年齢層は20代が32名、30代が8名、40代が5名、60代が1名であった。

アンケートでは、入力元となる日本語文を元発音、3通りの条件によって変換した空耳日本語文を類音文1, 2, 3とし、元発音と発音が近いと感じる順に、順位付けをさせた。具体的には元発音と類音文1, 2, 3を並べて提示し、『元発音』と『類音文』の発音が似ている順に、順位をつけてください」と教示した。類音文の提示順はランダムにされ、各類音文がどのような条件によって生成されたかは回答者に伝えなかった。アンケート画面のスクリーンショットを図1に示す。

以下の文章「海は広いな大きいな 月が昇るし日が沈む」について、「元発音」と「類音文」の発音が似ている順に、順位をつけてください。 *

元文	海は広いな大きいな			月が昇るし日が沈む			
文章1 (元発音)	ウミハ	ヒロイナ	オオキイナ	ツキガ	ノボルシ	ヒガ	シズム
文章1 (類音文)	ドイツ	ガイアナ	ウクライナ	トンガ	ベルギー	チリ	シリア
文章2 (元発音)	ウミハ	ヒロイナ	オオキイナ	ツキガ	ノボルシ	ヒガ	シズム
文章2 (類音文)	タイウ	クライナ	ウクライナ	トンガ	ナウルシ	リア	シリア
文章3 (元発音)	ウミハ	ヒロイナ	オオキイナ	ツキガ	ノボルシ	ヒガ	シズム
文章3 (類音文)	タイコ	モロイン	ドガイアナ	トンガ	ナウルシ	リア	シリア

図1 アンケート画面

入力元の日本語文として著作権フリーの日本の童謡の歌詞の一部を5種類、ATR音素バランス503文[11]のうち6文を用いた（ATR503文は日本語の音素をバランスよく文書の集合である。Aセットの最初の10文のうち、モウラ数が多いものとMeCabによる構文解析に失敗したものを除いた6文を入力として選んだ）。出力に用いる単語は国名とした。アンケートで使用した文章及び各条件に従って生成した空耳文のうち、元の日本語が歌詞であるものとならないものをそれぞれ表2と表3に示す。出力は、可読性を高めるため、入力元の文節に対応する位置でスペースを挿入し、拗音（ー）は直前の母音で置き換えた。

3.3 実験条件が正しく成立していることの確認

編集距離と文節について、実験条件が正しく成立していたかどうかを確認する。編集距離は文字数に応じて大きくなる値であるため文字列長で除して正規化する。正規化したカタカナ編集距離とローマ字編の平均値を、比編集距離と定義した。各条件の比編集距離を11文に対して平均した値を図2に示す。各ペアについて対応のあるt検定（Holmの補正）の結果、文節条件の比編集距離は編集距離条件、文節+編集距離条件に対して有意に長かった（ $p < .001$ ）。したがって編集距離を考慮した場合には、考慮しなかった場合に比べ、編集距離の小さい空耳文を出力できていたことが確認された。

表 1 入力「もしもしかめよかめさんよ | 世界のうちでお前ほど | 歩みののろいものはない |
どうしてそんなにのろいのか」に対応する空耳自動生成システムの出力結果

重視する評価値	重み	出力	カタカナ編集距離
	$(w_{kana}, w_{roma}, w_{mora}, w_{bunsetsu})$		
文節	(1,0,0,10)	モルドバ カナダ カメルーン アフガニスタン ポーランド アンドラ アルゼンチン タイ ブータン アンドラ スロバキア	41
カタカナ編集距離	(1,0,0,0)	ロシア イエメン カメルーン タイイン ドチリ タイインド アルバニア アタイモナコ タイ ドイツベナンギニア アタイタイ	34
文節, カタカナ編集距離	(1,0,0,1)	モルドバ カナダ カメルーン ニカラグア アチリ ポーランド アルバニア アタイモナコ タイ ブータン サンマリ ノガイアナ	36
文節, カタカナ編集距離, ローマ字編集距離	(1,1,0,2)	マリロシ アマリ カメルーン ベナンハ イチオ マーンチリ アルメニア アタイモナコ タイ ドミニカサンマリノドミニカ	36

表 2 アンケート項目 (歌詞)

文章 ID	入力	条件	出力
歌 1	仰げば 尊し 我が 師の 恩 教への 庭にも はや 幾年	文節	アンゴラ ブウタン タイ チリ タイ オマアン ルワンダ タイ キプロス
		編集距離	アンゴラ トオゴシ リア ニッポン ロシアギニアサモア アタイスイス
		文節+編集距離	アンゴラ トオゴシ リア ニッポン ロシアボツワナバハマ キプロス
歌 2	かごめ かごめ 籠の中 の 鳥は いくつか 出 会った 後ろの 正面 だ あれ	文節	カナダ カナダ ガボン ナウル トンガ タイ タイ イタリア ソロモン オマアン
		編集距離	カナダ カナダ タイモナココ モロド イツ イタリアタイ シリアロシアデン
		文節+編集距離	カナダ カナダ ガイアナ エリトリア イタリア イタリア ソロモン オマアン
歌 3	でんでん むしむし カタ ツムリ お前の 目玉は どこに なる ツノ出せ 槍だせ目玉出せ	文節	イエメン マアシャル カメルーン オマアン ガンビア ドイツ マリ タイ タイ マリ
		編集距離	イエメン マリロシ アタイマリ オマアン パハマチャドカタアル カナダソマリ
		文節+編集距離	イエメン ロシアカタアルマリ オマアン マリマケドニアマリ カナダソマリ
歌 4	桃太郎さん桃太郎さん お腰につけたきびだん ご一つ私にくださいな	文節	モオリタニア モオリタニア メキシコ マルタ ポーランド ドイツ イタリア ウクライナ
		編集距離	モロッコサモア モナコタイ タイシリ アイタリアンゴラボツ ワナチリ ウクライナ
		文節+編集距離	モオリタニア モオリタニア メキシコ スロバキアアンゴラボツ ワナチリ ウクライナ
歌 5	海は広いな大きいな 月が登るし日が沈む	文節	ドイツ ガイアナ ウクライナ トンガ ベルギー チリ シリア
		編集距離	タイコ モロイン ドガイアナ トンガ ナウルシリアシリア
		文節+編集距離	タイウ クライナ ウクライナ トンガ ナウルシリアシリア

同様に、入力の文節の区切れと空耳の単語の区切れの不一致率を計算した。具体的には、入力と空耳文のペアについて、入力の文節の区切れが空耳文の単語の途中に位置した回数を数え、入力の文節数に対するその割合を文節不一致率と定義した。各条件の文節不一致率を 11 文に対して平均した値を結果を図 3 に示す。編集距離条件と文節+編

集距離条件の組みについて対応のある t 検定を行った結果、文節+編集距離条件の文節不一致率は、編集距離条件に比べ有意に小さかった ($p < .005$)。したがって、文節の考慮した場合には、考慮しなかった場合に比べ、文節不一致率の小さい空耳文を出力できていたことが確認された。

表 3 アンケート項目（歌詞でない文章）

Table 3 An Example of Table.

文 章 ID	入 力	条 件	出 力
文 1	あらゆる 現実を すべて 自分の ほうへ ねじ曲げ ただ	文節	ブラジル デンマク スイス オオストラリア サウジアラビア
		編集距離	イラク ブルンジ スイス ベリイ ズイン ドイエ メンマリカナダ
		文節+編集距離	ブラジル デンマク スイス ジブチ ノルウェー メンマリカナダ
文 2	救急車が十分に動けず 救助作業が遅れている	文節	インドネシア ポーランド ベリイ ズ キューバ アンドラ オオストラリア
		編集距離	キューバ シンガ ポーランド ベリイ ズ キューバ サモア オスカタル
		文節+編集距離	キューバ バハマ ポーランド ベリイ ズ キューバ サモア オスカタル
文 3	物価の 変動を 考慮して 給付 水準を 決める 必 要がある	文節	ブータン デンマク コロンビア キューバ スリランカ コモロ オオストラリア
		編集距離	ブータン インドクウェ エトロシア キューバ スイス タイ カメル ウントオゴマリ
		文節+編集距離	ブータン デンマク コンゴチリ キューバ スリランカ カメル ウントオゴマリ
文 4	老人ホームの 場合は 健 康器具や ひざ掛けだ	文節	コオトジボワール ガイアナ ミナミスウダン ニカラグア
		編集距離	ブータン オオスト リア イラ クカンコクグル ジアカナダ
		文節+編集距離	ブータン オアマン ガイアナ デンマク グル ジアカナダ
文 5	一週間ばかり ニュー ヨークを 取材した	文節	アンティグア バブダ オオストラリア マレシア
		編集距離	タイ スウダン バハマ デンマク ロ シア ロシア
		文節+編集距離	タイ スウダン バハマ ニュージーランド タイチリ
文 6	嬉しいはずが ゆっくり 寝ても いられない	文節	ウズベキスタン ベルギー レソト バアレエン
		編集距離	ロシア イラク ガ アナマリ レソト イラン タイ
		文節+編集距離	ブルネイ ハンガ リイ マリ レソト イラン タイ

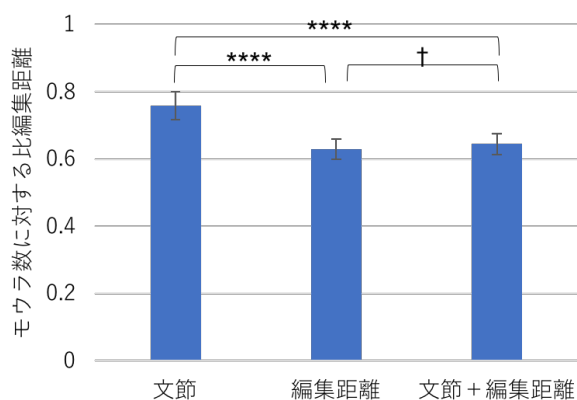


図 2 比編集距離の平均

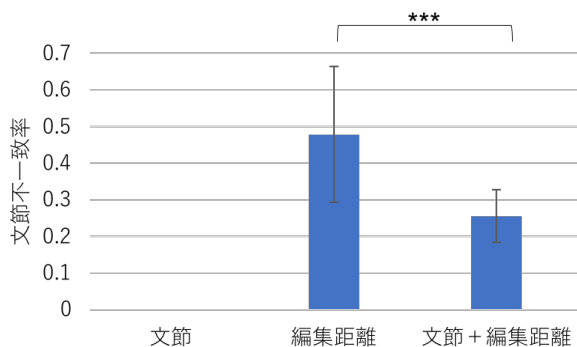


図 3 文節不一致率の平均

3.4 結果

比編集距離と平均順位の関係を図 4 に示す。比編集距離

と発音の主観的類似度の平均順位についてスピーアマンの順位相関係数を算出したところ、有意な正の相関が認められた ($r = .46, p < .001$)。すなわち編集距離が小さいほど、順位のスコアが小さく（順位が高く）評価されていた。平

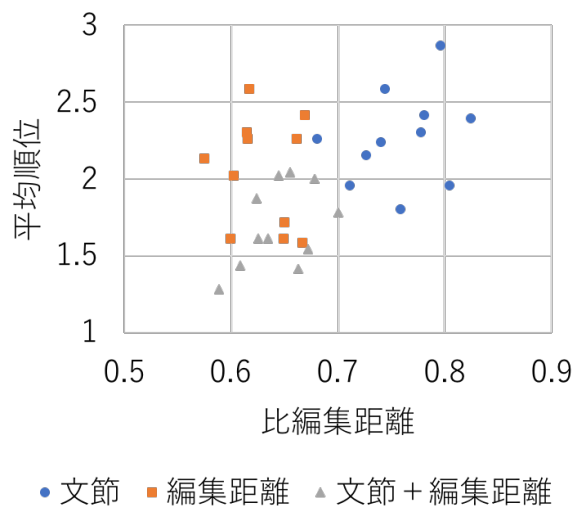


図 4 比編集距離と平均順位の関係

均順位を各条件ごと 11 文に渡って平均した値を図 5 に示す。対応のある t 検定（Holm の補正）の結果、文節+編集距離条件の平均順位の平均は文節条件に対して有意に小さかった ($p < .005$)。すなわち文節+編集距離条件は文節条件に比べてより音韻が類似していると評価された。

以上から、編集距離に基づく最適化を行うことで、文節

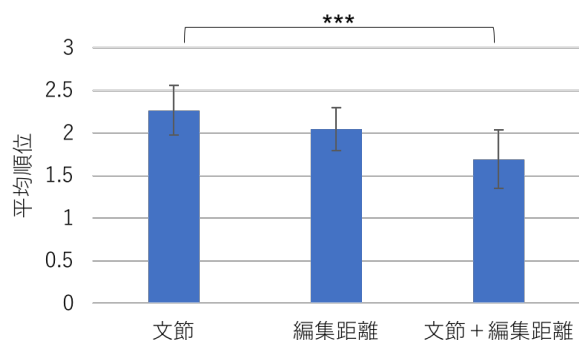


図 5 平均順位の平均

だけによる最適化を行う場合に比べ、主観的に音韻の類似している空耳文が生成できた。

平均順位の平均について文節条件と編集距離条件の有意差が認められなかった理由として、文節不一致率が高かったことが考えられる。空耳文が入力の文節に類似した区切れ方をすることで読みやすさやリズムが入力に近づき、音韻の主観的類似性の向上に寄与し、逆に、区切れ方が一致しない場合には編集距離が小さくても音韻の類似性が低く評価されてしまうと考えられる。

4. おわりに

限定された単語における空耳自動生成プログラムを開発し、定量的に編集距離が短い空耳文を生成できたこと、また、アンケート調査を通じて、主観的に音韻が類似している空耳文が生成できたことを確認した。制限事項として、検証に使用した日本語文は 11 文と多くなく、本結果が一般的な日本語文すべてに適用できる結果であるかは不明である。また本研究では音韻の主観的類似度に関する評価はおこなったが、空耳文が備えるユーモアや読みやすさ（発音しやすさ）といった側面に関しては評価していない。音韻の類似度以外の側面を考慮し、空耳としての総合的な質の評価を行っていくことは今後の課題とする。

限定された単語による空耳は日本で親しまれている人気コンテンツであるにも関わらずその自動生成に関する研究はなかった。また限定された単語の並びが空耳として知覚されるための要因や、そうした空耳文がユーモアとして感じられるメカニズムは必ずしも明らかでない。本研究で開発した空耳自動生成システムは編集距離や文節を始めとするパラメータをブラックボックスなく簡易に調節できるようになっており、本システムが生成する空耳文を用いることで、空耳に対するヒトの主観と空耳自体が備える定量的な性質を対応付けることが可能になると考えられる。さらに本システムは、事物の要素を抽出し、類似した別の事物に置き換える技術としてとらえることができ、本システムを通じて得られた知見は音声や画像など異なるモダリティに対しても拡張することも期待される。

謝辞 本研究は、文部科学省博士課程教育リーディングプログラムの補助によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Ptaszynski, M., Dybala, P., Rzepka, R. and Araki, K.: An Automatic Evaluation Method for Conversational Agents Based on Affect-as-Information Theory, *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics*, Vol. 22, No. 1, pp. 73–89 (2010).
- [2] Mashimo, R., Umetani, T., Kitamura, T. and Nadamoto, A.: Human-robots implicit communication based on dialogue between robots using automatic generation of funny scenarios from web, *The Eleventh ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction*, IEEE Press, pp. 327–334 (2016).
- [3] 山田浩平, 朝野聡, 物部博文: 対人葛藤場面での断り行動に対する自己効力感と社会的スキル及びアサーティブな態度, ユーモア対処との関わり, 学校保健研究, Vol. 54, No. 3, pp. 203–210 (2012).
- [4] 梶本知子, 山崎勝之: 対人ストレスユーモアコーピングが敵意, 意識的防衛性と抑うつに及ぼす影響, 心理学研究, Vol. 82, No. 1, pp. 9–15 (2011).
- [5] テレビ朝日: タモリ倶楽部, <http://www.tv-asahi.co.jp/tamoriclub/>.
- [6] 羽鹿諒, 山西良典ほか: 洋楽歌詞からの空耳フレーズ自動生成に向けた一検討, エンタテインメントコンピュータシンポジウム 2016 論文集, Vol. 2016, pp. 114–119 (2016).
- [7] 榊間祐太, 堀幸一郎, 水谷雄樹, 濱川礼ほか: 英語音声ファイルから発音が近い和文の自動生成: 空耳自動生成システム, 全国大会講演論文集, No. 人工知能と認知科学, pp. 101–102 (2009).
- [8] 野村亮太, 丸野俊一: 演芸状況でのユーモア生成プロセスのモデル化—構造方程式モデリングによる検討—, 認知科学, Vol. 15, No. 1, pp. 188–201 (2007).
- [9] 滝澤修ほか: 日本語駄洒落なぞなぞ生成システム”BOKE”, 人工知能学会誌, Vol. 13, No. 6, pp. 920–927 (1998).
- [10] 佐藤敏紀, 橋本泰一, 奥村学: 単語分かち書き辞書 mecab-ipadic-NEologd の実装と情報検索における効果的な使用方法の検討, 言語処理学会第 23 回年次大会 発表論文集, 言語処理学会, pp. 875–878 (2017).
- [11] 匂坂芳典, 浦谷則好: ATR 音声・言語データベース (j 小特集), 出揃った音声データベース, 日本音響学会誌, Vol. 48, No. 12, pp. 878–882 (1992).