

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：34310
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2015～2019
 課題番号：15K02738
 研究課題名(和文) Involvement-in-conversation-game型CALLの研究

研究課題名(英文) Involvement-in-conversation type CALL system

研究代表者

山本 誠一 (Yamamoto, Seiichi)

同志社大学・研究開発推進機構・嘱託研究員

研究者番号：20374100

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：新たな枠組みでの音声対話型CALLシステムとして、教師役と生徒役のロボットを配置し、学習者が2台のロボット間の会話からimplicit learningにより学習すると共に、学習者に対して直接的な指導としてtutoringを行うCALLシステムであるjoining-in-typeのRALLシステムを開発し、学習期間の前後での会話試験により被験者の学習効果の評価実験を進めた。
 この結果、学習者に複数回の回答を要求するという制約の下で、implicit learningによる学習効果の結果として、適切な表現を使用した発話を行う割合が大幅に増加することを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年のグローバル化を背景として、国際的共通語としての英語でのコミュニケーション能力の習得は一層その重要性を増しており、学習者と対話を行い、発音以外に文法、語彙等のコミュニケーション能力全般の向上を支援するシステムである音声対話型CALL(DB-CALL)の研究開発が急がれている社会環境で、広範囲な話題を対象としてimplicit learningとtutoringを効果的に組み合わせた音声対話型CALLシステムを提案し、その実現可能性を実証した意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：This research proposed a joining-in-type robot-assisted language learning (JIT-RALL) system as a computer-assisted language learning (CALL) systems with unique features that invites a learner to join in English conversations with two robots. The learner is encouraged to obtain communicative skill in English through implicit learning from dialogues between the robot and tutoring from a teacher robot. Experimental results comparing the ratios that the learners use appropriate expression before and after training with the JIT-RALL system demonstrated that the learners used appropriate expressions significantly more after the training. The experiment results demonstrated that the combination of tutoring and implicit learning implemented in the JIT-RALL system is effective for the learner to facilitate proceduralization of their declarative knowledge and develop their spontaneous productive skills in using grammatical patterns.

研究分野：音声認識

キーワード：音声認識 CALL 自然言語処理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

外国語(英語)によるコミュニケーション能力の向上を図るため、2020年度より国内の小学校で外国語が教科化される等、近年のグローバル化を背景として、国際的共通語としての英語でのコミュニケーション能力の習得は一層その重要性を増している。最も効率的な外国語(L2)学習については、インストラクタによる1対1の言語学習と考えられている。しかしながら、1対1の言語学習は有効である反面、そのコストが高いため教室を使用した複数人の学習者を対象とした言語学習が一般的である。この学習環境の欠点を補う言語学習支援システムとしては、1980年代以来 computer-assisted language learning (CALL) システムが開発され、発音学習に対しては computer-assisted pronunciation training (CAPT)システムが開発・実用に供されている。音声認識技術や自然言語処理技術の進展に伴い、学習者と対話を行い、発音以外に文法、語彙等のコミュニケーション能力全般の向上を支援するシステムである Dialogue-based CALL (DB-CALL)の研究開発が課題となっている。

DB-CALL では学習者の L2 での発話を正しく認識することが必須であるが、発音誤りに加えて構文誤りや語彙選択誤りなどの多様な誤りを含む L2 の発話を正しく認識することは、語彙や表現形式に対する強い制約なしでは現在の音声認識技術においても困難な技術課題であり、認識結果に基づき教示を行うのは困難である。このため、DB-CALL では学習者の発話内容を学習者の母語(L1)で示す translation-game 型や対話内容を強く限定する手法が使用されてきたが、これらの方法では学習者の自発的な発話を促し、その内容に対し適切なフィードバック (corrective feedback)を与えコミュニケーション能力を高めるという目的にそぐわない。このため、新たな枠組みでの DB-CALL システムの研究開発が求められていた。

2. 研究の目的

L2 の学習者の文法や語彙選択の誤り等を指摘してコミュニケーション能力の習得を支援する DB-CALL においては、L2 話者の発話の音声認識は必須機能であるにも拘わらず困難な課題であり、従来のシステムでは学習者の発話を厳しく制限することにより高精度の音声認識を実現している。一方、人と人との対話では対話者が他の対話者のリズムや表現方法等に自動的に発話を同調させるプロセスである interactive alignment が生じることが示されている。本研究ではこの同調現象を利用することにより、学習者が対話者の発話を模範例として参考に自発的な発話を行うことにより、言語学習がどの程度期待できるかを分析し、どのような環境設定により効果的に実現できるかを検証することを目的としている。

3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するために、2台の人型ロボットを用いた環境設定を行い、学習者の学習効果を測定することとした。ロボットに教師の役割を担わせることは教育者が不快感を示すため、教師役ロボットが配置されるのはまれである一方で、学習を共に行う役割を担う生徒役としてロボットを配置するのはより一般的である。本研究では、教師役と生徒役のロボットを配置し、学習者が2台のロボット間の会話から implicit learning により学習すると共に、学習者に対して直接的な指導として tutoring を可能とするシステムである involvement-in-conversation-game 型の CALL (英語ネイティブより英語表現として joining-in-type の方がよりフレンドリーな表現であるとの指摘を受け学会発表等は joining-in-type とのタイトルで発表したため、以下 JIT-CALL 若しくはロボットを用いていることを明確に示すために JIT-RALL と略称する)を開発し、被験者による評価実験を進めた。図1に実験風景を示す。

本システムによる学習では、教師役のロボットからの質問に対し生徒役を担うロボットの模

範的な表現による回答を参考に、教師役のロボットからの同様の質問に対し学習者が自発的な発話を行うことによる言語学習である implicit learning 効果が期待できる。また、学習者が模範例に近い発話を行うことで、CALL システムなど L2 が発話されるシステムで課題となっている語彙や文法、発音誤りを含む L2 の音声認識精度を高めることができると期待できる。

まず各種の要素の学習に与える効果に関する予備的な実験として、大学生及び大学院生による発話データを Wizard-of-OZ の枠組みで収集し、implicit learning による学習効果に影響を与える種々の要因について分析を行うと共に、音声認識システムの音響モデルと言語モデルの開発を行った。

これらの予備的なデータの分析に基づき、学習効果を検証するために、日本語を母語とする総数 24 名の日本人大学生を被験者として募集し、6 日間に渡る学習実験を実施した。評価実験の枠組みとしては、初日にプリテストを最終日にポストテストとして、同じシナリオを使用した会話を教師役と生徒役のロボットと被験者の実施し、適切な表現の使用割合が学習の前後でどの程度変化したかを分析する手法を用いた。被験者の英語能力の予備的な評価結果は被験者毎に大きく異なることから、被験者の英語での聞き取り能力などのコミュニケーション能力に応じて、表現としては比較的難しい無生物主語と使役動詞を用いる表現と、過去時制と現在完了時制を区別して使用する表現を用いる二つの会話シナリオを準備した。質問に対する被験者の回答については単一の回答を要求する形式と複数の繰り返しを要求する 2 種類の実験設定を行った。学習効果の評価には、表 1 に示す基準により主観評価を行った。主観評価は 3 名の評価者により行い、その評価値間の一致性を Kohen の Kappa 値により確認した。

表 1 回答の表現の適切性の基準

Category	評価概要
A	A-1 適切な表現かつ文法としても正しい
	A-2 適切な表現ながら文法誤りが含まれる
B	B 文法上正しいが R2 回答に類似しない
C	C-1 見当違いな回答
	C-2 無回答または”I don't know”等の回答

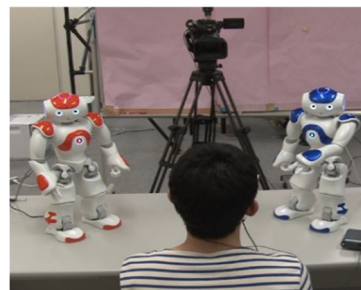


図 1 JIT-RALL システムの構成図

4. 研究成果

本実験結果として図 2 (a)はリスニング能力の高い被験者、(b)は低い被験者の場合の学習効果を示す。(proposal)と(original)は各々 2 回の回答を求める場合と単一の回答の場合を示している。



(a) 高い被験者集団

(b) 低い被験者集団

図 2 プリテストとポストテストでの適切な表現での回答率で表示される学習効果

図2に示されるように、リスニング能力で評価される被験者については、implicit learning 単体で60%近くの発話が適切な表現で行われており、学習効果が高いことが検証された。しかしながら、リスニング能力の低い被験者については適切な発話が行われる割合が20%程度に留まっており、implicit learning に加えて corrective feedback 等の tutoring が必要と想定できる。そのためには、学習者の発話の適切性を自動分類する分類器の研究開発が必要であり、その研究開発はこの研究課題を引き継いでいる科研(基盤(C)19K00927)で研究開発が進められている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Khalifa AlBara, Kato Tsuneo, Yamamoto Seiichi	4. 巻 14
2. 論文標題 Learning Effect of Implicit Learning in Joining-in-type Robot-assisted Language Learning System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)	6. 最初と最後の頁 105 ~ 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3991/ijet.v14i02.9212	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Ijuin, I. Umata, T. Kato, S. Yamamoto	4. 巻 42
2. 論文標題 Difference in Eye Gaze for Floor Apportionment in Native- and Second- language Conversations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Nonverbal Behavior	6. 最初と最後の頁 113-128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI 10.1007/s10919-017-0262-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 R. Kuwa, T. Kato, S. Yamamoto	4. 巻 E101-D
2. 論文標題 Classification of Utterances Based on Multiple BLEU Scores for Translation-game-type CALL Systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Trans. INF. & SYST	6. 最初と最後の頁 750-757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1587/transinf.2017.EDP7151	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 X. Wang, T. Kato, S. Yamamoto	4. 巻 E-100D
2. 論文標題 Phoneme Set Design Considering Integrated Acoustic and Linguistic Features of Second Language Speech	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Trans.	6. 最初と最後の頁 857-864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016EDP7395	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 S. Yamamoto, K. Taguchi, K. Ijuin, I. Umata, M. Nishida	4. 巻 49
2. 論文標題 Multimodal Corpus of Multiparty Conversations in L1 and L2 Languages and Findings Obtained from It	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Language Resource and Evaluation	6. 最初と最後の頁 857-882
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10579-015-9299-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計31件(うち招待講演 1件/うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Koki Ijuin, Kristiina Jokinen, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Eye-gaze in Social Robot Interactions - Grounding of Information and Eye-gaze Patterns
3. 学会等名 JSAI2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Ijuin, Shohe Fujio, AlBara Khalifa, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Comparison on Effect of Eye Gaze Activities between Human-human and Human-robot Conversations in Second-Language
3. 学会等名 AI-MHR (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ichiro Umata, Koki Ijuin, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Floor Apportionment and Mutual Gazes in Native and Second-Language Conversation
3. 学会等名 ICMI2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ichiro Umata, Koki Ijuin, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Gaze from and toward the Silent Third Participant in a Triadic Conversation
3. 学会等名 HCI12019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤尾昇平、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 Joining-in-type RALLシステムにおける視線動作と会話の理解度との関係についての分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野善彦、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 眼球動作情報の有無における母語と第二言語での注視行動の比較
3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Khalifa, T. Kato, S. Yamamoto
2. 発表標題 Measuring Effect of Repetitive Questioning and Implicit Learning with Joining-in Type Robot Assisted Language Learning System
3. 学会等名 7th ISCA Workshop on Speech and Language Technology in Education (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 I. Umata, K. Ijuin, S. Yamamoto
2. 発表標題 Factor Analysis of Gazing Activities in Native and Second Language Conversations
3. 学会等名 21st Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Ijuin, T. Yamashita, T. Kato, S. Yamamoto
2. 発表標題 Comparison of Effect of Speaker's Eye Gaze on Selection of Next Speaker between Native- and Second-language Conversations
3. 学会等名 Grounding Language Understanding GLU2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下昂人、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 注視が次発話者の選択に及ぼす影響に関する母語と第二言語会話での比較分析
3. 学会等名 F I T 2 0 1 7
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下昂人、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 注視が次発話者の選択に及ぼす影響に関する母語と第二言語会話での比較分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾坂和哉、三田村悠作、AlBara Khalifa、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 人型ロボットを用いた第二言語学習支援システムにおける繰り返し訓練における評価
3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤尾昇平、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 Joining-in-type RALLシステムにおける視線動作の計測と分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Kuwa, X. Wang, T. Kato, S. Yamamoto
2. 発表標題 Classification of Utterance Acceptability Based on BLEU scores for Dialogue-based CALL Systems
3. 学会等名 TSD2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Yanagida, I. Umata, S. Yamamoto
2. 発表標題 Effects of the mode of tempo change on perception of tempo change
3. 学会等名 ICA2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 X. Wang, X. Li, H. Kawai, S. Yamamoto
2 . 発表標題 F0 Countour Analysis Based on Empirical Mode Decomposition for DNN acoustic modeling in Mandarin Speech Recognition
3 . 学会等名 Interspeech2016 (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 X. Wang, T. Kato, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Phoneme Set Design Considering Integrated Acoustic and Linguistic Features of Second Language Speech
3 . 学会等名 Interspeech2016 (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 M. Ishida, A. Khalifa, T. Kato, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Features of Learner Corpsu Collected with Joining-in Type Robot Assisted Language Learning System
3 . 学会等名 Oriental COCOSDA (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 M. Yamashita, M. Yanagida, I. Umata, T. Kato, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Effect of Music Experience on Perception of Temo Change
3 . 学会等名 Joint Meeting of ASA and ASJ (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 桑怜子、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 音声対話型CALLシステムのためのBLEUスコアに基づく学習者発話の分類
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石田充、AlBara Khalifa、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 人型ロボットを用いたダニ言語学習支援システムにおける質問の繰り返しによる表現学習の分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀内保大、伊集院幸輝、加藤恒夫、山本誠一
2. 発表標題 母語と第二言語会話の会話構造の差異における視線動作の相違分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Second Language Speech Recognition using Multiple-Pass Decoding with
2. 発表標題 Second Language Speech Recognition using Multiple-Pass Decoding with Lexicon Represented by Multiple Reduced Phoneme Sets
3. 学会等名 Interspeech (国際学会)
4. 発表年 2015年

1 . 発表者名 K. Ijuin, Y. Horiuchi, I. Umata, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Eye Gaze Analyses in L1 and L2 Conversations: Difference in Interaction Structure
3 . 学会等名 Text Speech and Dialogue (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 I. Umata, T. Tanizoe, K. Ijuin, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Quantitative analyses of Gaze Activity during Silence: Comparison between Native-language and Second-language Conversations
3 . 学会等名 EPACogsci (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 G. Wilcock, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Towards Computer-Assisted Language Learning with Robots, Wikipedia and CogInfoCom
3 . 学会等名 IEEE Conf. on Cognitive Infocommunications (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 A. Khalifa, T. Kato, S. Yamamoto
2 . 発表標題 Joining-in-type Humanoid Robot Assited Language Learning Systems"
3 . 学会等名 LREC (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 I. Umata, K. Ijuin, M. Ishida, M. Takeuchi, S. Yamamoto
2. 発表標題 Quantitative Analysis of Gazes and Grounding Acts in L1 and L2 Conversations
3. 学会等名 LREC (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊集院幸輝, 石田充, 堀内保大, 馬田一郎, 山本誠一
2. 発表標題 第二言語での会話構造が視線動作に及ぼす影響についての分析
3. 学会等名 F I T
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小此木謙一, 石田充, 谷添友哉, AlBara Khalifa, 馬田一郎, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 人型ロボットを用いた言語学習支援システムにおけるユーザ発話の音声特徴の分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷添友哉, 石田充, 小此木謙一, AlBara Khalifa, 馬田一郎, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 3 人会話における Interactive Alignment の特徴分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

特段の記述項目なし

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	馬田 一郎 (Umata Ichiro) (40374110)	国立研究開発法人情報通信研究機構・ユニバーサルコミュニ ケーション研究所多感覚・評価研究室・研究員 (82636)	