

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：34310
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2019～2021
 課題番号：19K00927
 研究課題名(和文) 会話エージェントを利用する joining-in-type型CALLの研究

研究課題名(英文) Joining-in-type CALL system using dialogue agent

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) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：複数人の会話では言語運用能力の低い参加者は運用能力の高い参加者の表現を借用する傾向がある。本研究ではこの現象を利用して、学習者が会話エージェント間の会話での表現を借用するように誘導して音声認識の精度を高め、発話表現の誤りの指摘を行う音声対話型CALLシステム(Joining-in-type型CALL)を開発した。本システムによる評価実験の結果、会話エージェント間の会話に続いて、学習者に会話エージェント間の質問応答に類似した質問に対する再回答を促すことにより、学習者が類似した表現で適切に回答する学習効果が確認された。更に従来主に使用されてきたリピーティング訓練に比して高い定着効果を確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

第二言語での音声会話では、限られた時間内に発話内容とその表現形式及び使用語彙の選択を行って発声することが求められ、これを実現するための発話行為の手続き知識化が必要となる。従来この過程を強化する訓練として教師の発話をrepeatingする方法が主に使用されている。本研究により適切な表現形式で行われる模範的な会話を聴取し、その表現形式を借用して応答を行う質問応答による訓練が手続き知識化に効果的であることが示された。本結果は深い処理水準を経た記憶は、浅い処理水準のみを経た記憶より定着し易いと実験心理学の知見とも合致しており、効果的な外国語の発話訓練を提供する。

研究成果の概要(英文)：Automatic speech recognizer (ASR) is indispensable for dialogue-based computer-assisted-language learning (DB-CALL) system to give learners adequate corrective feedback. However, ASR of the second language learners is still a challenge, because their speech contains not just pronouncing, lexical, grammatical errors, but is sometimes totally disordered. This research proposed a novel DB-CALL system using two conversational agents, one as a teacher and the other as an advanced learner. The system is designed to simulate multiparty conversation, expecting implicit learning and enhancement of predictability of learners' utterance through an alignment similar to "interactive alignment" observed in human-human conversation. The experiment demonstrated that repetitive queries of specific grammatical expressions consistently improved the correct use of the expressions than simple single query, and also suggests that its retention effect is higher than conventional repeating training.

研究分野：音声言語処理

キーワード：CALL implicit learning interactive alignment

1. 研究開始当初の背景

グローバル化の進展により英語による言語運用能力の向上は国民の喫緊の課題とされ、初等・中等教育においても音声による言語運用能力向上のための種々の施策が検討・実施されている。外国語の学習はインストラクタとの1対1形式が最も効果が高いと指摘されている。しかしながら、実際には一人の教師が多くの生徒に対応する教室での会話訓練が一般的である。そこでは生徒一人ひとりに十分な発話訓練の時間を与え個々の生徒の発話における不適切な表現や発音・韻律を指摘することは簡単ではない。また個々の生徒の言語運用能力に応じた指導内容の設定も困難である。これを補完するものとして、学習者との音声会話を行う際に学習者のおかす誤りを指摘して、第二言語運用能力の向上の支援を目的とする音声対話型 CALL (Computer Assisted Language Learning) システムの利用が検討されている。

近年、音声認識技術は格段に高性能化したが、発音誤り、語彙選択誤り、文法誤りなどを含む第二言語話者の発話を高精度で認識するのは依然困難な課題である。学習者と会話を行うことにより学習者のおかすこれらの誤りを指摘し、第二言語での言語運用能力の向上支援を目的とする音声対話型 CALL システムでは、学習者の発話を制限することにより高精度な認識を目指している。学習者の発話内容の制限手法としては、学習者が発話すべき内容を母語やグラフィクスで表示する translation-game 型と、対話の内容である話題そのものを制限する dialogue-game 型に大きく分けられる。dialogue-game 型は教師との直接対話を模擬して学習を支援することを目指しているが、現状では対話の話題内容を大きく制限せざるを得ず、種々の話題への拡張は困難である。一方、translation-game 型では、学習者の表現内容を予め CALL 側で指定することにより発話内容そのものを制限しており、会話での状況に応じて学習者自らが適切な表現を作り出す言語運用能力の向上を支援するものとはならない。

音声発話での表現形式はテキストでの表現形式と比較して一般に単純であり、従属節の使用が少なく名詞節も短い等の特徴を有している。また、会話状況に依存して発話内容の理解がなされるため、文法からの逸脱等の表現形式に対する許容度が大きい。しかし、日本語と英語の間における語の並びの違いや日本語では一般には使用されない英語表現に起因する global error を含む発話は発話者の意図が正しく理解されない。このため、第二言語での音声会話では、限られた時間内に発話内容とその表現形式及び使用語彙の選択を行って発声することが求められ、これを実現するための発話行為の手続き知識化が必要となる。教室でこの過程を強化する訓練として教師の発話を repeating する方法が主に使用されている。repeating は発話内容が予め決定されているので音声認識装置を用いて発話表現の妥当性を評価するのは比較的容易であるが、会話での状況に応じて学習者自らが適切な表現を作り出す言語運用能力の向上を支援するものとはならない。

このため、種々の話題に関する発話内容について、学習者が発話状況に応じて適切な表現を学習して手続き知識化を可能とする学習支援システムの実現が要望されていた。

2. 研究の目的

提案者らは第二言語での会話において、言語運用能力の違いが会話進行にどのような影響を及ぼすかを検討するため、複数人での第二言語での会話に関し母語での会話とのコミュニケーション様式の違いについて統計的な分析を進めてきた。コミュニケーション分析の先行研究では、一般に相手とのインタラクションが進むにつれ、話者間で発話の

統語的特徴，韻律等のパラ言語的特徴，身体動作の特徴等が共有される "alignment" と呼ばれる現象が指摘されている．提案者らが収録・分析した第二言語での会話での談話分析でも統語的・語彙的な alignment 現象が観察されており，特に，3名で協調して目的のタスクを達成する task-oriented な会話では，言語運用能力の高い参加者が低い参加者に適切な状況で発話権を渡す場合は，運用能力の低い参加者は高い参加者が用いた発話を借用して発話を行う傾向が顕著に見られている．

このことから，複数人の会話において言語運用能力の高い話者から言語運用能力の低い話者に対して，言語運用能力の高い話者の発話を利用し易いやすい場面で発話権を渡す機能を音声対話型 CALL システムに構成に導入することにより，言語運用能力の低い話者へ会話への参入を促進し，第二言語での適切な表現の使用を促すと共に，発話表現が予め想定可能なことを利用して誤り箇所を高精度で検出しその指摘を行うことにより，発話時の適切な表現の効果的な習得を支援する音声対話型 CALL システムが実現可能と期待される．また，実験心理学の知見では深い処理水準を経た記憶は，浅い処理水準のみを経た記憶より定着し易いと言われている．単なる音響的や浅い分析的な処理水準に留まる可能性が高い repeating より，教師の発話表現の構造を分析し，その表現形式を使用して学習者自身の発話内容を表現する深い処理水準での発話行為が，発話能力の手続き的知識化に効果的に働くと考えられる．この現象を音声対話型 CALL に取り入れることにより，自然な形で学習者の表現形式の学習が可能と思われるが，学習者にとって自然な形で音声対話の学習環境の具体的な実現方法には不明な点が多くあり，その解明が必要であった．

本研究で提案する joining-in-type 型 CALL システムは，dialogue-game 型 CALL システムと同様に発話内容そのものは学習者の発話意思に委ねられているが，会話エージェントの表現形式を借用するように誘導することにより表現形式に自然な制限を与え，学習者の発話の不適切な箇所を音声認識技術により検出することを意図している．会話エージェントの表現形式を借用するように誘導することにより，第二言語話者の発話表現に関する自由度の高い発話に対しては認識性能が劣化する現状の音声認識技術を用いても，学習者の発話の表現形式の適切性の判別を可能とし，適切な corrective feedback を与えられる構成を研究する．このような学習環境を実現するために，具体的な実現方法を探求することが本研究の目的である．

3．研究の方法

本研究では joining-in-type 型 CALL システムで複数人での会話状況を模擬し，発話状況に応じた適切な表現を会話エージェント間の会話として提示して，学習者が会話エージェントの表現を借用して応答を行う implicit learning により表現の学習を促進させる．このため，implicit learning を効果的に機能させるには，学習者の理解に応じて適切な表現を効果的に提示する方法を明らかにする．学習者の不適切な表現を検出する方法と，その応答に対する誤り指摘を効果的に提示する corrective feedback の方法を確立すること目的としている．

この項目としては，会話エージェントの発話速度や表現中の語彙選択等が学習者に与える影響を分析し，応答速度等の学習者の反応に応じて制御する方法を明確化する．

この項目としては，これまでに収集した学習者コーパスをもとにした音響及び言語モデル学習，音響尤度等に基づく学習者の適切/不適切表現の分類を基に誤り箇所の推定と発話評価の同時推定を行うニューラル言語モデルの検討を行う．

具体的には，1週間程度の学習期間の前後での発話表現の適切さの程度や学習期間終了後一定期間経過後の定着度を測定し，従来提案されてきた手法と比較分析を行っ

た。

4. 研究成果

本研究は、言語運用能力の低い参加者は運用能力の高い参加者の表現を借用する傾向があるという現象を利用した音声対話型 CALL システムの開発を目的としている。このため、学習者が会話エージェント R1 と R2 間の会話での表現を借用するように誘導して、発話表現の誤りの指摘を行う音声対話型 CALL システムである joining-in-type 型 CALL を開発した。本システムによる学習効果の評価実験の結果、R1 と R2 との会話に続いて、R1 から R2 への質問に類似した質問を学習者に行った際には学習者は R2 の応答の表現形式を借用した表現形式で応答する割合は低く留まるが、再応答を促した場合は、学習者が R2 の表現形式に類似した適切な表現で応答する割合が有意に大きくなることを確認した。更に従来主に使用されている repeating による訓練結果を比較した結果、訓練直後の効果に関しては両者に差異は認められなかったが、訓練終了後日数を経た定着度試験においては、本システムにより応答訓練の方が、リピーティングによる訓練と比較して定着度が高い傾向が確認された。

これにより、joining-in-type 型 CALL システムで再応答を促すことにより発話の表現形式に再考する機会を与えることにより、表現学習の効果を高めると共に、応答の表現の適切性の識別とそれに基づく適切な corrective feedback の提供の可能性が向上することが確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|------------------|
| 1. 著者名 馬田 一郎, 伊集院 幸輝, 加藤 恒夫, 山本 誠一 | 4. 巻 29 (2) |
| 2. 論文標題 対面・オンラインのコミュニケーション特性比較: 共創活動の観点から | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 認知科学 | 6. 最初と最後の頁 未定 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 田中拓, 野田直希, 加藤恒夫, 山本誠一 | 4. 巻 61-3 |
| 2. 論文標題 音声認識エンジンに独立な特定ドメイン向け音声認識誤り識別器 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 608-617 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 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 ~ 105 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 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 - |

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 本田裕己, 加藤恒夫, 田村晃裕, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 非自己回帰型ニューラル音声認識における周期性導入による音素セグメンテーションの精度改善 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 萱原健太郎、加藤恒夫、山本誠一、田村晃裕 |
| 2. 発表標題 Joining-in-typeロボット支援言語学習システムにおける学習者発話に対する単語分散表現の類似度に基づく回答レベル識別器 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 名島大生、加藤恒夫、田村晃裕、山本誠一 |
| 2. 発表標題 遠隔学習のためのロボットアバターを用いた言語学習支援システムの試作 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合全国大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 名島大生、寺本龍、加藤恒夫、田村晃裕、山本誠一 |
| 2. 発表標題 遠隔による第二言語コミュニケーション訓練のためのロボットアバター言語学習支援システムにおける視線情報の分析 |
| 3. 学会等名 HAIシンポジウム |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 名島大生、村本大樹、加藤恒夫、田村晃裕、山本誠一 |
| 2. 発表標題 遠隔による第二言語コミュニケーション訓練のためのロボットアバター言語学習支援システム |
| 3. 学会等名 日本音響学会2021秋季研究発表会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 村本大樹, 名島大生, 加藤恒夫, 田村晃裕, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 ロボット支援言語学習システムを用いたリピーティング訓練と質問回答訓練による学習定着度の比較評価 |
| 3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Taisei Najima, Tsuneo Kato, Akihiro Tamura, Seiichi Yamamoto |
| 2. 発表標題 Remote Learning of Speaking in Syntactic Forms with Robot-Avatar-Assisted Language Learning System |
| 3. 学会等名 Text, Speech and Dialogue (TSD) 2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 南藤友美, 馬田一郎, 加藤恒夫, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 自由会話における母語と第二言語間の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 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山本一貴, 加藤恒夫, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 Joining-in-type RALLへの回答の繰り返しの導入による第二言語学習効果の評価 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 萱原健太郎, 山本誠一, 加藤恒夫 |
| 2. 発表標題 Joining-in-type RALLシステムにおける学習者の繰り返し回答に対する音声認識結果識別器の精度評価 |
| 3. 学会等名 第19回情報科学技術フォーラム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 名島大生, 加藤恒夫, 田村晃裕, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 遠隔学習のためのロボットアバターを用いた言語学習支援システムの試作 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 萱原健太郎, 加藤恒夫, 山本誠一, 田村晃裕 |
| 2. 発表標題 Joining-in-typeロボット支援言語学習システムにおける学習者発話に対する単語分散表現の類似度に基づく回答レベル識別器 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ichiro Umata, Koki Ijuin, Tsuneo Kato, and Seiichi Yamamoto. |
| 2. 発表標題 Effects of Linguistic Proficiency and Conversation Topic on Listener 's Gaze in Triadic Conversation |
| 3. 学会等名 12th International Conference, SCSM 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ichiro Umata, Koki Ijuin, Tsuneo Kato, and Seiichi Yamamoto |
| 2. 発表標題 Quantitative Analyses of Gaze Duration from the viewpoints of Grounding Acts, Conversation Topic, and Linguistic Proficiency |
| 3. 学会等名 42nd Annual Meeting of the Cognitive Science Society (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 名島大生, 寺本龍生, 加藤恒夫, 田村晃裕, 山本誠一 |
| 2. 発表標題 遠隔による第二言語コミュニケーション訓練のためのロボットアバター言語学習支援システムにおける視線情報の分析 |
| 3. 学会等名 HAIシンポジウム |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kazuki Yamamoto, AlBara Khalifa, Yusaku Mitamura, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto |
| 2. 発表標題 Features of Utterances by Second Language Learners Collected with Joining-in-type Robot-Assisted-Language-Learning System |
| 3. 学会等名 Oriental COCOSDA 2019 (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大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山本一貴、加藤恒夫、山本誠一 |
| 2. 発表標題 oining-in-type RALLシステムへの回答の繰り返しの導入による第二言語学習効果の評価 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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 | 加藤 恒夫 (Kato Tsuneo) (60607258) | 同志社大学・理工学部・教授 (34310) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| | |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|