

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24652111

研究課題名(和文) エージェントとの対話に基づく英語学習システムの開発

研究課題名(英文) Development of an English conversation learning system based on spoken dialog with an agent

研究代表者

伊藤 彰則 (Ito, Akinori)

東北大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70232428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、日本人英語学習者がエージェント(CGキャラクタおよびロボット)と対話を行うことにより、英会話のコミュニケーション能力を高めるためのシステム開発を行った。まず、英語による音声対話・指差しによる場所の共有・人追従による室内移動などの能力を持った移動ロボットを開発した。また、誤りを含んだ日本人英語学習者の音声を、誤りも含めて正確に認識するためのアルゴリズムを開発した。さらに、CGキャラクタとの英会話練習において、適切な応答タイミングを習得するための手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：In this project, we developed a system for training of communication skill in English for Japanese learners, in which the learner makes conversation exercises with a robot or a virtual character. First, we developed a robot that could move in a room by following a person, understand a position by recognizing the pointing gesture and made conversations with the learner in English. Then we developed a speech recognition method where the learner's speech with grammatical mistakes can be recognized correctly. Finally, we developed a method for conversation exercise with a virtual character where the learner can acquire a proper timing for answering the interlocutor's utterance.

研究分野：音声言語処理

キーワード：英語学習システム 英会話学習 拡張現実感 ロボット 人間機械間インタラクション

1. 研究開始当初の背景

国際的に活躍する人材にとって英語能力が重要であることは論を待たない。しかし、英語に限らず語学学習には時間と費用がかかり、また反復練習を根気よく続ける必要があるため、これを克服するためにコンピュータを活用した語学学習システムが盛んに開発されている。

コンピュータによる語学学習システム(Computer Assisted Language Learning, CALL)は、いつでも安価に語学学習の機会を提供するという利点がある。一方、CALLには弱点もある。ここでは通常のCALLの持つ3つの弱点に注目する。1つ目は、「話す」練習が難しいことである。コンピュータで「話す」練習をするためには、学習者の発話をコンピュータが聞いて評価する必要がある。2つめは、リアルタイムな対話の難しさである。外国語を使うことの難しさは、タイムプレッシャーの中で発話を行わなければならない点である。しかし、コンピュータ画面の上の通常のCALLシステムでは、人間同士の対話のように、例えば「長時間黙っていても良くない」というコミュニケーション制約上のプレッシャーを与えることが難しい。3つ目は、コンピュータを相手に会話する場合、身の回りの環境を共有した会話ができないことである。実際の環境での会話は状況依存的であり、指さしなどのジェスチャとともに this や that などの指示詞が多用される。しかし、CALLシステムにおいてそれらを適切に使うことができる環境を作り出すことは難しい。

2. 研究の目的

本研究では、主に前述の2番目及び3番目の問題点に注目し、「エージェントとの対話」、特に拡張現実感(AR)による仮想ロボット(以後、ARロボットと呼ぶ)や、実ロボットとの対話を行うことで、これらの問題点の克服を目指す。ARロボットやロボットとの対話を行うことで、対話の臨場感を高め、より人間同士の会話に近いリアルタイムな対話練習を行うことができると考える。ただし、人間に似せたARロボットやロボットは用いない。ここではデフォルメした形状のロボットを用い、「不気味の谷」を避ける。また、ARロボットやロボットを使うことにより、実空間を共有しながら会話を行うことができる。ARロボットの場合、実物体の共有は実際にそれをカメラで撮影することによって行われる。ロボットの場合には、実際にその物体を認識し、指さし等で人間とロボットとの間で同じ物体への参照を共有する。実物体を参照しながらそれに関して英語で会話することにより、より実践的な英語会話体験を提供することができる。と考える。

3. 研究の方法

まず、この対話を行うための音声対話システムを作成した。認識部では、発音誤り・文

法誤りに頑健な認識手法を用いた。この方法では、各場面で想定される英文をあらかじめ用意しておく必要があるため、考えられる状況に対してシナリオを用意した。

ロボットについては、タスクの理解と人追跡をする部分については既に構築済のものを使用し、物体指示、認識についての実装と認識した物体を把持できる、アームおよびハンドを製作した。

次に、ARキャラクタを用いた音声対話システムの構築を行った。従来からCGキャラクタを用いた対話システムは多く存在したが、今回は英会話により学習者が自然なインタラクションを習得することが目標であるので、ここではキャラクタと学習者のインタラクションタイミングに注目した。

本研究では、CGキャラクタの表示を時間的に変化させることによって、学習者に応答タイミングの手がかりを与え、適切な応答タイミングを習得するための手法を開発した。本研究ではこれを「タイムプレッシャー表現」と呼ぶ。対話における発話のタイミング、特に話者が交代するときの発話タイミングについては多くの研究があり、人間同士の対話においては発話の韻律や語彙などによって制御されていることが知られている。これらの知見をCGキャラクタの振る舞いに実装することもあり得るが、人間と必ずしも似ていないキャラクタや合成音声によってどの程度人間と同じ応答タイミング制御が可能なのかは明らかではない。本研究では、CGキャラクタが人間よりも「マンガ的」であることを生かし、より人工的な表現によって、学習者の応答タイミングを制御することを目指した。ここで用いたタイムプレッシャー表現の例を図1に示す。

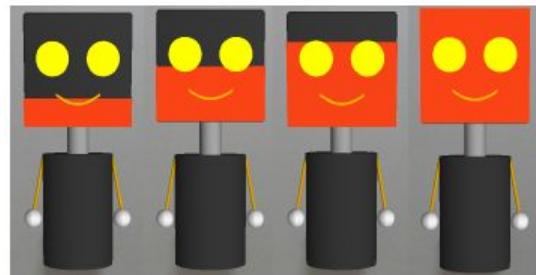


図1 タイムプレッシャー表現

4. 研究成果

ロボット開発については、まず今回の研究に用いることができるロボットを作成した。作成したロボットを図2に示す。物体の指示は上のロボット(ロボットアバタ)が行い、移動・物体検出・把持は下のロボットが行う。

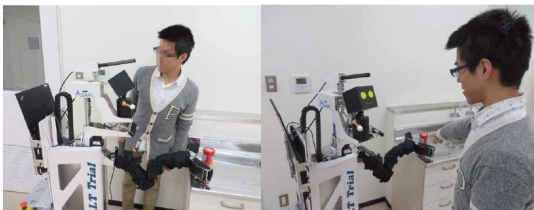
物体把持用に、6自由度アームおよびグリッパ型ハンドとそれを上下に移動するユニットを開発した。全体の寸法は、約400×600×1500mm(WDH:高さはマイクまで)であり、重量は約37kgである。このアームとハンドにより、床面から1500mm程度の高さの場所

で物体の把持が可能である。



図2 作成したロボット ASAH1

ASAH1 の特徴は、このロボットアバタの台ごとユーザの方向に向くことである（正面より $\pm 90\text{deg}$ ）。ユーザとロボットアバタの対話の様子を図3に示す。図3(a)はロボットアバタが回転しなかった場合を想定した対話の場面例である。ロボットのマニピュレータが伸びている状態では、ユーザがロボットの正面に立つことができないため、ユーザが斜めからロボットアバタを覗き込むような姿勢になり、不自然である。(b)は水平回転可能なロボットアバタを用いて ASAH1 の前方斜め 60 度付近から対話をしている様子である。ロボットアバタの台を回転させることにより、ユーザとロボットアバタが正対していることがわかる。



(a) (b)
図3 ロボットアバタとの対話

対話システムについては、まず文法的・語彙的な誤りを含んだ学習者の発話を正確に認識し、その中から誤り単語を検出するための手法を開発した。この手法の概略を図4に示す。この方法ではあらかじめさまざまな誤り率で文法を誤った場合の言語モデルを事前に作成しておき、入力発話の音素認識と文法による認識の尤度差を用いて最適な言語

モデルを選択する。最終的に、単純な従来法と比較して1ポイント程度の単語正解率の向上が得られた。

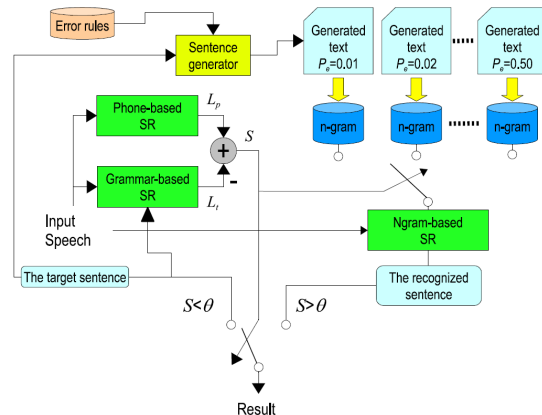


図4 文法誤りを含む音声の認識システム

次に、「CG キャラクタの有無」が英会話における応答タイミングにどのように影響するかを調査した。その結果、キャラクタの有無は応答タイミングには効果を及ぼさないが、アンケート結果から対話に対して良い印象を与えることができることが明らかとなった。

次に、タイムプレッシャー表現によって学習者の応答タイミングが適切な値になるのかどうかを調べた。この結果を図5に示す。タイムプレッシャー表現により、応答のための「間」が短くなり、より自然な応答ができていたことがわかった。

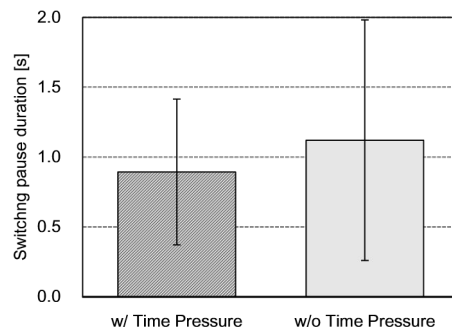


図5 タイムプレッシャーの効果

さらに、2週間程度の間を開けて英会話練習をする実験により、タイムプレッシャー表現を用いたキャラクタとの対話が人間との対話と同程度の学習効果を持つことがわかった。

当初計画では、最終的に英会話学習システムとロボットを組み合わせる学習システムを作る予定であったが、今回の期間内にはこの2つを組み合わせるには至らなかった。今回開発した技術に基づき、今後これらを組み合わせる最終システムの作成を行う予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

Naoto Suzuki, Takashi Nose, Yutaka Hiroi and Akinori Ito, "Controlling Switching Pause using an AR Agent for Interactive CALL System," Proc. HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts, Communications in Computer and Information Science, Springer, 査読有, vol. 435, pp. 588-593, 2014 DOI:

10.1007/978-3-319-07854-0_102

Keisuke Sakai, Yutaka Hiroi, and Akinori Ito, "Teaching a Robot where Objects are: Specification of object location using human following and human orientation estimation", Proc. of 14th International Symposium on Robotics and Applications, World Automation Congress, 査読有, 6 pages, 2014.

DOI: 10.1109/WAC.2014.6936012

Yutaka Hiroi and Akinori Ito, "ASAHI: OK for Failure -A Robot for Supporting Daily Life, Equipped with a Robot Avatar-," Proc. of 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 査読有, pp.141-142, 2013.

DOI: 10.1109/HRI.2013.6483541

Yutaka Hiroi, Takayuki NAKAYAMA, Hisanori KURODA, Shinji MIYAKE and Akinori Ito, "Effect of Robot Height on Comfortableness of Spoken Dialog", Proc. of 5th International Conference on Human System Interaction, 査読有, pp. 29-34, 2012 .

DOI: 10.1109/HSI.2012.14

Takuya Anzai and Akinori Ito, "Recognition of Utterances with Grammatical Mistakes based on Optimization of Language Model towards Interactive CALL Systems," Proc. APSIPA ASC, 査読有, 2012.

http://www.apsipa.org/proceedings_2012/papers/146.pdf

[学会発表](計16件)

鈴木直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 千葉 祐弥, 能勢 隆, 伊藤 彰則, "英会話学習システムの複数回使用時における学習者の交替潜時の変化に関する検討", 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 1-P-32, 2015 年 3 月 16 日, 中央大学後楽園キャンパス, 東京都文京区

鈴木直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 千葉 祐弥,

能勢 隆, 伊藤 彰則, "英会話学習システムにおける応答タイミング練習方法の有効性の検証", 第 105 回 SLP 研究会, 2015 年 2 月 28 日, 伊勢志摩合歡の郷ホテル&リゾート, 三重県志摩市

鈴木 直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 千葉 祐弥, 能勢 隆, 伊藤 彰則, "英会話学習システムにおける CG キャラクタの効果と学習者の発話タイミング制御のための付加表現に関する検討", 日本音響学会秋期研究発表会, 2-8-6, 2014 年 9 月 2 日, 北海学園大学, 北海道札幌市

坂井 奎亮, 廣井 富, 伊藤 彰則, "LRF による人追従を考慮した障害物回避手法の提案", 第 32 回日本ロボット学会, 2D2-06, 2014 年 9 月 5 日, 九州産業大学, 福岡県福岡市

廣井 富, 坂井 奎亮, 二上 啓大, 藤原 祐磨, 伊藤 彰則, "日常生活支援移動ロボット ASAHI2013 の開発", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014, 2A1-F05, 2014 年 5 月 27 日, 富山国際会議場, 富山県富山市

藤原 祐磨, 廣井 富, 川崎 成人, 黒田 尚孝, 鈴木直人, 伊藤 彰則, "手すり上を移動するコミュニケーションロボットの開発 伸びる手をういた道案内の提案", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014, 2A1-F06, 2014 年 5 月 27 日, 富山国際会議場, 富山県富山市

二上 啓大, 廣井 富, 黒田 尚孝, 鈴木直人, 伊藤 彰則, "指差しと音声対話併用による床面上の物体回収手法の提案", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014, 2A1-F07, 2014 年 5 月 27 日, 富山国際会議場, 富山県富山市

坂井 奎亮, 廣井 富, 伊藤 彰則, "LRF を用いた人追従時の移動軌跡の記録と軌道追従に関する基礎的検討", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014, 2A1-F08, 2014 年 5 月 27 日, 富山国際会議場, 富山県富山市

鈴木直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 黒田 尚孝, 戸塚 典子, 千葉 祐弥, 能勢 隆, 伊藤 彰則, "AR キャラクタとの英会話練習時における交替潜時のタイムプレッシャーによる制御", 日本音響学会春期研究発表会, 3-Q5-12, 2014 年 3 月, 日本大学駿河台キャンパス, 東京都千代田区

鈴木直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 黒田 尚孝, 戸塚 典子, 千葉 祐弥, 伊藤 彰則, "AR キャラクタとの英会話練習時における交替潜時のタイムプレッシャーによる制御", 音声言語シンポジウム, 2013 年 12 月 19 日, 筑波大学文京キャンパス, 東京都文京区

鈴木直人, 廣井 富, 藤原 祐磨, 黒田 尚孝, 戸塚 典子, 千葉 祐弥, 伊藤 彰則, "AR キャラクタを用いた音声対話による英会話学習システムの検討 -タイムプレッ

ャー導入の効果-”，第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会，2013 年 9 月 19 日，グランフロント大阪，大阪府大阪市

廣井富，黒田尚孝，藤原祐磨，戸塚典子，伊藤彰則，“手すりを移動するコミュニケーションロボット 道案内方法の比較”，第 31 回日本ロボット学会学術講演会，1G3-02，2013 年 9 月 4 日，首都大学東京南大沢キャンパス，東京都八王子市

黒田尚孝，廣井富，伊藤彰則，“ロボットアバタを用いた指差し行為の移動ロボットへの実装 人間による指差し認識の調査”，第 31 回日本ロボット学会学術講演会，1I1-01，2013 年 9 月 4 日，首都大学東京南大沢キャンパス，東京都八王子市

黒田尚孝，廣井富，三宅真司，伊藤彰則，“ロボットアバタを用いた指さし行為の移動ロボットへの実装”，第 30 回日本ロボット学会学術講演会，1H2-3，2012 年 9 月 17 日，札幌コンベンションセンター，北海道札幌市

廣井富，内田裕二，西村駿宏，中山貴之，黒田尚孝，三宅真司，戸塚典子，伊藤彰則，“手すりを移動するコミュニケーションロボット 全体コンセプト”，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012，1223S，2012 年 9 月 5 日，九州大学芸術工学研究院，福岡県福岡市

黒田尚孝，廣井富，三宅真司，伊藤彰則，“ロボットアバタを用いた指差し行為の実現 ロボットアバタへの実装”，第 14 回日本感性工学会大会，A4-7，2012 年 8 月 31 日，東京電機大学千住キャンパス，東京都足立区

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 彰則 (ITO, Akinori)
東北大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：70232428

(2) 研究分担者

廣井 富 (HIROI, Yutaka)
大阪工業大学・工学部・准教授
研究者番号：80405927