

令和元年6月10日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00289

研究課題名(和文) 傾聴エージェントのためのマルチモーダル情報を利用した応答モデルの研究

研究課題名(英文) Development of the responsive model for a virtual listener agent by using multimodal information

研究代表者

黄 宏軒 (Huang, Hung-Hsuan)

国立研究開発法人理化学研究所・革新知能統合研究センター・研究員

研究者番号：00572950

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)：本研究では独居高齢者向けに、傾聴ボランティアの代わりに擬人化キャラクタにより常時サービスを提供することが可能な「傾聴エージェント」の実現を目指す。大きく分けて3つの課題に取り組んでいた：傾聴エージェントの入力、すなわち、会話中の利用者の会話参加態度の推定モデルの構築。エージェントの出力に当たる、話し手の言動に反応する表情、姿勢といった非言語シグナルの生成モデルの構築。上記2つのタスクを連動させ、マルチモーダルインタラクションのできる会話エージェントプラットフォームの開発であった。基礎となる会話コーパス収集実験を2回行い、これらのデータから機械学習の手法を用いてモデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

利用者に対する癒し効果を狙って利用者から話しかければ、意図を持たず単純な反応を適当に返す市販のペットロボットや研究用ロボットが提案されている。しかし、言語・非言語チャンネルの両方が重要な対面対話である傾聴会話を扱い、それが行えるシステムはまだ存在していない。本研究は、人間同士による会話実験を通じて傾聴会話の参加者の具体的な言動の関係を分析し、モデル化、実用システムの開発まで行おうとするものである。傾聴という難しいタスクに踏み込み、コミュニケーションのメカニズムを解明するという科学的な意義と実際に動作するエージェントシステムの働きにより利用者の心的ケアを目指す工学的な意義の両方をもつ。

研究成果の概要(英文)：This project aims the realization of an active listening agent which can support human volunteers in the domain of mental care older generation. During the project period, we worked on three tasks related to this topic. 1. The development of an automatic estimation model of the speaker's engagement state. 2. The development of the nonverbal behavior generation model of the agent. 3. The agent platform the connect the developed models and drive a workable virtual listener agent. These tasks were done with a data-driven method. We conducted two subject experiment to collect multimodal data corpus and used machine learning methods to develop the models.

研究分野：人間情報学

キーワード：会話エージェント 高齢者支援 対話システム マルチモーダルインタラクション 会話状態推定 機械学習 深層学習 機

1. 研究開始当初の背景

社会の高齢化，核家族化が急速に進み，独居高齢者も増加しつつある．他者との社会的な交流が減ると，孤独感や不安が生じるだけでなく，認知症に繋がる可能性も指摘されている．他者との楽しい会話は，高齢者の精神状態を安定させ，認知症の予防，または重症化を先延ばすには有効であると分かってきている[大武 2009]．工学的支援として，例えばアザラシの赤ちゃんの形をしている Babyloid ロボットを高齢の利用者に世話してもらうことにより，生きがいを感じさせる研究[加納 2011]や，球体から構成され単純な外観をもつ ApriPoco を用いて，高齢者に語りかけることでコミュニケーションの活性化を図る研究[小林 2012]などが挙げられる．一方，ロボットの物理的制約から開放され，CG キャラクタを用いてコミュニケーション機能に特化した擬人化会話エージェントの分野においても様々な関連研究がなされている．成蹊大学中野氏のグループは，青年医師をイメージしたキャラクタを用いて認知症者向けの語りかけエージェントを開発しており，症状の進行を推定するために質問に対する患者の反応を分析し，可視化している[野中 2012]．徳島大学青江氏のグループは，孫をイメージした男の子を登場させ，大規模言語知識ベースを基に，自由に雑談できる対話エンジンを開発している[塚本 2013]．海外では，USC の Huang らが相手との交流によって心が繋がった感覚であるラポール(rapport)を誘発することを目指し，利用者の視線，頷き，笑顔などに対しリアルタイムで反応をするルールベースの Rapport Agent を開発している[Huang 2011]．Northeastern 大学 Bickmore 氏のグループは，自宅に設置され，ユーザと雑談をしたり，ニュースを読み上げたり，カードゲームをしたりできる，常時オンしているコンパニオン・エージェントを開発している[Sidner 2013]．様々な取り組みがなされていた一方，大量な実験データに基づき，利用者の状態に応じて適切な応答を行い，表情，姿勢といった非言語動作を生成するエージェントは存在していなかった．

2. 研究の目的

本研究では独居高齢者向けに，傾聴ボランティアの代わりに擬人化キャラクタにより常時サービスを提供することが可能な「傾聴エージェント」の実現を目指す．研究課題として，大きく分けて以下の3つのタスクを挙げられる．

- 傾聴エージェントの入力，すなわち，会話中の利用者の会話参加態度の推定モデル
- エージェントの出力に当たる，話し手の言動に反応する表情，姿勢といった非言語シグナルの生成モデルの開発
- 上記2つのタスクを連動させ，マルチモーダルインタラクションのできる会話エージェントプラットフォームの開発

3. 研究の方法

本研究は傾聴会話中の話し手の状態推定，傾聴エージェントの行動生成の2つのモデルを構築するために，データドリブンの手法を取っている．まず，研究の基礎となるデータコーパスを収集するために，参加者実験を実施し，その際に，ビデオ・オーディオを始め，センサーデバイスをを用いて会話の様子を記録する．その後，機械学習，とりわけサポートベクターマシン(SVM)と再帰型ニューラルネットワーク(RNN)の手法を活用して，状態識別・行動生成モデルの構築を行う．

4. 研究成果

本研究では，まず H25 年度に実施した大学生同士による傾聴会話参加者実験で収集したデータコーパスを分析し，話し手の会話参加態度の自動推定手法の開発を行った．この実験では実験参加者同士による傾聴会話において，参加者たちが自分と相手の実験中の会話参加態度について実験直後に1から7までの7段階評価を行った．これは評価者の主観によるものだったため，評価者ごとにZスコアで正規化をしたうえで教師あり学習の目的変数とした．参加者態度の予測に用いる説明変数のモダリティについては，話し手の発話中の韻律情報，発話ターンの交代，顔の表情(表情筋の動きを表すアクションユニット AU)を取り入れた．話し手の発話中，聴き手の発話中，どちらも沈黙している間の3種類の会話状況に分けて，それぞれの話し手態度のマルチモーダル推定モデルを構築した．

次に，目指している傾聴エージェントの入力に当たる話し手参加態度の推定以外に，エージェントの出力である CG キャラクタのアニメーションシステムにも着手した．OpenFace や京都大学大学院情報学研究科・西田研究室で開発されている FACSvatar などのフリーウェアツールを活用し，FACS [Ekman et al. 2002] 準拠のキャラクターアニメーションシステムの開発を行った．利用者の表情をリアルタイムで認識し，FACS 準拠の AU のデータストリームを生成し，キャラクタで再現できるようになっている．これにより，最大で29種類のパラメーターを制御することでキャラクタのより精密な表情生成を on-the-fly(その場で)行えるようになった．

最後に，このアニメーションシステムを以前から開発してきた会話エージェントのための汎

用開発枠組み Generic Embodied Conversational Agent (GECA) Framework への組み込みを行った。エージェントの会話状況・環境認識や動作生成をより高精度かつ精緻なモデルで駆動できるように、深層学習の学習済みモデルを GECA で動作できるように GECA の拡張を行った。具体的には、ネットワーク通信ライブラリ ZeroMQ と Python 言語をサポートした。若者よりも傾聴サービスの需要が高い高齢者を相手にしてもエージェントが動作できるように、男女 2 名ずつ 65 歳以上 70 歳前後の高齢者 4 名を話し手とし、男女 2 名ずつの大学生 4 名を聴き手として全組み合わせ計 16 会話分のデータ収集の予備実験を行った。このデータコーパスを基に、深層学習を利用して話し手の頭部動作、表情、視線、音声の韻律情報から、聴き手(エージェント)の頭部動作、表情、姿勢を生成する再帰型ニューラルネットワークモデルを構築した。エージェントの発話状態に応じて発話中と非発話の 2 つのモデルに分けて、10 分割交差検証ではそれぞれ決定係数(R-square)0.5 の精度を得られている。続いて、リアルタイムで動作する聴き手エージェントシステムを開発した。このシステムは、専用のスクリプト言語を用いて手作業で編集する応答シナリオ、外部サービスの雑談エンジン(NTTDocomo)、そして、会話実験などで活用できる、エージェントの発話を直接操作するインタフェースの 3 つの構成の間で簡単に切り替えることができるようにできている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

1. Yuichiro Ikemoto, Varit Asawavetvutt, Kazuhiro Kuwabara, and Hung-Hsuan Huang: Tuning a Conversation Strategy for Interactive Recommendations in a Chatbot Setting, Journal of Information and Telecommunication, 査読有り, Vol. 3, No. 4, pp180-195, November 2018.
2. 張 琪, 黄 宏軒, 木村 清也, 岡田将吾, 大田直樹, 桑原和宏: グループディスカッション参加者の機能的役割とその変遷の分析 - コミュニケーション能力の向上支援に向けて, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 査読有り, Vol. 20, No. 1, pp31-44, 2018 年 2 月.
3. Daiki Kurita, Boonsita Roengsamut, Kazuhiro Kuwabara, Hung-Hsuan Huang: Simulating gamified crowdsourcing of knowledge base refinement: effects of game rule design, Journal of Information and Telecommunication, 査読有り, Vol. 2, No. 4, pp374-391, November 2017.

〔学会発表〕(計 35 件)

1. Hung-Hsuan Huang, Masato Fukuda, Toyooki Nishida: Toward RNN based Micro Non-verbal Behavior Generation for Virtual Listener Agents, HCI International 2019, Orlando, USA, July 26-31, 2019.
2. Qiang Zhang, Maryam Mirzaei, Hung-Hsuan Huang, Toyooki Nishida: Story Envisioning Framework for Visualized Collective Storytelling in Conversation, HCI International 2019, Orlando, USA, July 26-31, 2019.
3. Hung-Hsuan Huang, Masato Fukuda, Toyooki Nishida: Development of a Platform of RNN Driven Multimodal Interaction for Embodied Conversational Agents, 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2019), Paris, France, July 2-5, 2019.
4. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Kazuhiro Kuwabara, and Toyooki Nishida: Multimodal Assessment on Teaching Skills in a Virtual Rehearsal Environment, 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2019), Paris, France, July 2-5, 2019.
5. 黄 宏軒, 福田匡人, 西 田豊明: 回帰型ニューラルネットを用いた会話エージェントのアイドリング動作生成の検討, 第 33 回人工知能学会全国大会, 新潟, 2019 年 6 月 4~7 日.
6. Hung-Hsuan Huang, Conversational Informatics -- Virtual Agents and their Applications, SOCRATES Meeting, Orebro, Sweden, April 11, 2019 (invited talk).
7. 木村清也, 黄 宏軒, 桑原和宏, 西田豊明, グループディスカッション参加ロボットの頭部動作の印象評価, HAI シンポジウム 2018, 川崎, 2019 年 3 月 8~9 日.
8. 福田匡人, 黄 宏軒, 桑 原和宏, 西田豊明: マルチモーダル特徴量を用いた教員志望者の授業スキル評価モデルの提案, HAI シンポジウム 2018, 川崎, 2019 年 3 月 8~9 日.
9. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, and Toyooki Nishida: Detection of Student Teacher's Intention using Multimodal Features in a Virtual Classroom, 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2019), Prague, Czech, February 19-21, 2019.
10. Hung-Hsuan Huang, Masato Fukuda, Stef van der Struijk, and Toyooki Nishida: Integration of DNN Generated Spontaneous Reactions with a Generic Multimodal Framework for Embodied Conversational Agents, 6th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2018), pp371-373, Southampton, UK, December 15-28,

- 2018.
11. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Kazuhiro Kuwabara, and Toyoaki Nishida: Investigation of Class Atmosphere Cognition in a VR Classroom, 6th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2018), pp374-376, Southampton, UK, December 15-28, 2018.
 12. 福田 匡人, 黄 宏軒, 西田豊明: 仮想学級におけるマルチモーダル特徴量を用いた教員志望者の授業意図の検出, HCG シンポジウム 2018, 伊勢, 2018 年 12 月 12~14 日.
 13. Stef van der Struijk, Hung-Hsuan Huang, Maryam Sadat Mirzaei, and Toyoaki Nishida: FACSvatar: An Open Source Modular Framework for Real-Time FACS based Facial Animation, 18th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2018), Sydney, Australia, November 5-8, 2018.
 14. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Kazuhiro Kuwabara, and Toyoaki Nishida: Proposal of a Multi-purpose and Modular Virtual Classroom Framework for Teacher Training, 18th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2018), Sydney, Australia, November 5-8, 2018.
 15. Hung-Hsuan Huang, Qi Zhang, Shogo Okada, Kazuhiro Kuwabara, Toyoaki Nishida: Adopting Functional Roles for Improving Participants' Communication Skill in Group Discussion Conversation, Workshop on Group Interaction Frontiers in Technology (GIFT 2018), 20th ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI 2018), Boulder, USA, October 16, 2018.
 16. Lei Zhang, Hung-Hsuan Huang, Kazuhiro Kuwabara: Estimating Speaker's Engagement from Non-verbal Features based on an Active Listening Corpus, HCI International 2018, Las Vegas, USA, July 15-20, 2018.
 17. Hung-Hsuan Huang, Seiya Kimura, Kazuhiro Kuwabara, Toyoaki Nishida: Proposal of a Multimodal Framework for Generating Robot's Spontaneous Attention Directions and Nods in Group Discussion, AI for Multimodal Human Robot Interaction (AI-MHRI) Workshop, IJCAI-ECAI 2018, Stockholm, Sweden, July 14-15, 2018.
 18. 黄 宏軒, コミュニケーション支援エージェントのための多人数会話マルチモーダル解析, 電子情報通信学会ヒューマンプロブ研究会 (HPB) 第 19 回研究会, 軽井沢, 2018 年 6 月 19 日 (招待講演).
 19. 木村 清也, 黄 宏軒, 桑原 和宏: グループディスカッション参加ロボットの頭部動作決定機構の検討, 第 32 回人工知能学会全国大会, 鹿児島, 2018 年 6 月 5~8 日
 20. 福田 匡人, 黄 宏軒, 桑原 和宏: 仮想学級の雰囲気表現を用いた教員志望者の指導訓練環境の検討, 第 32 回人工知能学会全国大会, 鹿児島, 2018 年 6 月 5~8 日
 21. 木村清也, 黄 宏軒, 岡 田将吾, 大田直樹, 桑原和宏: グループディスカッションに参加するロボットのための頭部動作モデルの検討, HAI シンポジウム 2017, 金沢, 6 pages, 2017 年 12 月 11~12 日.
 22. 福田匡人, 黄 宏軒, 大 田直樹, 桑原和宏: 実験結果に基づく仮想学級雰囲気生成モデルの提案, HAI シンポジウム 2017, 金沢, 8 pages, 2017 年 12 月 11~12 日.
 23. Seiya Kimura, Hung-Hsuan Huang, Qi Zhang, Shogo Okada, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Proposal of a Model to Determine the Attention Target for an Agent in Group Discussion with Non-verbal Features, 5th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2017), pp195-202, Bielefeld, Germany, October 17-20, 2017.
 24. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Proposal of a Parameterized Atmosphere Generation Model in a Virtual Classroom, 5th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2017), pp11-16, Bielefeld, Germany, October 17-20, 2017.
 25. 淀川 大, 木下遼祐, 黄 宏軒, 大田直樹, 桑原和宏: 仮想学級システムに向けての自動評価基準の検討, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, 東京, 2017 年 8 月 20~21 日
 26. Qi Zhang, Hung-Hsuan Huang, Seiya Kimura, Shogo Okada, Yuki Hayashi, Yutaka Takase, Yukiko Nakano, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Toward a Supporting System of Communication Skill: The Influence of Functional Roles of Participants in Group Discussion, HCI International 2017, Vancouver, Canada, July 9-14, 2017.
 27. 張 琪, 木村清也, 黄 宏軒, 岡田将吾, 林 佑樹, 高瀬 裕, 中野有紀子, 桑原和宏: グループディスカッション参加者の役割に基づいた会話状況とコミュニケーション能力の分析, 第 31 回人工知能学会全国大会, 名古屋, 2017 年 5 月 23~25 日.
 28. 木村清也, 張 琪, 黄 宏軒, 岡田将吾, 林 佑樹, 高瀬 裕, 中野有紀子, 大田直樹, 桑原和宏: グループディスカッションに参加するロボットにおけるアテンション対象モデルの提案, 第 31 回人工知能学会全国大会, 名古屋, 2017 年 5 月 23~25 日.
 29. 福田匡人, 黄 宏軒, 桑 原和宏, 大田直樹: 教員志願者の練習システムにおける仮想学級の雰囲気モデルの提案, 電子情報通信学会・ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, 北九州, 2017 年 1 月 27 日~28 日.

30. 張 琪, 木村清也, 黄 宏軒, 岡田将吾, 林 佑樹, 高瀬 裕, 中野有紀子, 大田直樹, 桑原和宏: グループディスカッションにおける参加者役割とコミュニケーション能力印象評価の関連性分析, HAI シンポジウム 2016, 東京, 2016年12月3日~4日.
31. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Tetsuya Kanno, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Development of a Simulated Environment for the Recruiting Examination and Training of High School Teachers, 4th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2016), Singapore, October 4-7, 2016.
32. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Composing the Atmosphere of a Virtual Classroom with a Group of Student Agents, 16th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2016), Los Angeles, USA, September 20-23, 2016.
33. Hung-Hsuan Huang, Yuki Ida, Kohei Yamaguchi, Kyoji Kawagoe: Development of a Virtual Classroom for High School Teacher Training, 16th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2016), Los Angeles, USA, September 20-23, 2016.
34. Masato Fukuda, Hung-Hsuan Huang, Naoki Ohta, Kazuhiro Kuwabara: Composing the Atmosphere of a Virtual Classroom with a Group of Student Agents, 16th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2016), Los Angeles, USA, September 20-23, 2016.
35. 福田匡人, 冠野哲也, 黄 宏軒, 桑原和宏: 仮想学級による教員採用試験のための場面指導練習システムの開発, 第30回人工知能学会全国大会, 北九州, 2016年6月6日~9日.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 林 勇吾

ローマ字氏名: Yugo Hayashi

所属研究機関名: 立命館大学

部局名: 総合心理学部

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 60437085

(2) 研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。