

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00282

研究課題名(和文) 会話の場への参画を支援する会話ロボットの開発と評価分析

研究課題名(英文) Design and Evaluation of Communication Robot that Support Multiparty Conversation Space

研究代表者

武川 直樹 (MUKAWA, NAOKI)

東京電機大学・システムデザイン工学部・教授

研究者番号：20366397

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)：ポスターセッションの場を映像収録した。本コーパスを国立情報学研究所(NII)より公開した。映像、音声、アノテーションデータ(発話、視線、ジェスチャーなど)が含まれ、工学、情報学、心理学、社会学などの研究用途向けとして活用されると期待できる。

収録映像を用いてポスター発表の場での人の行動分析を行い、聞き手の場への参入、立ち去りの行動特徴を明らかにした。得られた知見に基づき、遠隔操縦ロボットを構築し、WoZ法によりロボットを聴き手として介入させる実験を行った。聴講者がロボットを陣内に招く、ロボットと一緒に移動する、などが観察され、ロボットが聴講者として受け入れられることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により構築したポスターセッションのコーパスを国立情報学研究所(NII)より公開し、これまでに6ユーザに提供した。本コーパスは、広く研究用途向けとして活用されつつある。顔映像が含まれるコーパスの公開は日本で例がなく、学術的な価値が非常に高いものと考えられる。

ポスターセッションにおける会話場の構築・遷移の構造について分析し、得られたモデルにもとづいて会話支援ロボットのふるまいをデザインした。ロボットが聴講者の一人として受け入れられていることを明らかにしたことは、ロボットが単に人と会話をするだけでなく、セッションの開始や終わりなど会話の場を支援に寄与できる可能性を示した意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Poster session video corpus has been published by the National Institute of Informatics (NII). In the project we video recorded poster session scenes, and annotated utterances, gazes, and gestures. The corpus can be expected to be utilized for research applications such as engineering, informatics, psychology, and sociology. were video recorded and annotated.

Using the recorded video we analyzed behaviors of participants at poster presentations, and found behavioral characteristics of the listener's joining and leaving. Based on the findings, we designed behaviors of remote control robot and conducted WoZ experiments in which the robot intervened as a listener. It was observed other participants invited the robot as one of the listeners and listeners moved together with the robot when they move the next poster.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：多人数会話 インタラクション ポスターセッション 会話ロボット コミュニケーション支援 会話場マネジメント

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

複数人の会話の輪に、後から加わることにむずかしさを感じる人は多い。すでに出来上がった輪に入り議論に参加するためには、そのためのコミュニケーション能力が必要である。本研究では、学会や学校内の発表会で実施されるポスター発表のシーンを例題に、会話の場を情報学、心理学、言語学から多面的に分析し、人の相互行為と意図・感情・社会性との関係を記述する。さらに会話場の構築、遷移の仕組みを明らかにし、モデルを構築する。得られた知見に基づき、ポスター発表の会話場を構築・遷移させる支援ロボットをデザインする。実際にポスター会場において実装実験を行い、そのロボットと人の振る舞いを多面的に分析評価し、さらに、モデルとロボットの改良を目指す。

2. 研究の目的

本研究の目的は

- (1) ポスター発表のシーンを分析し、会話の場の構築、維持についての構造を明らかにする。
 - (2) ポスターの会話場の構造をモデル化し、会話の場に介入して、輪を適切に崩し、再構築・維持を支援する会話支援ロボットのデザインに適用する。
 - (3) 実際に会話支援ロボットを開発してポスター発表の場において評価する。
- 以上3つである。

3. 研究の方法

(1) ポスター会話の映像収録とコーパス作成

筆者らの所属する大学において、ポスターセッション実験を3回実施し、映像に記録した。具体的には、

収録A：学会発表経験が豊富な修士生によるポスター発表（発表者5名聴講者19名）

収録B：修士、学部生によるポスター発表（発表者4名聴講者15名を2セッション）

収録C：発表に不慣れな学部2年生のポスター発表（発表者3名聴講者15名を3セッション）を映像に収録した。会話の収録・データ提供に関する手続きは、東京電機大学ヒト生命倫理審査委員会のガイドラインに則って行われた。

会話の様子は、複数台のビデオカメラ（通常のRGBカメラ、IRカメラ、深度カメラ）により記録した。また小型音声記録装置により、発話内容の記録した。デバイスは、市販のICレコーダ、スマートフォンである。さらに実験協力者にセンサを装着し、緊張度、ストレス度、集中度などの内面的状態の推定を行った。収録終了後には質問紙への記入を求め、自己評価、他者評価を含む印象などについて回答してもらった。

(2) ポスター会話場面のコーパス作成

収録した映像を視聴しながら発表者の行動を、アノテーションソフトELANを用いて書き起こした。ELANは映像を観察しながらタイムラインに沿って注釈をつけることが可能で、その後Excelファイルに変換することができる。映像に記録された発表者の発話内容、顔の向き、手の動き、体の動き、頭部の動きを書き起こした。ポスターセッションの中の人の行動データ延べ210分のコーパスを構築した。

(3) コーパスに基づく陣形形成と聴講者の行動分析

ポスターセッションにおいては、各所に掲示されたポスターに向かって、それぞれの聴講者が半円状の陣形を形成する。ポスターセッションにおいて聴講者は自身を含めて形成されている陣形を立ち去り、既にできあがっている別の陣形に加わる行動を繰り返し、ポスターを聴講することになる。このとき、陣形から立ち去れない聴講者の行動に着目し、こうした聴講者の離脱を促す支援を可能にするロボットの設計指針を構築する。そのため、立ち去れない聴講者の行動特徴を抽出し、ロボットの支援対象の特定と支援方法の策定に寄与するデータ収集を行った。

(4) 会話場支援ロボットの導入実験と評価

コミュニケーション支援のための遠隔操縦ロボットを構築し、WoZ法によりポスターセッションへの介入実験を実施、評価し、支援手法改善の課題を抽出した。

4. 研究成果

(1) 聴講者の立ち去りの振舞い

収録A、Bのコーパスに基づき、発表が終了し聴講者が総入れ替えとなった場面を除き、聴講者が説明や質疑の途中で立ち去ったシーンをカウントしたところ、延べ65人の聴講者の立ち去り箇所が観察された。そこで、この65人を対象に立ち去る直前の振る舞いを記述した。

記述の結果、振る舞いは、“頷き”、“首ひねり”、“身体ねじり”、“方向転換”、“会釈”、“お辞儀”“後ずさり”の7項目に分類された。“首ひねり”、“身体ねじり”は、周囲を見渡す振る舞

いとして、現在聴講しているポスター以外を志向する表示として機能すると考えられ、“頷き”、“首ひねり・身体ねじり”、“会釈・お辞儀”は“方向転換”や“後ずさり”との組み合わせで立ち去りが達成されていた。以上、聴講者が聴講の輪から立ち去る手法が確認された。実際の立ち去りの振る舞い例を図1に示す。

そこで、本研究においては、聴講の終了や志向先の変更を表出しているにも関わらずその場に居続ける聴講者を“立ち去りたいのに立ち去れない聴講者”とみなすこととした。



(A) 聴講終了表示パターン



(B) 志向先変更表示パターン

図1 立ち去りの行動パターン例

(2) 立ち去りたいのに立ち去れない聴講者の振る舞い

収録A,Bの映像より“立ち去りたいのに立ち去れない聴講者”の振る舞いが観測できた人数をカウントした。その結果、10人の聴講者が該当した。今回、立ち去りに似た振る舞いの継続時間として最も短かった振る舞いは10秒で、長い振る舞いは3分50秒であった。長い振る舞いとしては、身体ねじりの態勢を長時間維持する聴講者や、断続的に何度も向きを変えて身体ねじりを繰り返す様子が観察された。“首ひねり”、“身体ねじり”の振る舞いがほぼ全員に見られたが、“会釈”、“お辞儀”をした聴講者はいなかった。これにより、その場から立ち去りたい聴講者は、志向先の変更表示を維持する振る舞い、あるいは断続的に繰り返す振る舞いが特徴であると考えられる。立ち去りたいのに立ち去れない聴講者の行動例を図2に示す。



図2 立ち去りたいのに立ち去れない聴講者の行動例

立ち去った聴講者に“会釈”、“お辞儀”といった聴講終了表示の振る舞いが見られ、この振る

舞いは質疑をした人が使う手法であり、聴講の役割を果たした明示的なタイミングに表出可能であるためと考えられるが、今回立ち去らなかった聴講者は、まだ質問をしていない者がほとんどであった。よって、他のポスターに移動したい場合には、志向先の変更表示を使うしかなく、この表示法では立ち去りのタイミングが見つからず当該のポスターに留まる傾向にあったものと考えられる。今回の結果は立ち去りたい聴講者を支援する重要な手掛かりとなる。

(3) 立ち去りたいのに立ち去れない聴講者の理由

立ち去りの振る舞いをしていながらその場に居続けた 10 人の行動を観察したところ、10 人中 3 人がその後質問をしていた。すなわち、発表者と特定の聴講者のやりとりが長く、自分に質疑のチャンスが回ってこない場合に、他のポスターを聴講してからもう一度戻ってくるか、もう少し待って質問してから移動するかを迷って、周囲のポスターの様子を伺っていたものと推測できる。

例えば図 2 の聴講者 6 番は、質疑の途中から説明の輪に加わっており、始めからの説明を待っている状況であった。しかし、発表者と隣の聴講者 8 番との質疑が長引いており、なかなか発表者からの説明を受けられない。そのため、②で後ろのポスターの方に振り返ったり③覗きこんだり④背伸びをして見ている。さらに⑥向き直ってから、⑦で廊下に設置されているポスターの様子を伺ったりしている。こうした様子からは立ち去りたいのであろうと推測されるが、6 番の聴講者は 8 番の聴講者が立ち去った後には、発表者から内容説明を受けた。この聴講者は立ち去ることより、ここにとどまり発表者から説明を受ける行為を達成したと考えられる。

(4) 支援ロボットの導入効果の検討

以上のように、立ち去りの振る舞いをディスプレイしている聴講者の立ち去らないのは、聞き終わった、あるいは興味がなかったが抜けられないという状況だけでなく、次の機会に参加するための手段として他のポスターへの参加を検討している状況もあることが分かった。支援ロボットの行動デザインの第一段階として 10 秒以上、“首ひねり”や“身体ねじり”、“方向転換”をしている聴講者を検出し、ロボットがその方向へ近づく。特に声かけはせず、聴講の輪に割って入り、さりげなく移動のきっかけを作ることが考えられた。

このように、ロボットが聴講の輪からの立ち去りをアシストできれば、立ち去った聴講者のスペースに別の聴講者が入ることが可能となり、議論の場は再構成される。立ち去りを意図しない場合には、その場に居続けることもできる。こうして多くの人々が、聴講したり議論したりすることで、ポスターセッションの全体の活性化につながると考える。

(5) 会話場支援ロボットの導入実験と評価

コミュニケーション支援のための遠隔操縦ロボットを構築し、WoZ 法によりポスターセッションへの介入実験を実施、評価した。ロボットはアイロボット社製のルンバを台座にヴィストン株式会社製のコミュニケーションロボット Sota を乗せ、有線で実験者が遠隔から操作するものである。操作する実験者とポスターの聴講者の間はパーティションで区切られており、聴講者からはロボットが自律的に動いているように感じる環境を構築した。

このロボットを聴講者の一人に見立て（図 3）、陣形に介入させた結果、聴講者がロボットに議論の輪に入るようにふるまい、その結果、陣形のサイズが大きくなること、聴講者がロボットと一緒にポスター間を移動するなど、聴講者として受け入れられている行動が観察された。一方、ロボットが一旦陣形の中に入ったあとに、外に立つ聴講者を陣形の中にそのスペースを譲り、陣形に引き入れるなどの支援の効果は十分とは言えない。支援手法改善のためにロボットからの意図抽出の課題を抽出した。



図 3 聴講者の陣形にロボットを導入させたポスターセッションシーン

(6) コーパス提供

本研究課題における収録 C の映像データとアノテーションを、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所(NII)における情報学研究データリポジトリ (IDR) から提供可能なデータベースとして整備し、提供した。

グループコミュニケーションの研究に対し、専門領域を超えた研究者らが共通に活用できるコーパスは極めて少なく、さらにインタラクション研究に重要な、顔情報を含んだ人の映像が提

供される例は、国内においては国立国語研究所による CEJC（日本語日常会話コーパス）の他にはない。そこで、画像情報処理、音声言語処理、自然言語処理、心理学、社会学、教育学分野において、研究用途向けとして活用してもらうことを目的にポスターセッションにおけるコーパスを提供することとした。2019年8月にNIIより提供開始され、現在、提供サービスは運用中である。

コーパス提供のため、収録協力者の募集にあたっては、計測事項を事前に提示し、了解した人に応募してもらった。収録Cは講義内で行われたが、学生には協力の有無が成績に反映されることは全くないことを伝えた。協力者には、収録の前に約20分程度の時間を設け、収録に関する説明書を配布し、口頭で説明し、注意事項を伝えた。特に、収録風景の映像、個人の顔画像、音声、行動データが記録されること、それらが学会発表や学会誌掲載などにより、第三者に公表される可能性があることを説明した（なおNIIから提供される場合には利用規定を、「当該資料に映像のサンプルを掲載する場合は、顔の表情を扱う場合を除き、顔画像にマスキング処理を施す等の対応を行う」とした）。

また、オプトアウトの対応として説明書に加え同意撤回書も添えた。協力者には収録終了後、将来にわたってデータ削除の申し出が可能であることとその方法を説明した。協力者からの申し出があった場合には、その理由の如何を問わず、かつ申し出者には何ら不利益なく、データの使用・提供を中止することを伝えた。すべて説明したのち、質問を受け付けたが質問者はいなかった。そこで協力者らには同意書2枚に署名をしてもらった。一枚は協力者が保管、もう一枚は東京電機大学の収録責任者が保管した。また、協力者以外で、収録の準備等で映像に映り込むすべての準備スタッフ・教員にも同様の手続きの上、同意書を取得した。

以上の手続きを経て収録された本コーパスには、映像のほか、人の行動情報として、発話内容、視線方向、手の動き、頭部の動き、身体の動きにアノテーションが付与されており、データベースとして整備された本コーパスは、機械学習（ジェスチャ認識、聞き手判別といったコミュニケーション行動の認識やシステム開発など）、コミュニケーション・インタラクション分析（マルチパーソン、マルチモーダルインタラクション研究など）に幅広く貢献できるものとする。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Hiroko Tokunaga
2. 発表標題 Analyzing Spatial Position of Poster Session Audience and Their Joining In/Withdrawing Behaviors
3. 学会等名 LREC 2018 Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 徳永弘子
2. 発表標題 ポスターセッションにおける聴講者の行動分析ー立ち去りたいのに立ち去れない人の支援に向けてー
3. 学会等名 HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 徳永弘子
2. 発表標題 「社会人基礎力」の評価基準の基づくポスターセッション発表者の振る舞いの分析
3. 学会等名 計測自動制御学会 ライフエンジニアリング部門シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Ohshima
2. 発表標題 Neut: Design and Evaluation of Speaker Designation Behaviors for Communication Support Robot to Encourage Conversations
3. 学会等名 RoMan2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森田 幸輔
2. 発表標題 ポスターセッションにおける会話場支援者の行動分析
3. 学会等名 HCGシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島直樹
2. 発表標題 ファシリテーションロボットはグループ会話の沈黙時にどのようにフロア制御をするか ~ 能力の限定された会話ロボットの行動デザインのために ~
3. 学会等名 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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井坂俊彦
2. 発表標題 コミュニケーションロボットの会話終了時における動作設計
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川侑治
2. 発表標題 ポスター発表における聴講者の会話場加入・脱退行動の分析
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田幸輔
2. 発表標題 ポスターセッションにおける会話場支援者の行動分析
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井坂 俊彦
2. 発表標題 人の動作量の変化に着目した人 ロボット対面会話終了時のロボットのふるまいデザイン
3. 学会等名 MVE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoki Sakai
2. 発表標題 Relationship between Speakers' Nonverbal Expressions and Features of HRV and EMG during Poster Session
3. 学会等名 DICOMO2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Isaka
2. 発表標題 Study of socially appropriate robot behaviors in human-robot conversation closur
3. 学会等名 OzCHI '18 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 徳永弘子
2. 発表標題 ポスターセッションにおける大学生の発表スキル向上のための行動評価
3. 学会等名 日本教育工学会2019年秋季全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 徳永弘子
2. 発表標題 グループコミュニケーションにおける会話場面分析のための映像コーパスの構築
3. 学会等名 電子情報通信学会HCGシンポジウム2019
4. 発表年 2019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	大島 直樹 (OSHIMA NAOKI) (30732820)	豊橋技術科学大学・エレクトロニクス先端融合研究所・講師 (32657)	
研究分担者	日根 恭子 (HINE KYOKO) (70625459)	東京電機大学・情報環境学部・助教 (32657)	
研究分担者	徳永 弘子 (TOKUNAGA HIROKO) (00747321)	東京電機大学・システムデザイン工学部・研究員 (32657)	