

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25280076

研究課題名(和文) 会話エージェントによるグループ討論コミュニケーションスキルの評価と改善支援の研究

研究課題名(英文) Support and Evaluation of Communication Skills in Group Discussions by Conversational Agents

研究代表者

中野 有紀子 (Yukiko, Nakano)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：40422505

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではグループ討論での言語・非言語行動を収集し、音声、言語、姿勢、視線等の情報から、コミュニケーションスキルの推定や議論中の重要発言の検出を行うモデルを機械学習を用いて作成した。40人の実験参加者によるコーパス収集実験を行い、約14000発話を収集した。コミュニケーションスキルの高低を推定する精度は93%を達成し、重要発言の検出は、F値で約0.7を達成した。また、ロボットによる会話介入システムも開発し、その有用性を確認した。

研究成果の概要(英文)：This research project collected verbal and nonverbal behaviors in group discussions, and established models for estimating communication skills and important statements in the discussion. First, we conducted a corpus collection experiment using 40 subjects, and collected 14000 utterances, from which estimation models were created by exploiting machine learning techniques. The accuracy of the communication skill (high or low) estimation model was 93%. The model performance for detecting important utterances was 0.7 in F-measure. We also developed a conversation intervention robot and demonstrated its effectiveness.

研究分野：知的インタフェース

キーワード：マルチモーダルインタラクション 非言語行動認識

## 1. 研究開始当初の背景

コミュニケーションにおける非言語行動の機能・役割について、コミュニケーション科学、心理学、社会学等の幅広い学問分野で古くから数多くの研究がおこなわれてきた。Kendon(1967)の社会学的アプローチによる観察に基づく視線の分析、心理学的研究では、Argyle&Cook(1976)による視線の研究、McNeill(1992)によるジェスチャの研究等が代表的である。これらの研究はビデオ観察を基本としていたが、近年は、画像処理、センサ技術、機械学習の発展により、非言語行動を計算機により自動的に検出・認識しようとする研究が盛んにおこなわれており、その精度も徐々に向上している。しかし、非言語行動は様々な機能を持ち、他の行動と統合してマルチモーダルな情報として扱うことにより、はじめてその機能を特定することができる。従って、engagement や dominance などのより高次のコミュニケーションの状態の認識の研究は始まったばかりである。一方、様々なコミュニケーションシグナルを統合的に解釈し、それを就職面接における態度改善のための教育システムに応用しようとする試みが、EU の FP7 のプロジェクト、TARDIS (<http://tardis.lip6.fr/presentation>)として取り組まれている。また、教育にゲームの要素を取り入れたゲーミフィケーションが注目を集めており、バーチャルエージェント等人工物とのコミュニケーションは実際の人とのかかわりよりも抵抗が少なく、効果的であることが期待される。このような研究動向において、コミュニケーションを科学的に解明

し、効果的なコミュニケーション方法をユーザに気づかせ、その習得を支援する会話エージェントを実現することが可能な段階に来ている。

## 2. 研究の目的

グループディスカッションは、コミュニケーションスキルを評価するために、採用面接でも実施されることが多い。本研究では、①音声、言語、ジェスチャ、表情、姿勢、視線などの情報から、グループディスカッションにおける各参加者の会話への参加態度、会話における優位性、性格印象、発言内容の重要性・積極性に関して、コミュニケーション行動の評価を自動的に行うシステムを開発し、②ここから得られるユーザの評価値に応じて、グループディスカッションに適切に介入し、議論参加を支援するシステムを実装し、③そのシステムがユーザのコミュニケーション行動を改善させる効果があるかを検証する。本研究の成果は、グループディスカッションの練習システムに応用可能であり、コミュニケーションスキルの向上という社会的に関心の高い問題に貢献するものである。

## 3. 研究の方法

- (1) コーパスの収集：研究資源として、グループでの対話やディスカッションのマルチモーダルコーパスを収集し、整備する。
- (2) 機械学習によるモデルの作成：収集したコーパスを使用し、言語・非言語情報からコミュニケーションスキルを推定するモデルや、ディスカッション中の重要発言を検出するモ



図 1 : コーパス収集実験の様子

デルを作成する。

(3) コミュニケーション支援システムの開発：作成したモデルをマルチモーダル対話システムに搭載し，コミュニケーションロボットや会話エージェントを開発する。

#### 4. 研究成果

##### (1) グループ議論コーパスの構築

マルチモーダル情報に基づき，グループディスカッション参加者のコミュニケーションスキルを推定・評価するための資源となるマルチモーダルコーパスを収集した。

コーパス収集の実験では，40 人の実験参加者を 10 グループに分割した。各グループはテーマが与えられた約 15 分，あるいは 20 分の議論を 3 セッション行った。議論の様子は多様なセンサを用いて記録・計測された(図 1)。また参加者は，自身の行動や言動が後に専門家により評価されることを告げられた。実験では，以下に示す行動データが収集された。

(a) 視線：精緻な参加者の視線情報を取得するために，視線追跡用の装置であるグラス型アイトラッカ (Tobii: Tobii Glasses) を装着してもらい，各参加者の視線情報を取得した。これにより，シーン映像(解像度:640×480，

30fps) と，これに重畳された参加者の注視点座標を抽出した。

(b) 音声：耳掛けタイプの高音質ハンズフリーマイクロフォン(audio-technica:HYP-190H)を装着してもらい，各参加者の発話音声を取得した。各被験者の音声は，オーディオインタフェースを経由し，複数チャンネルの同時録音に対応した音声編集ソフトウェアにより，wav 形式のファイルとして保存された。全体として 14000 回を超える 23000 秒程度の発話データを収集できたことを確認した。

(c) 顔映像：テーブルの中心に各参加者の正面顔が撮影できる角度に HD ウェブカメラを設置し，顔映像(解像度:1280×720, 30fps)を取得した。参加者とウェブカメラの距離は約 1m であった。

(d) 頭部加速度：参加者の後頭部に加速度センサ(ATR-Promotions: WAA-010)を取り付け，x, y, z の 3 軸方向における加速度，角速度を約 30fps で計測し，頭部動作情報を取得した。

(e) 深度および骨格情報：参加者の背後に配置した Kinect センサから，対面に位置する参加者の骨格情報と深度情報を取得した。骨格情報はオープンソースライブラリとして提供されている OpenNI を利用し，ユーザトラッキング機能により得られる上半身 9 点の骨格頂点座標が保存された。また，深度情報は解像度 320×240 で対象参加者を中心とした 8bit の深度値がタイムスタンプとともに記録された。

(f) モーションキャプチャ情報：頭部方向情

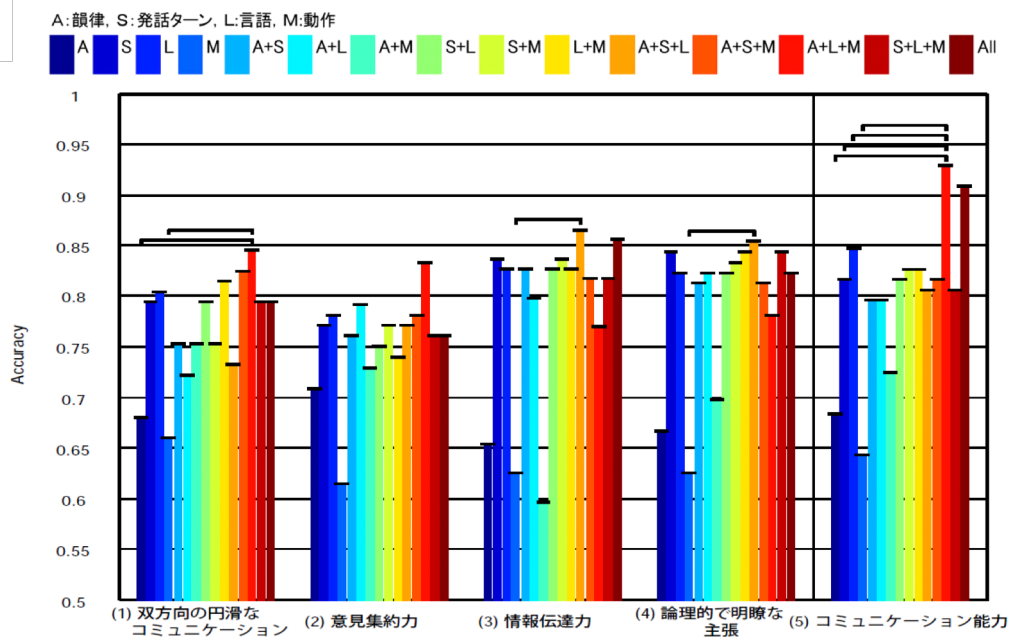


図 2：コミュニケーションスキル推定モデルの評価結果

報として、参加者にモーションキャプチャ用のマーカを取り付けた帽子を装着してもらい、この帽子を 1 つのオブジェクトとしたときの x, y, z 座標と回転角度を計測した。また、マーカを両腕の肩、肘、手首に取り付け、さらに中指にもマーカを巻き付けてもらうことにより、左右の 4 つずつのマーカのデータも記録している。

(g) 性格特性：参加者の性格特性を調べるために、大学生用の NEO-FFI 性格特性評定テスト日本語版を実施した。この性格テストは、Big-five 性格特性論に基づき設定された 60 項目からなる質問形式のテストである。

(2) コミュニケーションスキル評価データの作成

収録したグループディスカッションに対して、各参加者のコミュニケーションスキルを

客観的に評価したデータを作成した。ここでは、コミュニケーションスキル評価の専門家として、一般企業で採用担当経験のある方を評定者とし、ディスカッションの様子を観察してもらいながら各参加者を評価させる作業を実施した。評定者は、システムを通してビデオ映像を十分に観察したあとで、映像に映る参加者 4 名に対するアンケートに回答した。アンケートは計 6 項目から構成されており、コミュニケーションスキルを総合した評価項目 (10 段階評価) 1 項目に加え、コミュニケーションスキルに関連する小項目として、「傾聴する姿勢」、「双方向の円滑なコミュニケーション」、「意見集約力」、「情報伝達力」、「論理的で明瞭な主張」の 5 項目が設定された。

21 名の評定者に評価された 120 のデータセット (3 セッション×参加者 4 名) のクロンバックの  $\alpha$  係数を算出した結果、平均値は 0.77

となり、各セッションの参加者について評定者間で一貫した傾向で評価されており、信頼できる指標として利用可能であることを確認した。

以上の作業を通して、グループディスカッションにおける参加者の種々の非言語情報に加えて、コミュニケーションスキルに関する多面的な評価値となる、参加者の性格特性及び外部の専門家の評定データを含むマルチモーダル対話コーパスを構築した。

### (3) コミュニケーション能力推定モデル

研究成果(1)で収集したグループ議論コーパスと、研究成果(2)で得た人によるコミュニケーション能力評価を利用し、マルチモーダル情報からコミュニケーション能力を推定するモデルの構築・評価を行なった。発話内容に含まれる単語の品詞、発話ターン、韻律情報、頭部動作量を特徴量として抽出し、人事採用経験者より判定された各参加者のコミュニケーション能力値を推定するモデルを機械学習により構築した。評価実験の結果を図2に示す。(1)-(5)の棒グラフの束は各コミュニケーション能力項目の推定精度を示しており、各棒グラフは、各特徴量セットを用いた場合の精度を示している。各棒グラフと特徴量セットの対応関係は図2の上に記載している。縦軸の精度はテストデータの正答率を示す。総合的なコミュニケーション能力に関する評定値を、高群・低群の2クラスの分類タスクで最大0.93の分類精度を得た。

また、各要素項目と総合的なコミュニケーション能力を識別するために有効な特徴量を

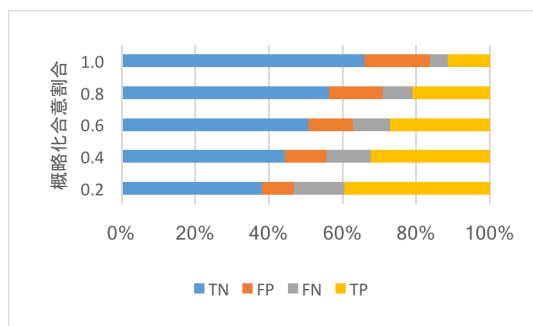


図3 重要発言推定モデルの評価

明らかにし、コミュニケーション能力の高・低に分類される参加者に見られる特徴を明らかにした。本研究は、人工知能学会創設30周年記念特集論文最優秀賞を受賞した。

(4) 重要発言推定モデルの作成：同じく、研究成果(1)で収集したグループ議論対話コーパスを使用し、議論コミュニケーションの要約を目的とした重要発言の推定モデルを提案した。発言の重要度の評価には全アノテータから抽出され、高い評価者間信頼性をもつ5名のアノテータ間の一致率を用いた(概略化合意割合)。注視行動、頭部動作、発話情報、そしてそれら行動の共起関係の特徴量としたモデルを学習した結果、概略化合意割合の低い重要発言の推定には全ての特徴量が、高い重要さを持つ重要発言の推定には発話者・他参加者の非言語行動を示す特徴量が貢献することが確認された。発話者・他参加者の非言語行動特徴量のみを用いて学習されたモデルは、6割以上のアノテータが重要だと判断した発言をF値0.700で推定する性能を持つ。再現率は約0.7であり、重要な発言を取りこぼすことの少ないモデルとなっている。また、

提案モデルを用いることで、議論を元時間の45%に要約でき、将来的には人手を要さない、自動での要約生成も期待できる。

#### <引用文献>

- Kendon A. Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychologica* 26:22-63, 1967.
- Argyle, M. and M. Cook (1976). *Gaze and Mutual Gaze*. Cambridge, Cambridge University Press.
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*. Chicago, IL/London, UK, The University of Chicago Press.

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 15 件)

1. 高瀬 裕, 吉野 堯, 中野 有紀子: 多人数会話における調整・介入機能を有する対話ロボット, *情報処理学会論文誌*, Vol. 58, No. 5, pp. 967-980, 2017.
2. 二瓶 芙巳雄, 高瀬 裕, 中野 有紀子: 非言語情報に基づくグループ議論における重要発言の推定—グループ議論の要約生成に向けて—, *電子情報通信学会論文誌 A*, Vol. J100-A, No. 1, Jan. 2017.
3. 岡田将吾, 松儀良広, 中野有紀子, 林佑樹, 黄宏軒, 高瀬裕, 新田克己: マルチモーダル情報に基づくグループ会話におけるコミュニケーション能力の推定, Vol. 31, No. 6, pp. 1-12. (Nov. 2016). **【人工知能学会創設 30 周年記念特集論文最優秀賞】**
4. Yukiko I. Nakano, Takashi Yoshino, Misato Yatsushiro, and Yutaka Takase. Generating Robot Gaze on the Basis of Participation Roles and Dominance Estimation in Multiparty Interaction. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*. Volume 5 Issue 4, Article No. 22, January 2016. DOI=http://dx.doi.org/10.1145/2743028
5. 林 佑樹, 二瓶 芙巳雄, 中野 有紀子, 黄宏軒, 岡田 将吾: グループディスカッションコーパスの構築および性格特性との関連性の分析, *情報処理学会論文誌*, Vol. 56, No. 4, pp. 1217-1227, 2015.

[学会発表] (計 73 件)

1. Shogo Okada, Yoshihiko Ohtake, Yukiko I. Nakano, Yuki Hayashi, Hung-Hsuan Huang, Yutaka Takase, and Katsumi Nitta: Estimating Communication Skills using Dialogue Acts and

Nonverbal Features in Multiple Discussion Datasets, *18th ACM ICMI2016*, pp. 169-176, 2016.

2. Fumio Nihei, Yukiko I. Nakano, and Yutaka Takase: Meeting Extracts for Discussion Summarization based on Multimodal Nonverbal Information, *18th ACM ICMI2016*, pp. 185-192, 2016.
3. 岡田 将吾, 大竹 圭彦, 中野 有紀子, 林佑樹, 黄宏軒, 高瀬 裕, 新田 克己: マルチモーダルモデリングに基づくコミュニケーション能力とグループディスカッションタスクの関連性分析 HCG シンポジウム 2016, A-2-5. **【優秀インタラクティブ発表賞】**
4. 二瓶 芙巳雄, 林 佑樹, 中野 有紀子: グループディスカッションにおける議論状態の変化の検出, 第 28 回人工知能学会全国大会, 4B1-2 (2014 年 5 月) **【全国大会優秀賞】**

[図書] (計 2 件)

1. 中野 幹生, 駒谷 和範, 船越 孝太郎, 中野 有紀子, 奥村 学 (監修), *対話システム (自然言語処理シリーズ)*, コロナ社, 2015

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

1. 中野有紀子, 岡田将吾, 松儀良広, 林佑樹, 黄宏軒, 高瀬裕, 新田克己. 特願 2016-128904 コミュニケーション能力推定装置, 方法およびプログラム, 2016.

○取得状況 (計 0 件)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 有紀子 (NAKANO, Yukiko)

成蹊大学理工学部・教授

研究者番号: 40422505

(2) 研究分担者

林 佑樹 (HAYASHI, Yuki)

成蹊大学理工学部情報科学科・助教

研究者番号: 40633524 (平成 25 年度のみ)

岡田 将吾 (OKADA, Shogo)

東京工業大学総合理工学研究科・助教

研究者番号: 00512261

黄 宏軒 (KOU, Kouken)

立命館大学情報理工学部・准教授

研究者番号: 00572950

高瀬 裕 (TAKASE, Yutaka)

成蹊大学理工学部・助教

研究者番号: 60744000 (平成 27 年度~28 年度)