

複数台ロボット環境における HRI 分析のためのユーザ動作計測

増田 琢弥[†] 大和 淳司[†] 杉山 弘晃[‡]

[†] 工学院大学情報部 〒192105-0015 東京都八王子市中野町 2665-1

[‡] NTT コミュニケーション科学基礎研究所 〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台 2-4

E-mail: j318249@ns.kogakuin.ac.jp, jy@acm.org, h.sugi@ieee.org

あらまし これまでに複数台の対話ロボットとユーザの対話におけるユーザの反応を分析するため様々な情報取得方法を試みてきた。ユーザによる主観評価、発話時間長などの客観指標、ユーザの生理指標などである。これらについての利害得失を整理し、新たに導入するユーザの動作計測の特長をまとめる。動作計測の特性に基づいた研究の方針についてまとめ、今後の研究計画について述べる。

キーワード 対話ロボット, 対話システム, HRI, 動作計測

Motion measurement for HRI analysis of user with multi conversational robots

Takuya MASUDA[†] Junji YAMATO[†] and Hiroaki SUGIYAMA[‡]

[†] Faculty of Informatics, Kogakuin University 2665-1 Nakano-cho Hachioji, Tokyo, 192-0015 Japan

[‡] NTT Communication Science Laboratories 2-4 Hikari-dai, Seika-cho, Kyoto, 619-0237 Japan

E-mail: j318249@ns.kogakuin.ac.jp, jy@acm.org, h.sugi@ieee.org

Abstract We have tried various information acquisition methods to analyze the user's reaction in the dialogue between multiple dialogue robots and the user, including subjective evaluation by the user, objective index such as utterance time length, physiological index of the user. We will sort out the advantages and disadvantages of these, and summarize the features of newly introduced user motion measurement using motion capture devices. The research plan based on the characteristics of motion measurement is described.

Keywords dialogue robot, dialogue system, HRI, motion capture

1. はじめに

近年様々な対話システムに注目が集まる中、特に Siri や Google Home などある程度文脈を理解した発話のできる対話システムが広く普及してきた。一問一答にとどまらずターンを重ねる対話も部分的に可能となっている。著者らはこれまで複数台の対話ロボットとの対話におけるユーザの対話意欲について検討してきた[1,2]。これらの対話システムにおいても、ユーザとのやり取りが長くなると不自然な返答をしたり対話破綻を起こすことでユーザの対話意欲を減退させ、ユーザが対話システム自体を利用しなくなる可能性が高まる。

人同士の対話ではジェスチャやスキンシップなど身体を用いた非言語情報の共有が自然に行われている。そこで、発話内容の文脈だけではなくユーザの非言語行動を読み取り対話に反映させることができれば、より自然な対話に近づくことができ、ユーザの対話意欲

の維持につながると考えられる。

そこで本研究では人同士の対話における動作を計測し、ユーザの対話意欲の維持に影響する非言語行動にはどんなものがあるか分析を行おうと考えた。また対話意欲を外部から知るために、ユーザ行動や動作のどのような特徴が有効かについても検討を行ってきたい。

2. 関連研究

どのような非言語行動がユーザの対話意欲の維持向上に有効かを考えるため、まず対話意欲を評価し比較するための指標が必要である。しかし、人同士が自然に対話する状況を想定すると、発話ごとに対話を中断させてその時点の対話意欲を評価させるのでは都度対話を中断させることとなり自然な対話を阻害することになる。また対話意欲を発話者本人に主観的に評価させる場合、定量的な評価を高い精度で安定的に得る

ことが難しい。

一方で、外部から計測可能な行動の指標や生理指標によれば客観的定量的な計測が可能となる。例えば丸山ら[1]が行った発話長と sAA (唾液アミラーゼ活性度) 比を指標とした実験では、対話終了後の唾液アミラーゼを用いた。定量的な計測が可能だが、まず発話長や sAA の変化が発話意欲とどのような関係にあるか、時間的に安定するか、個人差はどうかなど、指標としての信頼性が低いことが問題となる。

またこれらの指標は計測頻度が低いことも課題である。[1]においては一連の対話終了時に 1 回の計測を行った。これ以上の高頻度な計測、例えば 1 発話毎の計測を行おうとすれば、対話を中断させ sAA を測定する必要があり、自然な対話を損なう可能性が高い。

一方で、丸山ら[2]が行ったボタンとレバーを用いた対話意欲を入力させる場合方式は、発話ごとに被験者によって対話意欲を評価させることが一応は可能であり、頻度は sAA に比べれば高い。しかし被験者の負荷を低くするため定性的な評価を行わせるのが限界であった。また、ボタンを押す行為は低負荷とはいえ自然な対話を妨げる可能性は高い。これら評価指標の課題を表 1 に示す。

以上から、本実験では自然な対話の流れを妨げず、精度が高く定量的な対話意欲の評価を、高い頻度で得ることと、評価を客観的に行うことができる指標を目指す。これらの条件を満たす指標として、ユーザの動作からの対話意欲が評価できないかについての検討を進める。

表 1 評価指標の課題

	sAA	ボタン レバー
定量・定性	定量	定性
主観・客観	客観	主観
計測頻度	極めて低い	低い

3. 対話実験のデザイン

3.1 目的

人同士の自然な対話を阻害することなく対話意欲の計測を行いたい。そのため非言語行動の分析、特にユーザの動作から対話意欲が評価できるかについて検討を行う。

3.2 評価指標の候補

本実験で検討する評価指標の候補を表 2 にまとめた。対話意欲が高ければ対話に多く参加し、発話長も長くなると考え、一定時間内にユーザが発言した時間の

割合を調べ対話意欲の指標とする。

また、自然な対話を損なわずにユーザの非言語行動を測定するため、多数のカメラとマーカーを使用する Motion Capture (Cortex) でユーザの動きを計測する。これにより高いフレームレートで身体座標が数値として得られる。定量的な計測が高精度に可能で、自然な対話を中断させることなく動作を取得することができる。また対話意欲の Ground truth としては本人によるボタン入力と複数の第三者による映像観察によるラベリングを検討する。本人入力は頻度が低いことと対話に影響することが欠点であり、第三者入力は精度が低いことが課題である。複数組み合わせることで、評価指標候補との相関を検討していく。

表 2 評価指標の候補

評価指標	計測方法
発話時間長比率	ある time window 内に占める発話時間の割合の時間変化
関節の角速度	motion capture (Cortex) で位置計測した 3 点の角度から角速度の時間変化を計測
頭部運動(視線の近似)	頭部計測点から視線方向を近似し、対話相手を中心とした注視点位置計測

3.3 手順

実験手順のフローチャートを図 1 に示す。図 2 のように被験者全員に右人差し指, 右手の甲, 右腕, 右肘, 右の二の腕, 右肩, 背中, 左人差し指, 左手の甲, 左腕, 左肘, 左の二の腕, 左肩, 右側の胸, 額, 頭頂部, 後頭部, 右側の側頭部の計 18 個の反射マーカーを取り付ける。その状態で向かい合い、机を挟んで椅子に座りながら 5 分間の対話を始めるよう教示する。

5 分間の対話を録音し、Cortex で動きを録画する。対話が終わった後、録音した音声からそれぞれの被験者が 1 分間に話していた文字数の割合の時間変化を調べる。次に録画した Cortex から右人差し指-右手の甲, 右手の甲-右腕, 右腕-右肘, 右の二の腕-右肩, 左人差し指-左手の甲, 左手の甲-左腕, 左腕-左肘, 左の二の腕-左肩, 頭頂部と後頭部を結ぶ直線と額を水平につないだ 2 点間の角速度の時間変化を調べる。そして発話の割合の時間変化とそれぞれの角速度の時間変化を点グラフにし、どの動きが発話の割合と相関が強くなるかを確認する。また発話ごとに対話の継続意向についてのボタン入力を行う。対話の映像・音声記録を実験後に複

数の第三者に視聴させ、ユーザの対話意欲についての評価を行う。

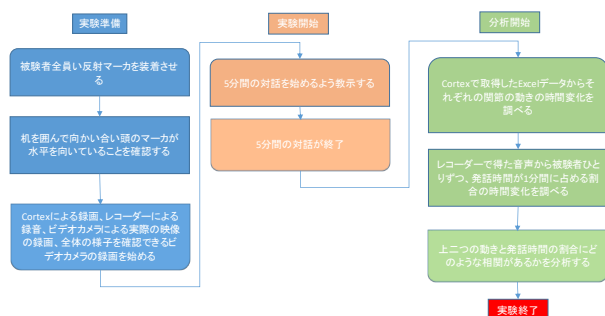


図1 実験手順フローチャート

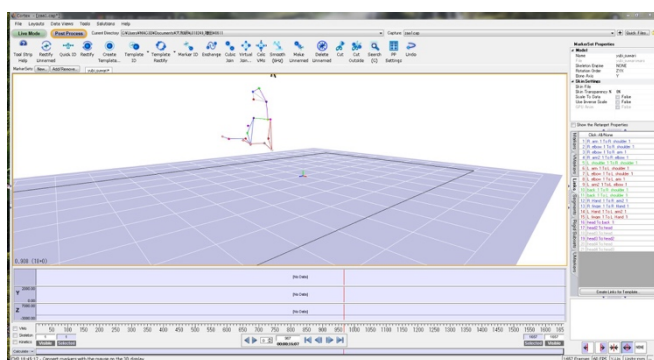


図2 被験者が反射マーカをつけた状態

4. まとめと今後の検討

以上の方針に基づき低侵襲で高頻度な客観的定量的な計測方法についての検討を進めていく。現在、単一被験者の記録は可能であるが、動作記録時の複数人データ取得のための動きのテンプレート作成を進めている。また視線の近似として頭部方向を安定して抽出するため、頭頂部と後頭部のマーカを組み合わせる方式の検討を進めている。水平方向と垂直方向の情報を異なる組み合わせから得ることで安定取得が可能か予備実験での評価を進める。また第三者による対話意欲評価を安定して行うための注目点や教示についても課題が多く引き続き検討を進めていく。

文 献

- [1] 丸山洸太, 大和淳司, 杉山弘晃, ”対話ロボットの複数台化とジェスチャ表出による対話意欲変動の分析”, 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J104-D No.1 pp.30-41 発行日: 2021/01/01
- [2] 丸山洸太, 大和淳司, 杉山弘晃, ”対話意欲変動要因としての対話ロボットの複数台化とジェスチャ表出の有効性評価”, Human Agent Interaction シンポジウム 2018, P-35, 2019 年 3 月