

注視・相互注視に基づく会話参加者優位性順位の推定に向けた 多人数インタラクションの分析

福原 佑貴[†] 中野 有紀子[‡]

成蹊大学大学院理工学研究科理工学専攻[†] 成蹊大学工学部情報科学科[‡]

1. はじめに

公共施設での情報案内などに用いられるキオスクシステムは、複数のユーザからなるグループに対して案内をおこなうことが多い。従って、このような会話エージェントを実現するには、複数ユーザ間で動的に変化する会話の参与構造[1]を把握し、会話の状況に応じて適切にエージェントの言語・非言語行動を決定する機構が必要となる。しかし現状では、会話エージェントの実装を目的とした多人数対話のモデルはまだ確立されていない。

そこで本研究では、グループの会話を適切に制御する会話エージェントシステムの構築を目指し、ユーザ間のインタラクションの様子から中心的な会話参加者を推定する方式を提案する。そのための基礎的検討として、モーションキャプチャによる頭部動作データを決定木学習に適用し、会話参加者の注視・相互注視情報を自動付与し、この注視情報と参与役割（話者、聞き手、傍参与者の役割）の関連性、および会話参加者の優位性順位（所与の会話においてどの程度中心的であったか）との関連性について分析する。

2. 分析データ

2.1 データ収集実験

[2]では、基礎データの収集のために、会話エージェントが3人の被験者と会話を行う Wizard-of-Oz による対話収集実験を行い、音声と頭部、および上半身の動作データをモーションキャプチャにより収集した。実験では、3人1組のグループで週末の外出先を決める会話を行ってもらった。被験者はエージェントに質問することにより場所や施設の情報を得ることができる。3人のうち1人だけ外出できない人を設定することにより、その人の会話参加頻度を下げ、傍参与者となる可能性を高める実験的操作を施した。

2.2 アノテーション

収集したコーパスに対して、ビデオと音声のデータを用いて、発話区間、発話者、発話の受け手のラベル付けを行った。

注視対象の自動アノテーション：モーションキャプチャから各被験者の頭部の位置と回転角度の情報を取得し、人手でアノテーションした数ファイルのデータを教師データとし、決定木学習によって各被験者が誰を注視しているかの推定をおこなった。決定木学習には、データマイニングツール Weka の J48 を使い、分類結果は L00 (leave one out) 法を用いて評価した。分類結果を表1に示す。表に示すように3人の立ち位置によって多少精

度は異なるが、十分な精度が得られたため、残りのコーパスについては、注視対象（誰が誰を見ているか）を自動でラベリングした。

優位性順位の評定：収録したビデオを被験者以外の人に見てもらい、3人の会話参加者の中で、誰が最も会話の中心となり、会話を先導したかに関して順位付けを行ってもらった。1位には1点、2位に2点、3位に3点としてポイントをつけ、平均点の順位を優位性順位とした。その結果、平均順位が最も高かった人、つまり最も会話の中心となったと判定された人を R1 とし、次を R2、最も優位性順位が低かった人を R3 とした。評定の平均値、R1, R2, R3 の順に 1.16, 2.08, 2.75 となり順位により明確な差があった。

表1：注視対象の予測精度

Subject (Position)	Precision	Recall	F-Measure
Subj.1 (right)	0.872	0.914	0.893
Subj.2 (center)	0.927	0.922	0.925
Subj.3 (left)	0.954	0.95	0.952

3. 注視行動と優位性順位との関連性

3.1 参与枠組みと優位性順位

まず、優位性順位によって、参与役割の分布が異なるか否かを検証した。R1, R2, R3 がそれぞれ話し手、聞き手、傍参与者になった平均回数を算出した結果を図1に示す。役割ごとに分散分析と Scheffe 法による多重比較を行った結果は以下のとおりである。

- ・話し手 (SP) : $F(2, 21)=6.338, p<.01$; R1 vs R3 $p<.05$
- ・聞き手 (HR) : $F(2, 21)=4.481, p<.05$; R1 vs R3 $p<.05$
- ・傍参与者 (SD) : $F(2, 21)=7.302, p<.01$; R1 vs R3 $p<.05$

R1 は R3 と比べて話し手になる可能性が有意に高く、また、傍参与者になる可能性が有意に低い。これらの結果より優位性順位と参与役割は強く関係しているといえる。

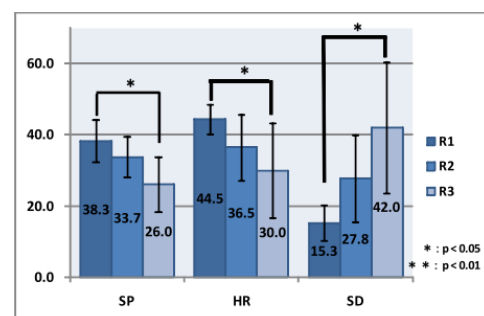


図1：各優位性順位の参与役割回数

Analysis of multiparty interaction towards estimating conversation dominance based on gaze and mutual-gaze
Yuki Fukuhara[†], and Yukiko Nakano[‡]
Graduate School of Science and Technology, Seikei University[†]
Faculty of Science and Technology, Seikei University[‡]

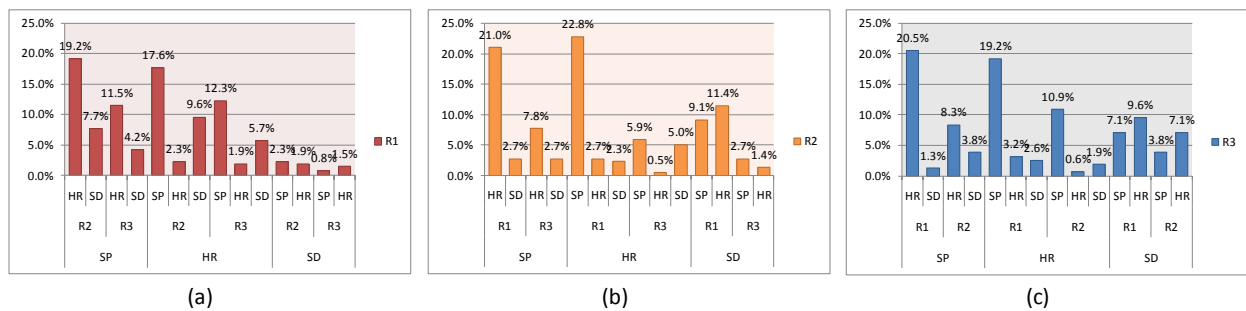


図3:優位性順位毎の相互注視量

3.2 ターン交代と優位性順位

話者は視線を用いて次話者の決定をおこなっているとされている[3]。しかし、同様の注視行動を行っても優位性順位によってその効果が異なる可能性が考えられる。そこで、優位性順位によって次話者選択の成功率が異なるか否かを分析した。発話の終了前後2秒以内に、話者からの注視をうけた人にターンが譲渡しているとみなし、実際の次話者が注視を受けた人物であればターン譲渡成功、注視を受けていない人が発話をおこなった場合はターン譲渡失敗と定義した。優位性順位毎のターンの成功率は R1, R2, R3 の順に、63%, 60%, 43% となり、これらの結果を優位性順位間で比較したところランキング間で有意な結果 ($\chi^2 = 10.7785$, $p < 0.0045$) が得られ、ライアン法を用いて多重比較をおこなったところ、R1 と R3, R2 と R3 の間には有意な差が得られた。この結果は、R3 は R1 や R2 に比べて、ターン譲渡の成功率が有意に低いことを示唆している。

次にターンを譲渡する対象間で成功率に差があるのかを分析した。図2にターン譲渡の成功率を示す。R1 と R2 の間では70%に近い成功率があった。しかし、両者ともに R3 に対してのターン譲渡の成功率は50%に満たなく、対象が R1 あるいは R2 の場合と比べて成功率に大きな差が出た。これらの結果より、優位性順位が低い人物は、ターンの授受を上手くおこなうことができず、優位性順位が高い人物同士ではターンの授受が円滑に行われていると考えられる。

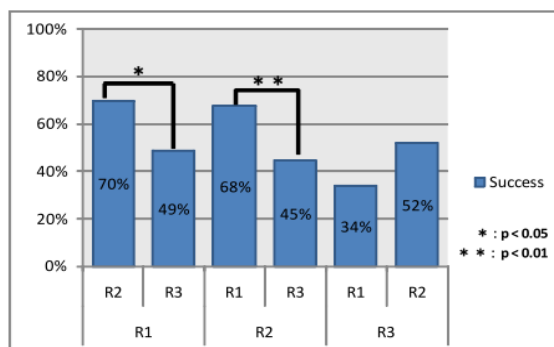


図2:各優位性順位でのターン譲渡成功率

相互注視と優位性順位

2者の注視対象のラベルが相互に交換されている場合、例えば、R1の注視対象がR2で、R2の注視対象がR1である場合、その時間において相互注視が成立しているとみ

なし、優位性順位と相互注視の関係を分析した。図3に優位性順位ごとに相互注視の分布を示す。図3-(a)に示すように、R1が話し手の場合、聞き手であるR2との相互注視(19.2%)の方が聞き手であるR3との相互注視(11.5%)よりも多かった。R2の相互注視分布(図3-(b))では、R2が話し手である場合、聞き手であるR1との相互注視(21.0%)がR3との相互注視(7.8%)の2倍以上であった。また、図3-(c)に示すように、R3が話し手である場合も、聞き手であるR1との相互注視が20.1%であるのに対し、R2との相互注視は8.3%であり、やはり2倍以上の差があった。このことから、R1は聞き手としてR2からもR3からも重視されており、R1が話し手である場合には、R2を重視するため、結果的にR1とR2間の相互注視が多くなると考えられる。同様に聞き手役割を担う場合について分析すると、R2とR3は話し手であるR1との間で相互注視を確立することが多く、R1は話し手としても最も重視されていることが分かる。ここでも話し手であるR1自身はR2により注目しているため、R3はR1と相互注視を確立しにくくなっていると考えられる。

まとめ

ユーザ間のインタラクションの様子から中心的な会話参加者の推定をおこなうために、多人数対話の分析を行ったところ、ターンの譲渡や相互注視が参与役割や優位性順位に大きく関わっていることが分かった。今後は、視線に基礎をおくこれらの非言語情報から優位性順位の推定をおこない、グループの会話を制御する会話エージェントシステムを構築する予定である。

謝辞:本研究は、科研費特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究」、および文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援によるものである。

参考文献

- [1] 坊農真弓: 日本語会話における言語・非言語表現の動的構造に関する研究, ひつじ書房, 2008.
- [2] 福原佑貴, 中野有紀子: 複数ユーザ対会話エージェントとの多人数インタラクションの収集と分析, 情報処理学会第72回全国大会, 2010
- [3] Kendon, A., Some Functions of Gaze Direction in Social Interaction. Acta Psychologica, 1967. 26: p. 22-63.