

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における優位性の自動推定方法

福原 佑貴[†] 中野 有紀子[‡]

成蹊大学理工学研究科理工学専攻[†]

成蹊大学理工学部情報科学科[‡]

1. はじめに

受付や情報案内等の窓口には、グループの客が訪れることが多い。このような場面で利用されるキオスクシステムを想定し、グループユーザに対応できる会話エージェントを実現するためには、システムがユーザ同士の会話の様子を察知することが重要である。本研究では、ユーザ同士の会話からグループダイナミクスを推定する指標として、会話の中心となり会話をリードしている度合いを表す「優位性」に着目し、各会話参加者の非言語行動から優位性を自動的に推定する方式を提案する。[Dinesh, 09]では、立場の異なるユーザのグループミーティングにおいて、優位性を推定するシステムを提案している。本研究ではキオスクシステムを想定し、同等の立場のユーザ間のインタラクションにおける優位性を推定し、多人数会話を制御する会話エージェントシステムの構築を目指す。

2. 分析

[Fukuhara, 11]では、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。さらに、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的にアノテーションし、これにより、注視情報と参与役割(話者、聞き手、傍参与者)との関連性、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をおこなった。その結果、優位性の高い人ほど以下のような特徴を持つことが分かった。

- 他者からより多く注視を受ける
- 発話量が多い
- グループ会話の中心となる参与役割(話者か聞き手)を担うことが多い
- 発話権を譲渡される回数が多く、また、発話権を調整するための視線の受け渡しがより多い

そこで本稿では、これらの分析結果より得られた優位性と強い相関がある情報を用いて優位性の推定をおこなう。

2.1 優位性の定義と評定

[Fukuhara, 11]で、Wizard-of-Oz エージェントシステムを用いて、優位性の予測に用いる言語・非言語情報の収集した。また、各課題終了後には会話の中心となった人物の順位付けのアンケートをおこなった。

優位性推定モデルを作成するためには、まず優位性に

ついての明確な定義が必要となる。本研究では、グループ内の意思決定を行う上で重要となる、情報提供と情報要求の発話を行う頻度の高い人ほど会話をリードしている人物であると考えた。情報要求の発話とは、自身の知り得ていない情報を相手から取得するための質問の発話であり、情報提供の発話とは、自分が知っている情報をグループメンバに伝え、情報共有を図ろうとする行動である。これらの発話の回数に応じて優位性スコアを各被験者に付与した。優位性スコアの妥当性を検証するために、優位性スコアに基づき3名の会話参加者を順位付けした結果とアンケートから得た人間が直感的に判断する優位性の順位をケンドールの順位相関によって比較した。その結果、相関係数は0.76と強い相関があり、有意に一致していると言える結果となった。以上により、発話内容に基づき判定した優位性は人間の直感的な優位性と強い相関があることが確認された。次節では、情報要求と情報提供の発話に基づき与えられた優位性スコアを非言語情報から推定するモデルを提案する。

3. モデル作成

2節で示した[Fukuhara, 11]で得られた知見に基づき、注視行動、発話行動、発話権の調節をおこなう行動等、11種類の非言語情報を独立変数とし、重回帰分析によってモデルの生成をおこなう。しかし、これらの非言語情報は冗長な情報が含まれている可能性があり、非言語情報を独立変数とし、情報提供・要求回数を従属変数として推定する場合に、独立変数間に高い相関が存在し、結果が歪んでしまう多重共線性(multicollinearity)の問題が生じる可能性がある。そこで、この問題を避けるために変数増減法(ステップワイズ法)を用いて、情報提供・要求回数の推定に用いる非言語情報の選定をおこなった。具体的には、共線性を用いて独立変数の選定をおこない、ステップワイズ法により重回帰モデルの作成をおこなうという方法を採用した。これらの手順により、最終的に、情報提供・要求回数の推定モデルに用いる非言語情報を以下の4つに絞り込んだ。なお、これらは会話参加者毎に算出された。

- 注視時間: 各発話において他者を注視している時間
- 相互注視時間: 各発話において相互注視をおこなっている時間
- 発話時間: 発話の総量
- 他者発話への割り込み回数: 自らの発話によって、他者の発話に割り込んだ回数

表1に情報提供・要求回数を従属変数とした優位性推定のための重回帰分析の結果を示す。重相関係数 $R=0.85$ 、決定係数 $R^2=0.72$ 、 $F(4)=425.05$ 、 $p < .01$ となり、この回帰直線は有意に目的変数の予測に役立つと言える結果となった。また、重回帰分析に用いた独立変数もすべて統計的に有意であった。推定モデルから得られた優位性

Automatic Estimation of Conversational Dominance in
Multiparty Human-Agent interaction

Yuki FUKUHARA[†], Yukiko NAKANO[‡]

[†]Graduate School of Science and Technology, Seikei University

[‡]Faculty of Science and Technology, Seikei University

表 1：情報提供・要求回数を目的変数とした重回帰分析結果

	標準回帰係数
注視時間	0.26**
相互注視時間	0.49**
発話時間	0.21**
発話を遮った回数	0.06*
重相関係数	0.85**
決定係数	0.72**

*:p<.05, **:p<.01

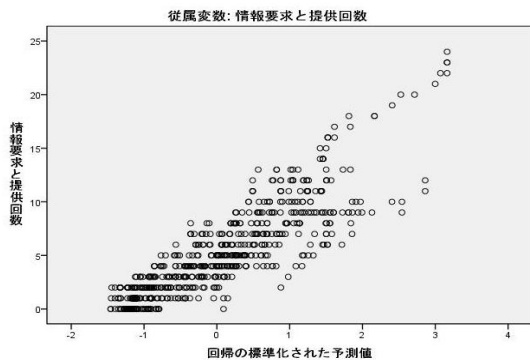


図 1：情報提供・要求回数を従属変数とした重回帰分析結果

の評定値と、実際の実験で情報提供・要求の発話回数に基づき算出された優位性の値の相関関係を図 1 に示す。

4. モデル評価

作成した優位性推定モデルにより算出した順位と、人間の直感による優位性順位を、ケンドールの順位相関によって比較した。相関係数は 0.77 と強い相関があり、検定をおこなった結果、順位の一貫度は統計的に有意であった。

発話に関する変数の中では、発話時間がかつとも強く優位性に寄与していた。これは、グループ会話において積極的に発話を行うことが、グループの会話を牽引することにつながる場合が多かったためであると考えられる。他者発話への割り込み回数に関しては、他に比べて回帰係数の値は小さかったが、グループ会話への積極性を示す指標として有用であると考えられる。これらの発話に関する推定モデルの結果は、より頻繁に発話権を得て、発言し、積極的に会話に参加する人物の優位性が高くなるという先行研究との結果と一致するものであった。

また、注視と相互注視は、その他の非言語情報よりも、優位性の推定に大きく寄与していることがわかった。相互注視は、グループ対話において、グループ内で強く意識される存在であることを示し、また、相互注視は、発話権の譲渡や要求などの参与役割の調節をおこなう機能を持つため、多人数対話において非常に有用な情報である。そのため、我々の優位性の推定モデルにおいても、推定に大きく寄与する変数となったと考えられる。また、この結果は、積極的に他者へ注視行動をおこない、相互注視により頻繁に発話権の調節をおこなう人物は、優位性が高くなるという 2 節で示した知見とも一致するもの

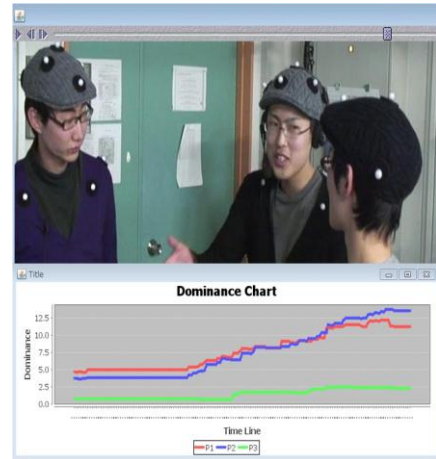


図 2：推定モデルを用いた優位性の視覚化ツール

であった。

図 2 は、優位性推定モデルを用いて、実際のインタラクションを分析した結果の妥当性を検証するために作成した優位性の可視化ツールである。優位性推定モデルから得られた優位性スコアをグラフ化し、ビデオと同期させて出力するものである。図 2 では、中央の人物と右側の人物が積極的な会話の参入をおこなっている。この対話では、両者が互いを意識しているために注視行動と相互注視が多くおこなわれており、発話権を得る回数が多くなり、発話時間が長くなっている。この 2 名の優位性スコアが高いことがグラフにも示されており、これにより、優位性推定モデルによる推定結果が適切であることが分かる。

5. まとめ

本稿では、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するために、優位性に強く相関がある発話情報と視線情報から、優位性を推定するモデルを提案した。作成した推定モデルによる推定結果は、人間の直感による優位性順位の判定と有意に一致していた。今後はこの優位性順位の推定モデルを用いて、実際のグループ会話からリアルタイムに優位性の自動推定をおこない、優位性が低い人物には積極的な会話参入を促し、優位性が高い人物にはグループ会話を調節する役割を促進する等の、グループの会話を制御する役割を担う会話エージェントシステムを構築する予定である。

謝辞：本研究の一部は科研費新学術領域研究、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] [Fukuhara, 11]Fukuhara, Y et al.: Gaze and Conversation Dominance in Multiparty Interaction: Workshop on Eye Gaze in Intelligent Human Machine Interaction in Conjunction with IUI 2011, the International Conference on Intelligent User Interfaces.
- [2] [Dinesh,09] Dinesh Babu Jayagopi et al.: Modeling Dominance in Group Conversations Using Nonverbal Activity Cues: IEEE TRANSACTIONS ON AUDIO, SPEECH, AND LANGUAGE PROCESSING, 2009.