

【特別寄稿】

関係維持を指向した意思決定場面における

会話状況に基づくグループ状態の推定

An Estimation of Group Status Based on the Conversation Situation
in Decision-making Scenes Oriented toward Relationship Maintenance

河野 進

KONO, Susumu

キーワード： 車内会話； 会話分析； グループ会話； 会話満足度； 機械学習；
グループ状態推定

Received: 2019.1.20

総合研究大学院大学情報学専攻に博士（情報学）授与の要件として提出した論文「関係維持を指向した意思決定場面における会話状況に基づくグループ状態の推定」の要旨を、以下に示す。

1. 研究の背景と課題

現在、自動車の自動運転の実用化に向け、自動車メーカーや IT 企業等による実証が世界各地で進められているが、完全自動運転となるレベル 5 においては運転者による運転操作が不要となるため¹⁾、今後、自動運転の本格導入により、車内空間で搭乗者が対面して着座する機会が増え、車内空間でのグループのコミュニケーションが重要になると推測される²⁾。

一方、クルマで一緒に出掛けるような、家族、友達同士、職場やサークルの仲間等のグループでは、子供が親とのコミュニケーションに不満である、親が子供とのコミュニケーションに悩んでいる、同僚や上司等とのコミュニケーションが苦手である等、日常のコミュニケーションが円滑でなかったり、コミュニケーションに満足できていなかったりという問題があることが、各種の調査結果として示されている³⁾⁴⁾⁵⁾。

そこで、本論文では、一緒に旅行する等、行動を共にするような 3～6 人程度の小グループを主たる対象とし、食事場所や立ち寄り先の絞り込みなど、軽微な意思決定場面における満足度の維持あるいは向上に着目した。会話に参加する各メンバーの満足度を測り、その満足度と提案討議状況から、グループ全体の状態を推定した。特に、意見を表明できない等、会話において弱い立場にいるメンバーを支援して状態を改善することにより、グループ全体の満足度を高めることをめざした。

2. 課題へのアプローチ

車内のような空間での会話シーンでは、会話の内容等によっては、車内にいる全員が会話に参加する動機がない場合がある。例えば、グループが同じ空間にいる場合でも、読書したい、眠りたい等、自由に過ごしたいメンバーは会話に参加しないことがあり、また、会話に参加していても、雑談のような会話では、興味がない話題となると、その会話に参加しなくなることがある。

一方、旅行の楽しみであるような食事の場所や、立ち寄り先を決めるといったような会話では、各メンバーの興味をひきやすく、車内にいる全員が会話に参加する契機となりやすいと考えられる。しかし、コミュニケーションの問題や、グループ・メンバーの関係性等の要因により、全員が会話に参加する場合、メンバーによってコミュニケーションの量や内容に差が現れることが懸念されるので、本研究では、このような会話において、グループ内で適切なコミュニケーションがとれるように支援することをめざした。

また、被験者アンケート結果では、会話において不満を感じるケースとして、意見の否決よりも、意見がいえない場合、意見が討議されない場合をあげる人が多かった。実験会話で、会話参加者のストレス度を測定した結果、否決された時よりも、意見がいえない場合にストレス度が上昇する傾向がみられた。これらのアンケートやストレス度測定の結果をふまえ、会話での討議等の状況を把握することにより、会話における満足度を推定する手法を設定した。

そして、ふだんからコミュニケーションに満足できていないメンバーがいることから、個々のメンバーの満足度に配慮する必要があると、関連研究で示されているようにグループの関係維持のためには全員が納得感を得ていることが重要であることをふまえて^{R1) R2)}、グループ全員の満足度を最大化することをめざすこととした。

そこで、会話のテキストや音響的特徴量等を用いて発話意図やメンバーのつながり等を推定し、さらに推定した発話意図等を用いてグループ種別（グループの特性）や会話における提案・討議等の状況を把握し、そのグループ種別等に応じて会話参加メンバーの満足度を推定するアプローチを設定した。

3. 会話におけるメンバー満足度の推定モデル

本研究では、会話におけるグループ状態の優劣が、各メンバーの満足度となって現れるものと仮定し、会話におけるグループ状態を示す指標として、会話グループ・メンバーの満足度を設定した。自ら発言しているときだけでなく、他メンバーの発言を聞いているときも含めて、各発話時のタイミングにおけるメンバーの満足度を、1:不満、2:やや不満、3:普通、4:やや満足、5:満足の5段階のスコアで表し、発話ごとに満足度を評価することとした。

満足度の推定に必要なユーザーの状態やコンテキストを獲得するための方法論は、グル

ープが存在する閉空間（例：移動する自動車内）における音声データを収集して、獲得される音声から、認識テキスト、音響特徴量を抽出し、それらとユーザー状態との関連性等を特定することとし、実験データを分析したところ、以下の結果が得られた。

- 1) 自らの意見が結論として採用されることよりも、まず議論されたかどうかとそのメンバーの満足度には重要であること。
- 2) グループ種別ごとに差異がみられるため、種別ごとの推定モデルが必要であること。
- 3) 音声認識テキスト（誤りを含む）のみでの推定手法と比べ、音響的特徴量を用いた音声認識自体の正誤判定結果を併用する推定手法によって、発話意図推定の精度が向上すること^{R3)}。
- 4) 脳波から得られたストレス度と、被験者の自己申告による満足度との間には、やや負の相関がみられること。

本研究の会話実験のテスト会話データでは、関係性や親密度に基づくグループ種別によって、会話における発言のしやすさ等に違いがみられ、グループ種別1（フラットな関係で親密度が高いグループ）では提案への未反応が発生せず、グループ種別3（上下関係がある親密度が低いグループ）では、メンバーの中心性が提案・討議等の時間帯（提案待ち時間、提案時間、未反応時間、討議時間）ごとに変化する傾向がみられた。

このような状況をふまえて、グループ種別ごとに利用する特徴量を設定し、満足度推定を行うこととした。会話メンバーの満足度を推定するモデルの概要を図1に示す。満足度推定の第1段階として、まず、会話を行うメンバーの中心性や言葉使いに関連するデータに基づき、会話グループの種別を推定する。次に、第2段階で、推定したグループ種別に応じて、提案・討議状況等に関する特徴量を選定した分類モデルの学習によって、メンバーの発話に対する満足度を推定し、最後に全員の満足度と提案討議状況によってグループ状態を把握する。

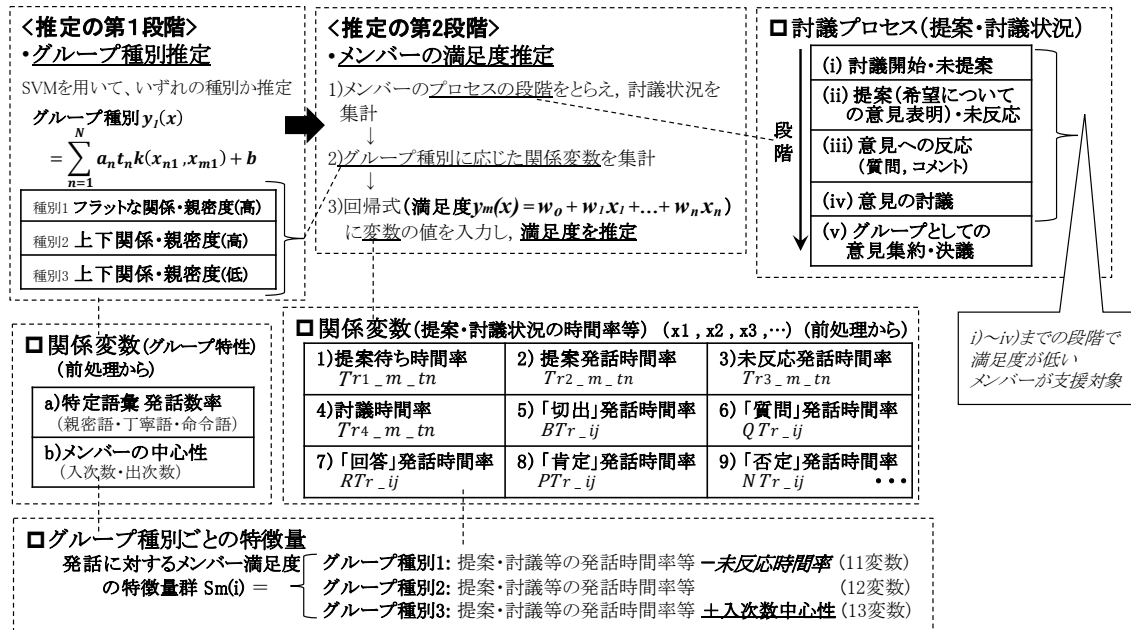


図1 会話におけるメンバー満足度の推定モデル概要

以下および図 2 に、グループ状態に基づく満足度推定の提案モデルにおける処理概要を示す。

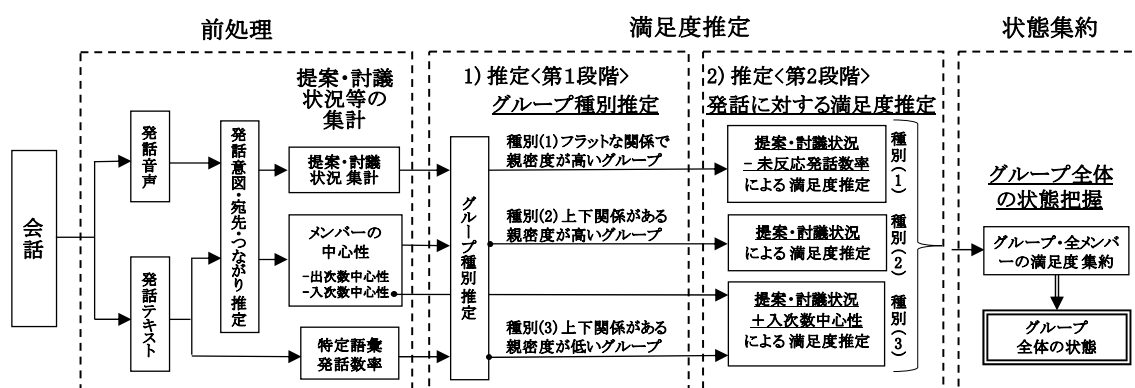


図 2 グループの状態に基づいた満足度推定モデルにおける処理の流れ

1) 前処理：発話意図推定、関連特徴量の抽出

会話から取得した発話音声、発話テキストの情報をを用いて、発話意図、発話の宛先、メンバーのつながりを推定する。そして、発話の意図、発話の宛先等のデータから、各発話時のタイミングにおける各メンバーの提案・討議等の状況を推定する。また、上記の発話テキスト、発話意図、発話の宛先、メンバーのつながり、提案・討議等の状況等のデータを用いて、グループ特性関連の特徴量として、会話参加関連メンバーの中心性、特定語彙（親密語・丁寧語・命令語）の発生状況（各語を含む発話数の比率）のデータを集計する。

2) 状態推定・第1段階～グループ種別の推定

1)で集計したメンバーの中心性、特定語彙（親密語・丁寧語・命令語）の発生状況のデータから、グループ種別（(1)フラットな関係で親密度が高いグループ、(2)上下関係がある親密度が高いグループ、(3)上下関係がある親密度の低いグループ）のいずれであるのかを推定する。

3) 状態推定・第2段階～発話に対する満足度の推定

2)で推定されたグループ種別に応じて、説明変数を選定して、提案・討議状況とともに、メンバーの満足度を推定する。そして、推定したグループ・全員の満足度からグループの状態を把握し、特に(i)討議開始～(iv)意見に対する討議までの段階において低い満足度（スコアが「1」または「2」）のメンバーをみつけ、意見の表明や意見の討議を促進する支援につなげる。

4. 本研究における成果

4.1. 会話におけるグループ状態に基づく満足度の推定

各グループにおいて一律の関連特徴量を学習して発話に対する満足度を推定するモデル（従来モデル）をベースラインとし、グループ種別に応じた特徴量を学習して発話に対する満足度を推定する提案モデルについて、各発話に対するメンバー満足度の推定精度を比較検証した。その結果、グループ種別に応じた特徴量を用いる提案モデルは、ベースラインと比較して全体の推定精度はやや改善された程度であるが、ベースラインは満足度のレベルによって精度にばらつきがあるのに対し、提案モデルでは全満足度のレベルで高い精度を得たことから、提案モデルの有用性を確認することができた。これらの検証結果から、会話中の提案・討議状況等において、グループ全体の中で特に満足度の低いメンバーを特定できることも明らかとなった。

本研究では、討議の会話におけるグループ・メンバーの満足度やグループの状態を推定することに主眼をおき、関連研究をふまえて、会話の音声やテキストのデータを通じて会話グループの状況を把握することに取り組んだ^{R4)R5)R6)}。会話実験で得られたテスト会話データの分析により、グループ種別に応じて、関連性の高い特徴量を選定し、ロジステック回帰分析のアルゴリズムを使った機械学習によって、グループ状態・メンバーの発話満足度を推定するモデル（提案モデル）をまとめた。実験データを用いた検証の結果は、表1に示すとおりである。

グループ種別を適切に推定し、そのグループ種別ごとに異なる特徴量を用いた機械学習によって、メンバーの発話満足度を推定することができた。他のモデルと比較した結果では、グループ種別に応じて、特徴量を変える提案モデルが有意であることが示された。また、提案モデルを用いて、特に満足度の低いメンバー等を把握して、グループ全体の状態を推定できる見通しも得られた。本研究では、討議会話の意思決定場面において、グループ・メンバー間のコミュニケーション支援をめざし、このために討議会話におけるメンバーの満足度を把握するという主題を解決できたといえる。

提案モデルによって推定されるメンバーの状態と満足度の情報を用いて、提案ができていなくて満足度が低いと推定されたメンバーに対しては意見の提案ができるように、また、提案した意見が討議されていなくて満足度が低いと推定されたメンバーに対しては提案した意見が討議されるように、会話へ介入してメンバーへ働きかける等の支援を行う見通しが得られた。これにより、車内空間における意思決定会話等の場面において、快適なコミュニケーションを創成し、グループ・メンバーの関係維持につながれると考える。

表 1 本研究での検証項目と結果

No.	項目	提案手法	検証結果	
1	討議会話における 発話意図の推定	- i)「話題の切出し」、ii)「提案・希望・依頼」、iii)「質問・疑問」、iv)「回答・反応」（肯定・否定を除く）、v)「肯定・了解」、vi)「否定・反対」、vii)「集約」、viii)「その他」といった8区分の大まかな発話意図を推定 「テキスト（形態素）および音響的特徴量による推定手法」（提案手法）を利用して、各発話の意図を推定	○	「発話テキストからの意図推定手法」（従来手法）よりも、「音響的特徴量を併用する提案手法」が優位であった
2	会話グループの 種別推定 (提案モデル1)	「特定語彙（親密語、丁寧語、命令語）を含む発話数率」、「メンバーの中心性（入次数中心性、出次数中心性）」の集計結果から、グループの種別を推定	○	機械学習により、テスト会話の発話の88.9%のグループ種別を推定することができた
3	会話における メンバーの満足度推定 (提案モデル2)	グループ種別に応じた関連特徴量の学習により、メンバーの発話に対する満足度を推定	○	全グループに一律の特徴量を用いる比較モデルよりも、グループ種別に応じて特徴量を変える提案モデルが優位であった
4	会話における グループ状態 (グループ全体の満足度)の把握 (提案モデル3)	任意のタイミングにおけるメンバーの推定満足度において、特に満足度が低いメンバーとその提案・討議状況を把握	○	満足度スコアが低いメンバーと、その提案・討議状況を把握することができた

本研究の今後の展開としては、自動運転の本格化に伴い新たに生まれる車内空間で対面して会話する場面において、提案手法を適用することにより、単に会話を促進するだけでなく、会話状況に応じた支援によって、グループの状態を改善することにより、新たな車内空間の有効活用、グループの継続的な関係維持への貢献といった社会的効果を得ることも考えられる。

また、本研究で対象とした、一緒に旅行する小グループが食事場所や立ち寄り先を決めるといった軽微な意思決定場面における討議会話で、グループ全体の状態推定の見通しが得られたことから、このようなグループと同様に、メンバーの相互理解や関係維持をめざしているグループにおいて、討議プロセスに重点を置くような討議会話のシーンで、満足度推定の提案モデルを適用できるものとする。

4.2. 会話における発話意図の活用

本研究では、仔細な意図ではなく、i)「話題の切り出し」、ii)「提案・希望・依頼」、iii)「質問・疑問」、iv)「回答・反応」（肯定・否定を除く）、v)「肯定・了解」、vi)

「否定・反対」、vii)「集約」、viii)「その他」といった8区分の大まかな発話意図を設定した。

そして、本研究では、発話テキストからの推定結果と、音響的特徴量からの意図推定結果を統合して、会話全体の発話意図を推定する提案手法について、テスト会話のデータを用いて検証した。

検証の結果、音声認識されたテキストからの発話意図推定（従来手法）の正解率は15.1%～25.3%と非常に低く、たとえ、音声認識結果が正解であったとしても、発話テキストからは50.0%の発話意図しか推定できないことが示された。また、音響的特徴量からの発話意図推定においても、正解率は64.8%であった。一方、発話テキストからの推定と音響的特徴量からの推定を統合した提案手法では、72.0%の精度で発話意図を推定することができた。この結果から、テキストと音響的特徴量を用いた発話意図推定手法が効果的であったといえる。

複数人が同時に発話することが許されるような自由な形式の会話条件下で、仔細な会話内容を正確に機械的に把握することは容易ではなく、本研究で取り上げたような大まかな発話意図であっても、会話内容や会話グループの状況把握には有用な情報であると考えられる。今後、推定精度を向上させるとともに、併せて、討議状況や会話グループ状態の把握以外での発話意図の活用方法について検討していく。

4.3. グループ特性の活用

本研究では、メンバー間の親密度（高低）や関係性（上下関係、フラットな関係）に基づく3種類のグループ種別を設定し、実験参加の各グループにヒアリングして、いずれの種別のグループであるかを確認した。また、テスト会話のデータから、グループ特性に関連する特徴量として、メンバーの中心性（入次数中心性、出次数中心性）と、特定語彙（親密語、丁寧語、命令語）の発生状況（発話数率、発話時間率）を算出した。

そして、親密度や関係性に基づくグループ種別と、メンバーの中心性、特定語彙の発生状況との間には相関があることが確認できた。このため、これらの特徴量を用いて、グループ種別を推定し、推定したグループ種別ごとに異なる特徴量を用いて、メンバーの発話満足度を推定した。

メンバーの中心性、特定語彙の発生状況といった特徴量は、会話での表れ方が常に変化している。これに対して、特に長期にわたって活動しているグループでは、ゆるぎない関係性や高い親密度が既に築かれている場合がある。会話データの中から、変動的な状況と切り分けて、長期的な活動によって築かれたグループの特性を正確に抽出することについては検討する余地がある。このような、会話データの中ではあまり変化が現れないようなグループの特徴と、会話内容に応じて頻繁に変動するような特徴を切り分けて把握する方法を明らかにすることが、今後の課題となる。

4.4. 会話におけるグループ状態推定に基づく支援

本研究では、会話におけるグループ状態として、グループの中でいずれかのメンバーの満足度が低いといった事象を明らかにできる見通しが得られた。そして、関連研究をふまえて、バーチャルキャラクターが、満足度が低いメンバーから意見を引き出すなどの会話エージェント機能^{R7), R8), R9)}により会話への介入を行い、グループを支援することが考えられる。

満足度が低いと判定されたメンバーが意見を表明できていなければ、当該メンバーから意見を引き出し、さらに、意見が討議されていなければ、討議されるように促し、全員が意見を表明して、それぞれの意見について十分な討議が行われるようにして、グループ全体の満足度を高めることを提案する。これにより、単に会話を促進するだけでなく、会話の状況に応じた支援によってグループ状態の改善をめざす。

このように、討議の会話において、推定されたメンバーの満足度やグループ状態に基づいて、特に満足度が低いメンバーの支援をめざしているが、随時状態が変化しているグループに対して、適切なタイミングで支援を行ない、グループ全体の満足度の最大化を促進していくことが今後の課題であり、今般の実験結果や関連研究での事例をふまえて、コミュニケーション支援方法を継続して検討していく。

参考文献

- R1) Reddy, W. Brendan: Intervention skills: Process consultation for small groups and teams. Pfeiffer, 1994.
- R2) 津村俊充: 人間関係における”プロセス”を再考する -Weinstein, E. H. Schein & WB Reddy のプロセスの視点より-. 人間関係研究, 10, 2011, pp.137-155.
- R3) 河野進, 相原健郎: グループ会話における発話意図の推定システム. 情報処理学会 論文誌ジャーナル, 58(5), 2017, pp.1113-1123.
- R4) 角康之: 会話インタラクションの理解に基づいた状況認識の流通促進システムの開発 (<特集> アンビエント情報基盤). 人工知能学会誌, 28(2), 2013, pp.224-229.
- R5) 小川一美: 会話セッションの進展に伴う発話の変化: Verbal Response Modes の観点から. 社会心理学研究, 23(3), 2008, pp.269-280.
- R6) 松坂要佐, 東條剛史, 小林哲則: グループ会話に参加する対話ロボットの構築. 電子情報通信学会論文誌, D, 84(6), 2001, pp.898-908.
- R7) 高津弘明, 小林哲則: 対話エージェントのための性格モデル. 言語処理学会第 21 回年次大会発表論文集, 2015, pp.191-194.
- R8) Hodjat, B. and Amamiya, M.: Introducing the adaptive agent oriented software architecture and its application in natural language user interfaces. In Agent-Oriented Software Engineering: Springer, Berlin and Heidelberg, 2001, pp.285-306.
- R9) 辻野孝輔, 栄藤稔, 磯田佳徳, 飯塚真也: 実サービスにおける音声認識と自然言語インタフェース技術 (特集音声対話システムの実用化に向けて). 人工知能学会誌, 28(1), 2013, 7, pp.5-81.

註

- 1) 国土交通省: 自動運転のレベル分けについて. 2018 年 4 月 <http://www.mlit.go.jp/common/001226541.pdf> (2019 年 1 月 19 日確認)
- 2) 日経テクノロジーオンライン: Adient 社が自動運転車の座席などを披露. (株)日経 BP, web ニュース, 2017 年 4 月 19 日 <https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/event/15/040500113/041900006/> (2019 年 1 月 19 日確認)
- 3) ママこえ編集部: ママと「いい夫婦の日」に関するアンケート調査, (株)マインドシェア, 2013 年 11 月

- 22 日 <http://www.mindshare.co.jp/research/2013/11/1122iifuufu.html> (2019 年 1 月 19 日確認)
- 4) 富士通テン(株): ドライブでの親子コミュニケーションに関する調査. 2012 年 5 月 16 日
https://www.denso-ten.com/jp/release/2012/05/20120516_03.pdf (2019 年 1 月 19 日確認)
- 5) マイナビウーマン: 社内コミュニケーション度は職場の満足度に影響!?～英会話の Gaba 調べ. (株)マイナビ, 2014 年 10 月 24 日 <https://woman.mynavi.jp/article/141024-36/> (2019 年 1 月 19 日確認)

