

# 博士論文審査報告書

## 論文題目

Multiparty Conversation  
Facilitation Robots  
多人数会話ファシリテーション  
ロボットに関する研究

申請者

Yoichi	MATSUYAMA
松山	洋一

情報理工学専攻・知覚情報システム研究

2015年2月

会話は人が行なう高度に知的な行為である。この興味ある行為を対象として、様々な立場で研究が進められてきた。言語科学的立場では、主に会話の諸現象を説明するモデルを作成するという研究が、工学的立場では、言語科学的立場で明らかにされた知見を利用しながら人と会話するシステムを実現するための研究が行われている。これら会話研究は、古く一対一で行なう会話を対象として始まり、近年では多人数で行なう会話へと対象を広げてきている。多人数会話研究では、会話参加者が作る参与構造を理解しながら会話を行なうための理論的枠組みと、それを利用した多人数会話システムの開発が進められている。

本研究もまた、この多人数会話を扱うものであり、主に工学的立場から、多人数会話システムの構成を論じたものである。しかしながら、単に多人数会話を成立させるに留まらず、会話のファシリテーションという新たな視点を導入するところが従来研究と一線を画する。すなわち、従来研究が、いかに他の会話参加者間の調和をいかに乱さずに会話に参加するかという立場に立つのに対し、本研究は、いかに他の会話参加者間の調和を作るかという立場に立って必要な諸技術を提案するものであって、システムの介在によって人同士の会話を楽しませるといふ全く新たな価値を会話システムに与えようとするものである。

本論文は7章から構成される。以下に各章の概要とその評価を示す。

第1章は、導入であり、会話システム研究の歴史を中心に述べている。本研究では、会話システムとして人型ロボットを採用するが、この意義についても述べている。

第2章では、研究のプラットフォームとして用いる会話ロボットのアーキテクチャについて検討している。多人数会話ロボットの一般的モジュール構成に加え、ファシリテーションを行う観点から重要な概念について考察を加えている。トータルシステムとして、センサモジュール、ゴール管理モジュール、ユーザモデル、手続き生成モジュール、発話文生成モジュール、モータモジュールからなる構成が提案されている。

第3章は、本論文の最重要部である多人数会話のファシリテーションに係る基本機能を扱っている。たとえば、多人数会話では、しばしば特定の会話参加者だけが発話を交換し、ある特定の参加者は会話にうまく参加できないといった状態が生じる。このようなとき、気の利いた会話参加者は、参加できないでいる会話参加者に上手に発話機会を与え、参加者全員が調和した形で会話を活性化状態に導くことができる。このような会話ファシリテーション機能は、参加者全体で会話を楽しむために非常に重要であるが、これがどういった手続きによって（どういふ会話の状態を捉えて、何を行えば）実現できるのかは明らかでなかった。申請者は、まずここで必要となる会話の状態把握機能を、条件付き確率場(CRF)を用いて実現するとともに、ファシリテーションのためにとるべき状況毎の行動を、部分観測マルコフ決定過程(POMDP)と強化学習によって定める仕組みを提案した。POMDPは観測に誤りが含まれても致命的な結果を引き起こさないよう動作を決め

るため、状況把握に誤りが避けられない本問題との整合性が良い。これらの組合せによって、適切な機会を捉えて会話に割り込み、主導権を自らがとって、しかるべき対象者に発話機会を与える、というような複雑な手続きを実現することができた。

これまで多人数会話に参加できるシステムはあっても、多人数会話を適切な調和状態に導くことを目的としたシステムはなかった。ここで提案された会話参加者を調和的に活性化させる仕組みは、今後会話システムの新たな応用を拓くものとして高く評価できる。

第4章は、発話に主体性を持たせる機能について述べている。従来の音声会話システムは、基本的には聞かれたことに答えるものであって、自発的に何かを述べることは極めて少ない。加えて、会話の文脈を踏まえて主観的な意見・感想を述べるシステムは皆無である。3章に述べた、ファシリテーションの観点で会話を進めるにおいては、単に聞かれたことに答えているだけでは会話の主導権をとって会話の状態を制御することは難しく、またそのような会話に魅力は乏しい。ここでは、通常システムにある質問に応じて客観的事実を回答する発話に加えて、関連する話題に関する意見・感想を、自発的に発話する仕組みを提案している。もちろん、真の意味でシステムが主観的な意見・感想を発することは不可能である。そこで、WEBレビューサイトにある投稿者の意見・感想文を借りて、システムの意見・感想のように振舞う方法を提案している。発話は、1) Web上の特定の対象に関する不特定多数のレビュー文の収集、2) 意見部分抽出、3) 一人称を保障するための文体変換、4) ランキング、のプロセスから構成されている。ランキングでは、「発話文の長さ」、「文脈との整合性」、「意外性」などの基準でスコアリングされる。評価実験の結果、意見・感想を添えて発話することにより、会話の印象を著しく改善できることが示された。

これまで、会話システムの発話は、利用者からの求めに応じて客観的な事実を伝えるに留まるものがほとんどであった。本研究により、自発的に主観性を持つ発話をするのが可能になり、会話システムの印象を格段に改善することができた。会話システムのエンタテインメント性を高めるものとして高く評価できる。

第5章では、本研究で用いた実験プラットフォームSCHEMA(シェーマ)の設計について述べている。会話ロボットの外見や表現能力は、会話パートナーとしての親和性を向上させる意味でも、会話のプロトコルを成立させるための物理的条件を満たす意味でも重要である。SCHEMAは、会話を通じて相手を楽しませることを目的としたロボットとしての愛らしい外見を与えた上で、座位の会話相手の目線に合わせて身長はおよそ120cmとし、参与役割表現等会話プロトコル上必要な内部状態を表現可能な22自由度構成をとっている。本章では、ハードウェアの要求仕様と各機構の概要について述べるとともに、ソフトウェアアーキテクチャと各モジュールの実装について述べている。

第6章では、多人数会話活性化ロボットのひとつのアプリケーションについて述べている。具体的には、高齢者施設において多人数で楽しむクイズゲームの状

況の中で、場を盛り上げる役割を会話ロボットに担わせている。本論文で述べた、ファシリテーション、主体的発話の原初的な機能を駆使しながら、会話参加者を楽しませるといった新たな会話の価値を実現している。開発したシステムを通所介護施設に実際に持ち込み、長時間の会話実験を行って、好評を博したことを報告している。

会話を通じたエンタテインメントという新たな価値を、実ユーザを対象に検証したことは高く評価できる。

第7章では、本研究の結論を述べている。

以上のように、本論文は、多人数会話における会話のファシリテーションという会話研究の新たな方向性を示したものである。従来研究がシステムと個々の会話参加者の会話局面を扱ってそこに破たんのない会話進行を実現するに留まるのに対し、本研究は会話状態を主体的に制御して会話参加者全体の調和を導く機能を実現した。会話システムと会話参加者の間に新たな関係を与え、会話システムの新たな応用の可能性を拓くものであり、工学的価値は高い。よって本論文は博士（工学）（早稲田大学）の学位に相応しいものと認める。

2015年2月

#### 審査員

主査 早稲田大学教授	工学博士（早稲田大学）	小林 哲則
早稲田大学教授	工学博士（早稲田大学）	
	Ph.D(スタンフォード大学)	松山 泰男
早稲田大学教授	工学博士（慶應義塾大学）	中島 達夫
(株)ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン プリンシパル・リサーチャ		
早稲田大学客員教授	博士(理学)（東京大学）	中野 幹生