

多人数会話への参加に基づく ソーシャルインタフェースのデザインとその実装について

On the design and implementation of social interface based on the participation field in the multi-party conversation

上原孝紀^{1*} 山際 康貴¹ 蔵田 洋平¹ 大島 直樹¹
デシルバ ラビンドラ¹ 岡田 美智男¹

Takanori Uehara¹, Kouki Yamagiwa¹, Yohei Kurata¹, Naoki Ohshima¹,
Ravindra De Silva¹ and Michio Okada¹

¹ 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

¹Department of Computer Science and Engineering,
Toyohashi University of Technology

Abstract: We explore new generation Muu based novel interactive social interface for human to reduce the workload of the communication to gain the information through the multiparty conversation. In the context, three Muu robots are establishing the multiparty conversation by changing their roles according to the human behaviors and interactions. In this paper, we discuss about the mechanism for robot's role changes, synchronization of robot behaviors with human's interaction, and unique approach to generate the conversation according to the human interactions.

1 はじめに

私たちの日常では、「傍参与者」として周囲の雑談を耳にすることで、知らずしも情報を得ることがある。例えば、電車の中で「今日は雨が降るらしいから傘が必要だよ」「え、そうなの？今は晴れているのに」という会話を耳にすれば、今日の天気予報についての情報を得たことになる。複数のロボット（エージェント）による多人数会話の場合は、この例と同じようなオープン・コミュニケーションとしての性質を備えていることが指摘されている。つまり、「傍参与者」として、その会話に直接関わらなくても、その会話を聞き流しつつ、その会話によって提供される情報の一部を手に入れることができるのである。もし、その情報に興味があれば「傍参与者」から「話し手」に役割をシフトして会話に割り込むこともできる。

本研究では、このような多人数会話の雑談の場をつくり、その場を介してユーザにネットワーク上のニュースに関する情報提供を行うソーシャルインタフェースの実現に向けて、そのプラットフォームである Muu(icd1.0 beta)(以下 Muu とする)を構築した(図 1)。

多人数会話を構成する Muu は実世界指向の Web プ



図 1: 構築したロボット Muu の外観

ラウザとしての応用が期待できる。私たちが普段行っている会話などのコミュニケーション・スキルを利用するため、コンピュータやキーボード・マウスなどの操作方法に関する知識を必要とせず、会話を通じてシステムを利用することができる。また、一般的な Web からの情報取得の方法は、マウスやキーボードを利用してブラウジングを行うプッシュ型であるのに対し、Muu はテレビ視聴などのオープンコミュニケーション形態におけるプル型の情報取得方法に近いとも言える。このような特徴を生かして、子どもや高齢者などの情報

*連絡先: 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系
〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
E-mail: uehara@icd.cs.tut.ac.jp

弱者に向けたユニバーサルインタフェースへの応用が期待できる [2].

本論文では、第 2 章において研究背景を整理するとともに、第 3 章にて構築したシステムの概要、第 4 章にて多人数会話の組織化手法、インタラクションデザイン、そして最後に第 5 章にて今後の展望について述べる。

2 研究背景

2.1 複数ロボットと人とのインタラクション

人とシステムとの社会的な関わりを扱う HRI (Human-Robot Interaction) 研究においては、人同士の社会的な関わりについての知見を参考にする分野横断的なアプローチが行われている。例えば、顔の表情によって感情を表現するロボットの研究 [3] や、頭部や上半身のジェスチャーを対話に基づき調整するようなロボットの研究 [4]、発達心理学の知見を基に、共同注意 (joint attention) のような人同士で意図理解を可能とするメカニズムを構成的に探る研究などがある [5],[6].

また、近年では、人同士の社会心理学的な知見をロボットに適用するアプローチがなされており、Goffman の参与構造に着目した研究 [7] や、Kendon の社会的な空間の調整に着目した研究 [8] などがある。

しかし、これらの研究の多くは 1 台のロボットが人とどのように関わるかという点に焦点が当てられている。特に、複数ロボット (エージェント) に関する研究では、マルチエージェントシステムと呼ばれる、複数ロボット間の振る舞いやスケジューリングの調整などに焦点が置かれた研究が多く [9]、複数のロボット同士がインタラクションをしている場にユーザが参加するという形態の研究はまだ十分には行われていない。

その一方で、マルチエージェントシステムに利用されるメカニズムを、Talking Eye という会話エージェントの社会的な調整行為へ応用した例があり、人と社会的な関係を築くには有効だという報告がされている [10]。また、2 台のロボットを情報発信メディアとして捉えるという研究があり、多くの人へ情報をブロードキャストすることに有効であるという報告もある [11].

このように、複数のロボットと人との社会的インタラクションに関する研究は未だ初期段階であると言える。そのため、ロボットのコミュニティに人が参加するという枠組みをどのように作るのか、またどのような効果があるのかについて整理することは、HRI, HAI 研究のみならず、次世代のインタフェースの枠組みとしても新たな視点を提供することにつながる。

2.2 緩やかな共同性

一般的な「使う／使われる」といった人とシステムの関係に基づく一対一の会話では、お互いが「聞き手」と「話し手」になることによって成り立つ。そのため、相手からの支えを予定して発話が繰り返されたにも関わらず、どちらかが返答をやめてしまうと、会話が成り立たなくなり、この関係性は崩れてしまう。このような関係における会話では、「会話の場を維持しあう」という共同行為への参加を強いることになり、それぞれの行動を強く制約するものとなる。このような共同行為への参加を強いる制約は、ある種の応答責任のようなものを生じる。

一方で、複数のエージェントとの間で多人数会話の場を構成すると、こうした問題の一部を解消することができる。複数のエージェント同士が互いに「話し手」「聞き手」となるため、会話の秩序が保たれる。また、多人数会話になることによって、「話し手」「聞き手」の役割に加えて、Goffman [12] や Clark [13] らによる「多人数会話における参与の枠組み (Participation framework)」の中で述べられているような「傍参与者」という役割が生まれる。「傍参与者」には会話に参加する自由度が存在し、もし会話に不参加の場合でも会話は継続され、参加を強要されることがない。

このように、多人数会話は会話の場がエージェントにより自律的に維持されるのみならず、会話参加への自由度を生み出す。このような複数のエージェントと人との間の多人数会話をソーシャルインタフェース [1] とユーザという視点から捉えることもできる。ユーザは「傍参与者」と「聞き手」「話し手」といった役割を切り替えることによって、他の作業などを行いながら、会話に耳を傾け、好きなときに割り込むことができる。

吉池らは、複数のロボット (エージェント) によって多人数会話に生まれる「会話参加の自由度」がユーザの応答責任を緩和し、心的負荷を軽減させることを指摘している [14]。このような会話への参加の自由度を筆者らは「緩やかな共同性」と呼んでいる。

3 システム概要

ここで構築したシステム全体の簡単な概念図を図 2 に示す。

本システムはロボット同士の無線通信を中継するサーバ 1 台と、ロボット 3 台により構成される。各ロボットは内部に MySQL によるデータベースを持っており、Web から RSS 経由で取得したニュース文を保存している。それらのニュース文はセンタリング理論 [15] に基づいて選択され、ロボットたちの会話の話題となる。ロボットの発話は第 4 章で後述する DialogAct の連鎖として

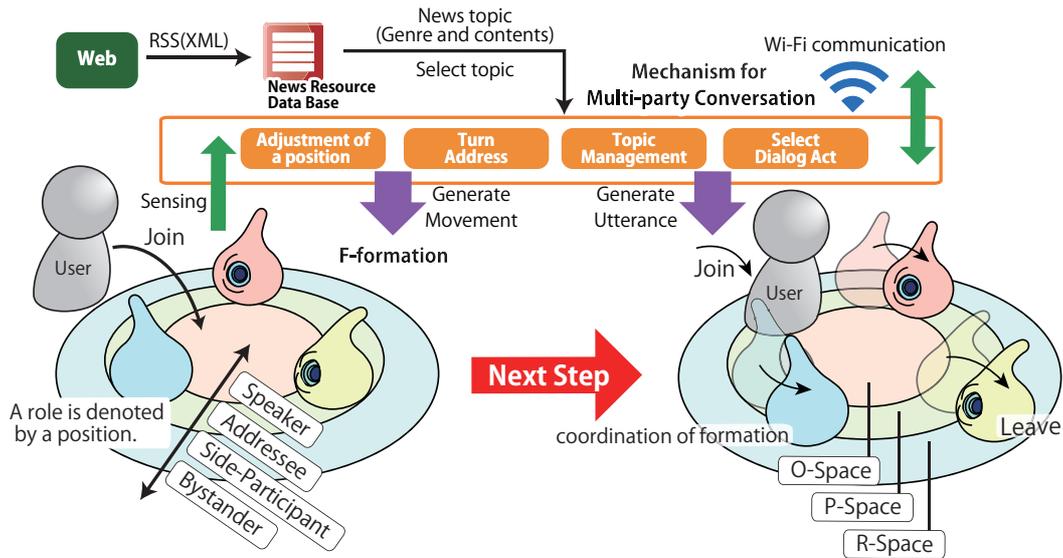


図 2: システム概要 (ニュース文を基にした発話とロボットの身体位置調整)

選択され、それに伴って、音声合成による発話が生成される [14]。そして、各ロボットはアドレス方向や身体位置の調整などを行い、話者交替を行う。この発話交替に伴って、「話し手 (Speaker)」、「聞き手 (Addressee)」、「傍参与者 (Side-Participant)」などの参与役割が生まれる。

また、ユーザがロボットの話題に興味を示し、ロボットたちで構成される場に近づくと、ロボットはユーザを受け入れるように身体の位置と方向を再調節する。そして、ユーザが発言すると、ユーザの発言内容に合わせてロボットたちの話題が遷移していく。

このシステムによって、会話の場を維持する（発話連鎖を組織化する）という基本的な枠組みが提供できる。会話の話題は関連する話題に次々と変わっていき、井戸端会議のような世間話を繰り返すことができる。

3.1 ロボットのハードウェア構成

ここで、構築したロボット Muu のハードウェア構成について述べる。Muu は直径の異なる半球を上下に組み合わせた形をしている (図 3)。ロボットの上半球には指向性を表す大きな目を取り付けられており、どこを向いているか直感的に分かるようになっている。また、上半球は設置された 2 つのサーボモータによって、うなずきと首振りを実現できる。一方、下半球には、身体の位置を調整するためのサーボモータと測域センサを取り付けられている。身体の位置を調整するためのサーボモータは、左右に 1 つずつ設置されており、前進や後退、旋回が可能である。測域センサは、他のロボットや人のいる方向と、その距離を検知できる。な

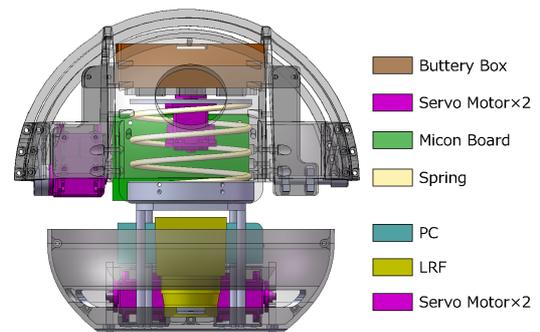


図 3: 構築したロボット Muu のハードウェア

お、ロボットにはマイクとスピーカが取り付けられており、簡単な音声認識と発話が行える。

ロボットの制御は FitPC2 により行われており、ロボットの下部には FitPC2 の放熱のためのファンが取り付けられている。また、ロボット同士の会話は Wi-Fi を使った無線通信により実現されている。

4 多人数会話の組織化手法

本章では、(1) 話題の連続性、(2) 発話間のつながり、(3) 発話交替の秩序、の 3 つのポイントに着目した多人数会話の組織化手法の概要について述べる。

4.1 話題の連続性

私たちが雑談をするとき、参与者間の中で話題が共有されつつも、関連する話題に次々と遷移していく。雑

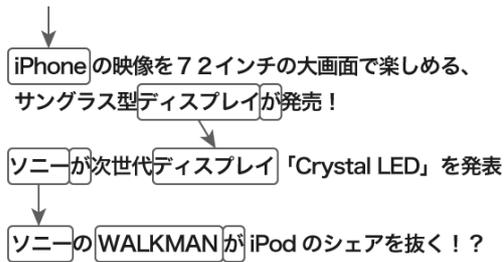


図 4: センタリング理論を利用した話題の移り変わりの例

談においては、「話題の内容を相手に伝える」という側面よりも、話題を移り変えて「会話それ自体を継続する」側面が強い。

このように、雑談を生成するには話題の連続性やその広がりやを考慮する必要がある。そこで、ここでは Web 上で配信されているようなリアルタイムな話題（実世界に密接につながった情報）を利用する。柴田らも Web 上にある文書の利用に着目した雑談自由対話の可能性を述べている [16]。

ここでは、RSS で配信されているニュースソースに着目する。RSS とはニュースなどの更新情報を配信するためのフォーマットである。例えば「Google ニュース」というページ¹では、国内外の時事問題や、スポーツ、テクノロジーなどのニュースが 1 日に数百件ほど配信されている。これらを利用することにより、広がりのある「現実の世界」について話題にすることができる。加えて「時事の話題」という大きなコンテキスト内の情報であるために、ある程度の連続性が既に確保されている。さらに、RSS は XML フォーマットから派生したものであるため、それら情報の取得も容易である。

では、話題をどのようにして移り変えていくか。ここでは話題の連続性の確保にセンタリング理論 (Centering Theory) を用いる [15]。センタリング理論では、各発話に話題の中心 (Center) が 1 つあると説明される。発話中の名詞句の中から、話題として中心性が高いものと低いものに分け、次の話題 (名詞句) への移りやすさをランク付けする。ランク付けの具体的な手法については、センタリング理論を日本語に適用した事例 [16],[17] に従うものとする。優先度を下記に示す。

- (1) ゼロ代名詞
- (2) 「は」が後置する名詞句
- (3) 「が」が後置する名詞句
- (4) 「に」が後置する名詞句

- (5) 「を」が後置する名詞句

例えば図 4 の例における「iPhone」で始まる文章について、この文章には「映像を」というランク 5 の名詞句と「ディスプレイが」というランク 3 の名詞句が存在する。上記のランク付けに従い、この名詞句の中でより中心性の高い名詞句 (= 前向きセンター) であるランク 3 の名詞句「ディスプレイ」を選ぶ。次の話題に遷移する際、その名詞句「ディスプレイ」を含み、かつ中心性の高い別の名詞句 (= 後ろ向きセンター) である「ソニーが」を含むような話題を選択することでその連続性が確保できる。

同様の手順を繰り返すことにより、図 4 の例における「ソニーの」で始まる文章へと話題を遷移させることができる。

ここでは形態素解析エンジン MeCab² を利用し、そのメカニズムを構築した。なお、後ろ向きセンターのランク付けはあえて重視していない。後ろ向きセンターを重視してしまうと、次の話題の選択肢が極端に減ってしまうためである。加えて、RSS 経由で取得した情報である故に、同じ名詞句が存在していれば、その連続性はある程度確保できることもその理由にある。

4.2 発話間のつながり

私たちの発話には、伝えたい内容 (命題やコンテンツ) とその内容に対する話し手の思惑のようなものが同時に含まれる。例えば「今日の天気知っている？」という風に友人に尋ねた時、「知っているよ (もしくは知らないよ)」という風に相手は応えるだろう。この時、「今日の天気」という内容に対して、「情報の有無を確認したい」あるいは「情報の提供を依頼したい」という話し手の思惑がその発話の中に込められている。そして相手は「その問い掛けに応える」という行為を遂行する。このように、会話が連鎖する際には、発話自体の内容とは違うレベルでの“つながり”がある。

このような“つながり”を考慮するために、談話分析研究におけるアノテーションスキームの一つである DAMSL (Dialogue Act Markup in Several Layers) をその枠組みとして利用する [18]。DAMSL とは、談話分析において対象の発話について、どのような意味があるのかということのアノテーションする際の枠組みである。

そこでは、発話には大きく 2 つの機能を含んでいると説明される。ひとつは、BLF (backward-looking function) であり、先行する発話をグラウンドするという機能である。もうひとつは、FLF (forward-looking function) であり、相手に発話を投げかけるという機能であ

¹<http://news.google.co.jp/>

²<http://mecab.sourceforge.net/>

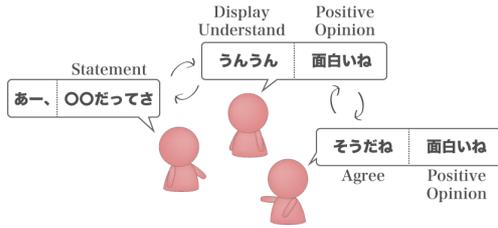


図 5: 発話間の双方向の機能の例

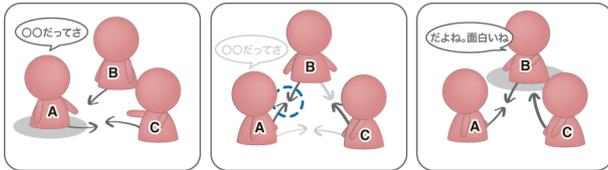


図 7: 発話交替時のアドレス方向の調整

る。この機能というのは DA(Dialogue Act) と呼ばれており、私たちの発話には話し手の伝えたい内容(話題やニュース・記事の原稿)が含まれるだけでなく、その内容に対する話し手の思惑も同時に伴っていることを改めて強調するような概念といえる。

本研究における発話というのは、この「BLF」と「FLF」のセットであり、発話連鎖というのは、このセットが連鎖したものとする。例えば、図 5 に示すように、「うんうん、面白いね」という発話は、理解を示すような BLF 機能の DA(Display Understand) と、意見を示すような FLF 機能の DA(Positive Opinion) のセットである。そして、その発話は先行する「〇〇だってさ」という発話をグラウンドすると同時に、次の発話者の「そうだね、面白い」などの応答を引き出している。

ここでは、上記のような BLF と FLF の整合性に着目し、図 6 に示すような枠組みを用意した。このような枠組み内で発話連鎖をつくることで、ある程度の自由度を確保しつつ、その「つながり」が保たれることが期待できる。

4.3 発話交替のメカニズム

会話の場においては、「一時に一人が、そして一人だけが話す」ことが実現されている。会話参加者の人数に関わらず、誰がどの順番でどのくらい話すかを前もって決めておかなくても、順番に一人ずつ話すという秩序がある。会話分析研究において、こうした発話権の移り変わりの秩序は、Sacks らが提唱した「発話交替システム(turn-taking system)」として説明される [19]。そこでは、ターン構成単位(TCU: turn constructional unit)を基に発話交替が行われると考えられている。TCUとは、文、節、句、単語など話し手がターンを構成できる単位のことであり [20]。

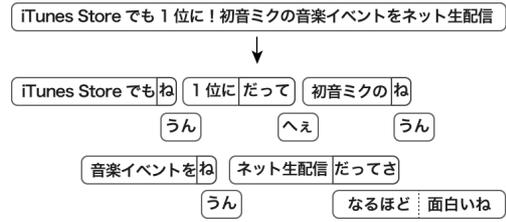


図 8: 文節ごとに断片化されたニューステキスト

多人数会話の場においては、TCU 末ごとに「誰が話し手になるのか/ならないのか」など、会話参加者間において次話者等の参与役割の選定も必要である。参与役割を決定づけるリソースとしては、視線や身体の向きなどがあると指摘されている [21]。また、榎本らは、3 人会話での参与役割の交替において、次のような傾向があることを指摘している [22]。

- 現話者は次話者を見ていることが多く、かつ次話者・非話者は話し手を見ている傾向があること
- 現話者と次話者はターン終了前に視線を交差させる傾向があること

図 7 は A から B に話し手が交替する際の場面を表したものである。現話者 A、次話者 B、非話者 C の間で、A が C から B にアドレス方向を変更(図 7(中)で A と B が視線交差)し、B は次の話し手となる。発話交替のメカニズムの大枠を構成するには、発話単位毎に、誰にアドレスするかという調整がポイントとなる。

ただし、話者交替の単位となる TCU を自動抽出することは困難であるため、本研究では取得したニュースソースを形態素解析により文節ごとに分け、その文節を基本的な発話の素片(fragment)と扱うこととした。図 8 に示すように、分けた文節ごとに「ね」などの助詞を加え、書き言葉から話し言葉のようにし、その文節ごとに相槌などを加えることで会話のように構成できる。

4.4 ユーザによる会話への参与方法

これまで、筆者らは多人数会話の場を構築する手法について議論してきた。そうして構築した多人数会話の場に、どのようにして人が参与するのか。ここでは、ユーザの参加に関わるロボットの身体位置の調整と、話題の誘導方法について述べる。

4.4.1 身体位置の調整と参加態度

人類学者の Kendon によれば、作業をする個人の身体の前には「操作領域」という空間が存在し、多人数

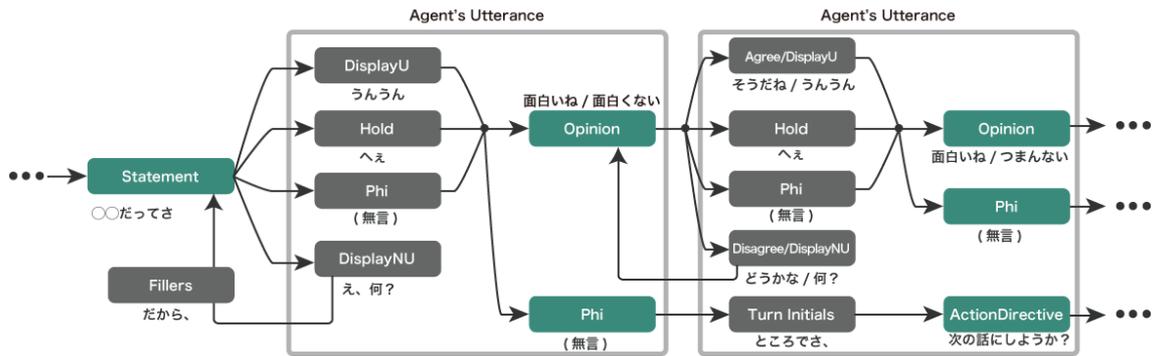


図 6: DialogAct のつながりを考慮した発話連鎖の枠組みの一例

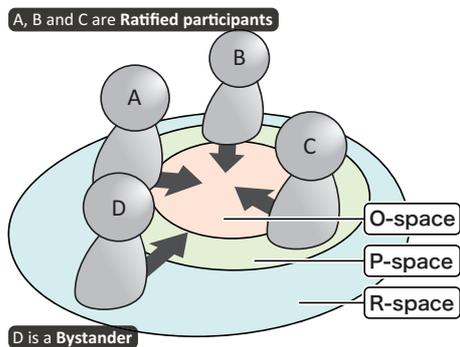


図 9: 多人数会話における F 陣形

会話においては、この領域同士が重なりあってできた共同空間を、会話参加者が維持しようと試みるという。この共同空間を維持しようとする身体の空間配置システムを F 陣形と呼ぶ [23]。

一般に、3人以上での会話に見られる F 陣形では、参加者の身体配置は円形になる。この円形は、会話参加者それぞれが身体配置を調整した結果として生まれ、その調整は3つの空間を作り出す。図9は3人の会話参加者 (ratified participant) に傍観者 (by-stander) が、会話に参加する様子を表している。ここでは、図9を用いて、それぞれの空間について説明する。

会話参加者 (図9中 A,B,C) の中央にできる空間が O 空間である。O 空間は参加者の「操作領域」が重なってできる空間で、参加者の身体配置の調整によって維持される。その O 空間を維持するために会話参加者が身体をおいている狭い縁が P 空間である。その外側の傍観者 (図中 D) がいる空間が R 空間である。

私たちが、すでに作られた会話の場に入っていく上では、まず R 空間で会話を傍観し、時機を見計らって P 空間へと身体を運び、参加者へ会話に参加する意思を表示する。それが他の参加者に受け入れられるのなら、O 空間が新たな参加者を考慮した形に調整される。一方、参加者が会話から外れるときには、P 空間から R 空間へ身体を運び、参加者へ会話に参加しない意思

を表示する。この場合も会話の場に入っていく時と同様に、他の参加者に受け入れられるのなら、O 空間が再度調整される。このように、身体の空間配置の調整は、会話への参加態度を表すことにつながる。

では、どのようにしてロボットの身体位置の調整を行うのか。ここでは、ロボット下部に搭載した測域センサーを用いて、お互いの距離が同じになるように身体位置を調整することで、O 空間を維持する。この位置の調整は、ロボットそれぞれが調整するものであり、自身や他の絶対的な位置を知る必要はない。そのため、新たな参加者にも対応することができる。

話し手でないロボットは、O 空間を維持しつつも、参加態度の表示として、自身の位置を調整する。興味があるときや、話し手になろうとするときには、前進して会話に参加する態度を示し、興味が無い場合や話から離れようとする場合には、後退して会話に参加しない態度を示す。話し手であるロボットは、他のロボットのこうした身体配置の変化から、相手の参加態度を計り知ることが出来る。また、人やロボットが会話の外から新たに参与する場合には、会話に招き入れるように身体位置を調整し、参与を受け入れる。

このように、参加態度の指標として物理的な距離を取り入れることで、会話への参加や離脱を視覚的に分かるようにしている。

4.4.2 ユーザの介入による話題の誘導方法

Muu とユーザとのインタラクションにおいて、ユーザは通常は傍参加者として会話を聞き流しつつも、興味のある話題には介入することが出来る。ユーザが発した内容に合わせて、ロボットの話題が変化していく。

これは、音声認識 Julius を用いて実現する。ユーザの発言は Julius によって取得され、文章化される。そしてユーザの発言に対してキーワード抽出、センタリング理論による優先順位付けなどの多人数会話組織化手法と同様の処理を行い、話題の遷移を行う。

音声認識も含めたシステムとユーザのインタラクションは以下ようになる。

- パターン 1) ロボット同士の会話が展開される
- パターン 2) ユーザがロボットの会話に反応して発言する
- パターン 3) ユーザの発言によってロボット同士の話題が変化する
- パターン 4) ユーザの反応がない場合は、多人数会話の組織化手法における話題の連鎖に従って話題を遷移させる

このインタラクションでは、ユーザはロボットの会話を聞き流しつつ、興味のある話題には参加することができる。

ここで構築したシステムにおけるロボット 3 台とユーザ 1 人のインタラクションの例を、表 1 にトランスクリプトで示す。A, B, C はロボットで U はユーザである。表 1 の例で使用されているニュース記事を表 2 に示す。

インタラクション例において、羽田空港の発着枠の話では主に A が語り手であり、他の B・C・U は主に聞き手と傍聴者となっている。A の発話に対して他のロボットが相槌を打ちつつ、体の向きを変えて交互に発話を行ない、発話素片による会話と話者交替を行っている。また、ユーザの発言である『14D: 例年より良くなるよ。』のあとの話題遷移で、次話題に『特有の香り漂う米麴 寒い日続き、例年より 1 カ月早く味歩里で製造開始』が選択されている。これはユーザ発言の『14D: 例年より良くなるよ。』の“例年より”がセンタリングする際のキーワードとして用いられたものである。

米麴の話題から寅さんの話題に遷移する部分では、ユーザが『36U: お酒は [飲まないな] と発言しているにも関わらず、次話題はお酒の話題ではない。これはニュース文を格納しているデータベースに“お酒”というキーワードを含んだニュース文がない場合の遷移であり、その代わり現話題の中の“香り”というキーワードを使って『寅さんの魅力は昭和の香り ケータイは似合わない』という話題に遷移している。

寅さんの会話にて、ユーザが『58U: 携帯ないのはきついな』という発言を行った後に、韓国製携帯電話の話題が選択されている。これはユーザ発言の“携帯”が話題遷移時のキーワードに用いられている。

また、『25B: 寒い日続き。』『26A: なに?((体を横に振る))』『27B: だから(.) 寒い日続き。』といったように、聞き返しに対して答えていたり、『56C: 次の話にしよう。』『57A: うん。』という提案に対して答えることにより、発話間のつながりを維持している。

表 1: インタラクション例

- ((A と B が向かい合っている))
- ((C は A の方を向いている))
- 01A: えっとね(.) 羽田空港発着枠拡大のね、
- 02B: うんうん。((体を前後に振る))
- 03A: ((C の方に向く)) 配分。
- 04C: ふ::ん。
- 05A: ANA8 便に対して。
- 06C: ん。
- 07A: JAL3 便だってよ。
- 08C: なに?(.) 興味ない。((体を横に振る))
- 09U: へえ:。
- 10A: ((B の方に向く)) へえ:、
- 11B: すごいな。
- 12A: ((C の方に向く)) ん。
- 13C: 面白いね。((体を前後に振る))
- 14U: 例年より良くなるよ。
- 15A: うんうん(.) 面白いね。((体を前後に振る))
- 16C: う::ん(.) どうだろう(.) 次の話にしよう。
((体を横に振る))
- 17A: うん。
- 18B: ((C の方に向く))
- 19A: ((B の方に向く))
- 20C: ((A の方に向く))
- 21B: えっとね(.) 特有のね、
- 22C: うんうん。((体を前後に振る))
- 23B: ((A の方に向く)) 香り漂う米麴。
- 24A: うん。
- 25B: 寒い日続き、
- 26A: なに?((体を横に振る))
- 27B: だから(.) 寒い日続き。
- 28A: へえ:、
- 29B: 例年よりね。
- 30A: うん。
- 31B: ((C の方に向く)) 1 カ月早く味歩里で。
- 32C: なに?((体を横に振る))
- 33B: 製造開始だってさ。
- 34C: へえ:。(.) 面白いね。((体を前後に振る))
- 35B: ((A の方に向く)) 興味ない。
- 36U: お酒は [飲まないな]
- 37A: [なに?(.) 別の話にしよう。
((体を横に振る))
- 38B: うん。
- 39B: ((C の方に向く))
- 40A: ((C の方に向く))
- 41C: ((A の方に向く))
- 42C: そういえば(.) 寅さんの、
- 43A: ほ::、
- 44C: 魅力はね。
- 45A: うんうん。((体を前後に振る))
- 46C: ((B の方に向く)) 昭和のね、
- 47B: ん。
- 48C: ((A の方に向く)) 香り。
- 49A: なに?((体を横に振る))
- 50C: だから(.) 香り。
- 51A: うん。
- 52C: ケータイは、
- 53A: え:?(体を横に振る))
- 54C: 似合わないらしいよ。
- 55A: うん(.) 興味深いね。((体を前後に振る))
- 56C: 次の話にしよう。
- 57A: うん。
- 58U: 携帯ないのはきついな
- 59B: ((A の方に向く))
- 60A: ((C の方に向く))
- 61C: ((A の方に向く))
- 62A: あ:(.) 韓国製携帯電話のね、
- 63C: ふ:ん。
- 64A: 世界シェア 30 %超。
- 65C: なに?((体を横に振る))
- 66A: 中国報道らしいよ。
- 67C: うん(.) 面白い。
- 68U: すごいね。
- 69A: ほ::。

表 2: インタクション例に使用しているニュース記事

ニュース記事	使用箇所
羽田空港発着枠拡大の配分, ANA8 便に対して JA L3 便	01A~16C
特有の香り漂う米麴 寒い日続き, 例年より1カ月早く味歩里で製造開始	21B~37A
寅さんの魅力は昭和の香り ケータイは似合わない	42C~56C
韓国製携帯電話の世界シェア30%超 中国報道	62A~69A

5 今後の展望

これまで、多人数会話の組織化手法やユーザの介入方法、ロボットのハードウェア構成などを整理してきた。ここでは、システムの応用例などの展望を述べる。

5.1 応用分野

本研究では、多人数会話の雑談の場をつくり、その場を介してユーザにネットワーク上のニュースに関する情報提供を行うソーシャルインタフェースのプラットフォーム Muu を構築した。Muu は、実世界指向のリテラシーフリーな Web ブラウザとしての応用のほか、以下の応用も期待できる。

5.2 広告メディアとして

ロボットを広告メディアとして応用できる可能性も考えられる。近年では、紙広告やテレビ CM へ Web サイトのアドレスを載せるなどのクロスメディア型の広告や、商品やコンテンツに対するユーザのレビューを載せた口コミ広告が一般的になっている。例えば、価格.com というサイトでは、ユーザのレビューが商品毎に RSS で配信されている。本研究のシステムは、Web 上の情報を RSS を介して取得することがひとつの特徴である。そのため、システムが生成する会話によって、より自然な情報提供や Web サイトへの誘導ができる。ユーザの指向に応じたフィルタリングやデータマイニングを活用することで、より効果的な広告戦略を行うことも考えられる。

5.3 ソーシャルメディアータとして

初対面の相手と関わる場面においては、話し難い、どのように関わればいいのかわからない、といったコミュニケーションの障壁が少なからず存在する。そういった障壁を乗り越える方法として、周囲の人が手本を見せるような足場作りや、共通の事柄や物を媒介することが出来る。

ロボット同士がつくる多人数会話の場を、この媒介物の概念として拡張すれば、ソーシャルメディアータとしてロボットを捉えることも出来る。

5.4 ドライビングエージェントとして

本研究のロボットは、雑談を介した自然なコミュニケーションでの情報提供を行うことが特徴である。雑談によるナビゲーションや周辺情報の提供を行うことができるため、カーナビゲーションへの応用も考えることが出来る。

エージェントからの情報提供に対し、ユーザは会話による応答に加えて、ペダルやステアリングの操作により応答を返すことも考えられる。また、車内においてはユーザの着座位置が固定であるため、安定したインタラクション環境を利用したシステムを設計することも可能である。

6 おわりに

本研究では、多人数会話の雑談の場をつくり、その場を介してユーザにネットワーク上のニュースに関する情報提供を行うソーシャルインタフェースというコンセプトに基づき、研究のプラットフォームとなるロボット Muu を構築した。

まず、多人数会話の場を実現する方法として、(1) 話題の連続性、(2) 発話間のつながり、(3) 発話交替の秩序について整理し、その生成手法について述べた。

また、ロボットが織りなす会話の場とユーザとのインタラクションとして、(1) 身体配置による参加態度の表現、(2) 音声認識による会話への介入の方法についても述べた。

今後は実験を行いシステムの評価を進め、上記で紹介した分野に応用出来るように開発を進めていきたい。また同時に、会話生成アルゴリズムやロボットのセンシング・動作生成のアルゴリズムについても改良の検討や実装を進めていく予定である。

謝辞

本研究の一部は、科研費補助金(挑戦的萌芽研究 24650053)によって行われている。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 竹内勇剛, 岡田美智男, 角康之, 鈴木紀子: ソーシャルインタフェースという考え方, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp.1-10 (2005).

- [2] 岡田美智男: 『弱いロボット』, ケアをひらくシリーズ, 医学書院 (2012).
- [3] C. Breazeal: *Designing Sociable Robots*, MIT Press., Cambridge, MA (2002).
- [4] D. Sakamoto, T. Kanda, T. Ono, M. Kamashima, M. Imai, and H. Ishiguro: Cooperative embodied communication emerged by interactive humanoid robots, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 62, pp.247-265 (2005).
- [5] M. Doniec, G. Sun, and B. Scassellati: Active Learning of Joint Attention, in *IEEE/RSJ International Conference on Humanoid Robotics (Humanoids 2006)*, Genoa, Italy (2006).
- [6] Y. Nagai, K. Hosoda and M. Asada: How does an infant acquire the ability of joint attention?: A Constructive Approach, *Proceedings of the Third International Workshop on Epigenetic Robotics*, pp.91-98 (2003).
- [7] B. Mutlu, T. Shiwa, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita: Footing in human-robot conversations: How robots might shape participant roles using gaze cues, in *Proc. ACM Conf. on Human-Robot Interaction*, San Diego, CA (2009).
- [8] H. Kuzuoka, Y. Suzuki, J. Yamashita, and K. Yamazaki: Reconfiguring Spatial Formation Arrangement by Robot's Body Orientation, in *Proc. of Human-Robot Interaction 2010*, pp.285-292, March (2010).
- [9] M. Mataric: Issues and approaches in design of collective autonomous agents, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 16, pp.321-331 (1994).
- [10] N. Suzuki, Y. Takeuchi, K. Ichii and M. Okada: Talking Eye: Autonomous Creatures for Augmented Chatting, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 31, pp.171-184 (2000).
- [11] D. Sakamoto, K. Hayashi, T. Kanda, M. Shiomi, S. Koizumi, H. Ishiguro, T. Ogasawara and N. Hagita: Humanoid Robots as a Broadcasting Communication Medium in Open Public Spaces, *International Journal of Social Robotics*, Vol. 1, No. 2, pp.157-169 (2009).
- [12] E. Goffman: *Forms of Talk*, University of Pennsylvania Press (1981).
- [13] H. H. Clark: *Using language*, Cambridge, Cambridge University Press (1996).
- [14] 吉池佑太, 遠藤高史, 福井隆, 大島直樹, ラビンドラデ・シルバ, 岡田美智男: フェイス侵害度を考慮した多人数会話の組織化について, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 14, No. 4, pp.425-436 (2012).
- [15] B. J. Grosz, A. K. Joshi, S. Weinstein: Centering: a framework for modeling the local coherence of discourse, *Computational Linguistics*, Vol. 21, No. 2, pp.203-226 (1995).
- [16] 柴田雅博, 富浦洋一, 西口友美: 雑談自由対話を実現するための WWW 上の文書からの妥当な候補文選択手法, 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp.507-519 (2009).
- [17] M. Walker, M. Iida, S. Cote: Japanese Discourse and the Process of Centering, *Computational Linguistics*, Vol. 20, No.2, pp.193-233 (1994).
- [18] J. Allen, M. Core: *Draft of DAMSL: Dialogue Markup in Several Layers*, University of Rochester (1997).
<http://www.cs.rochester.edu/research/speech/damsl/RRevisedManua/>
- [19] H. Sackes, E. A. Schegloff and G. Jefferson: A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation, *Language*, Vol. 50, No. 4, pp.696-735 (1974).
- [20] 坊農真弓, 高梨克也 共著: 『多人数インタラクションの分析手法』, オーム社 (2009).
- [21] S. Dancan Jr.: Some signals and rules for taking speaking turns in conversations, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 23, No. 2, pp.283-292 (1972).
- [22] 榎本美香: 『日本語における聞き手の話者移行適格場の認知メカニズム』, ひつじ書房 (2009).
- [23] A. Kendon: Conducting Interaction Patterns of Behavior in Focused Encounters, *Studies in International Sociolinguistics*, Vol. 7, Cambridge, U.K.: Cambridge University Press (1990).