

コミュニケーション活性度に基づいて発話制御を行う 初対面紹介エージェント

笹間 亮平^{†1} 山口 智治^{†1} 佐野 睦夫^{†2}
宮脇 健三郎^{†2} 山田 敬嗣^{†1}

筆者らは、初対面の人同士の会話を仲介するエージェントの実現を目指し、視線・頷き・相槌といった非言語チャネルと会話量から決定するコミュニケーション活性度に基づいて適応的に発話と動作を制御する仲介モデルを提案している。提案モデルを適用した初対面者紹介実験のアンケート結果より、学生の被験者を用いた実験室での限定された実験環境ではあるが、提案モデルの有効性を検証できた。

An Interactive Agent Supporting First Meet Based on Communication Activity Measurement

RYOHEI SASAMA,^{†1} TOMOHARU YAMAGUCHI,^{†1}
MUTUO SANNO,^{†2} KENZABURO MIYAWAKI^{†2}
and KEIJI YAMADA^{†1}

In this paper, we describe robotic agent which can promote communication on a first meet between persons who don't know each other. We propose a control method based on the communication activity. To establish this method, it is essential to investigate the communication activity and formulate behaviors of our agent, such as a glance, a nod and a suitable timing of those. To evaluate the efficiency of the proposed method, we conducted two kinds of communication experiments of first meeting, 1) mediated by a CG agent with proposed method, and 2) without mediation. As a result, the agent could detect state transitions of communication, control its behavior successfully. The effectiveness of the proposed method was confirmed by the user questionnaire.

^{†1} NEC C&Cイノベーション研究所
NEC Corporation, C&C Innovation Research Laboratories

^{†2} 大阪工業大学 情報科学部コンピュータ学科
Osaka Institute of Technology, Faculty of Information Science and Technology

1. はじめに

孤独な高齢者がコミュニティへ参加することが高齢者の QoL 向上に繋がると言われている¹⁾。しかしながら、高齢者と近所の人たちとの交流の弱まりや、約半数の高齢者がグループ活動をしていないといったコミュニティへ参加していない孤独な高齢者の存在が問題視され、解決方法が求められている²⁾。

Levinger らは、未知の人間が出会い知り合う過程において、お互いの親密度を高める段階の前に、お互いの形式的な情報を交換する段階があるとしている³⁾。つまり、図 1 に示すように、孤独な高齢者がコミュニティへ初めて参加し溶け込むまでの過程として、初対面期 (図 1(a)) と親密度向上期 (図 1(b)) の 2 段階がある。初対面期は、コミュニティへ参加しようとする高齢者とコミュニティに所属する人間がお互いの情報を交換し合い、対話者について知っている情報量 (図 1(c)) を増やす段階である。一方、親密度向上期は、初対面期の後、コミュニティへ参加しようとする高齢者とコミュニティに所属する人間が親密度 (図 1(d)) を高め、高齢者がコミュニティに溶け込む段階である。高齢者をコミュニティへ参加させるためには、最初の段階として、初対面期の情報交換を促進し、お互いの情報量を増やすことが重要である。

しかしながら、初対面期において初対面者が十分な情報交換ができない問題がある。この問題の原因は、初対面者はお互いを知らないため、会話するには心理的障壁が高かったり、会話のきっかけがないからである。そこで、この初対面期における問題の解決策を以下の 3 つに分類した。

1. 他人による仲介 仲介者が初対面の人間を仲介する。
2. 環境による支援 音楽や食事などによって環境を作る。
3. 自助努力 人間の初対面期における情報交換のスキルを高める。

本稿では、初対面期の情報交換を促進する手段として、エージェントを用いた 1 の解決策について検討する。これが実現すれば、例えば老人福祉施設などで仲介者して期待されている介護職員の負荷を軽減することができる。

そこで、初対面期の情報交換を促進する役割をもつエージェントの存在を考える。初対面期の情報交換の促進を目的としたエージェントに関する先行研究として、中西らによる人種や宗教といった文化的な危険性を配慮して話題を提供するエージェント⁴⁾ や栗山らによる共通の知人に関する話題を提供するエージェント⁵⁾ があり、初対面期の情報交換を促進する効果が確認されている。しかしながら、筆者らが実施した人間の仲介者を観察する基礎実験では、人間の仲介者は話題提供するだけでなく初対面者の発話に反応しさらに発話を促すことによって初対面期の情報交換を促進しようとする行為 (以下話題深堀行為と呼ぶ) を頻繁に行っていることが確認された。この考えに基づいて、初対面者に話題を提供する行為と話題深堀行為をそれぞれモデル化し、話題提供機能と話題深堀機能として初対面紹介エージェントへ実装した⁶⁾⁷⁾。以下本稿では、同初対面紹介エージェントを用いて初対面者仲介実験を行い、初対面期の情報交換の促進についての有効性を検証した。

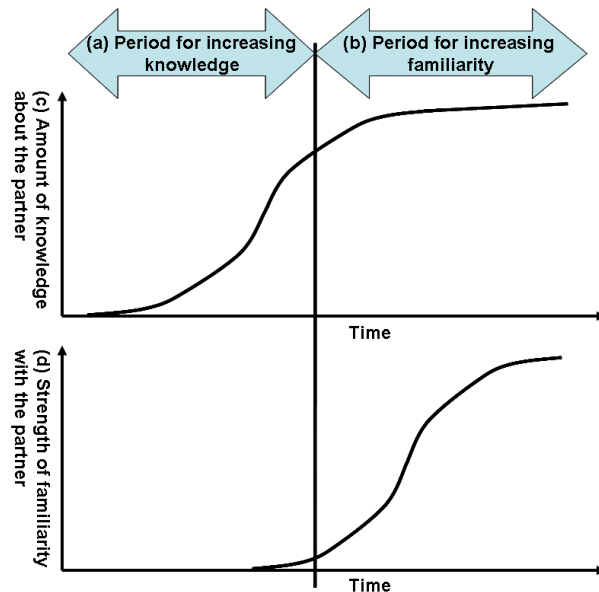


図1 初対面期と親密度向上期
Fig.1 Period for increasing knowledge and familiarity

2. 初対面者の仲介モデル

2.1 初対面者の仲介モデルと仲介者の振る舞い

本章では、複数人の初対面者仲介の基本と考えられる、1人の仲介者による2人の初対面者の仲介をとり上げる。3人以上の会話における人間の役割に関する社会学の知見⁹⁾を基に、コミュニケーション場の状態を分類し、この状態に応じて仲介者が異なる振る舞いを実施する3層構造モデルを提案する(図2参照)。この3層構造モデルの第1層は、コミュニケーション場の4つの状態の遷移モデル(図2(a))である。コミュニケーション場において、仲介者および2人の初対面者は6要素の協調動作(図2(b))の組み合わせで、コミュニケーションを実行するとモデル化できる。前記4状態の各状態では、6要素の組み合わせとして記述できる(表1参照)。さらに、6協調動作の各要素は、仲介者の9つの動作(図2(c))の組み合わせで実現できる。

2.2 コミュニケーション場の4つの状態とその遷移モデル

3人以上の会話における人間の役割に関する社会学の知見⁹⁾を基に、人間の仲介者が2人の初対面者を仲介するコミュニケーション場の状態を分類する。文献⁹⁾において、Erving

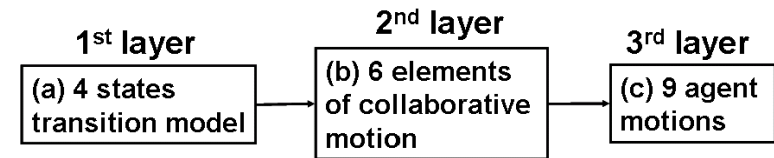


図2 3層構造モデル
Fig.2 3-layer structure model

は、3人以上の会話において、人間は話し手、受け手、傍参与者の3種の役割を動的に交代しながら担うとしている。傍参与者は会話を聞いているが、発話してもおらず、発話を受けてもいない人間である。筆者らは、まず、人間の仲介者が話し手、受け手、傍参与者のどの役割を担おうとするかによってコミュニケーション場を話題提供状態、話題掘り下げ状態、会話促し状態に分類した。そして、上記の3状態の初期段階として挨拶状態を加えて4状態を定めた(図3参照)。

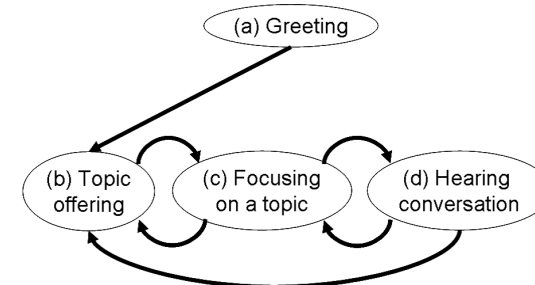


図3 コミュニケーション場の状態遷移モデル
Fig.3 4 states transition model on communication field

2.3 6要素の協調動作

コミュニケーション場において、仲介者および2人の初対面者が行う6要素の協調動作について以下に述べる。

- (1) 発話誘導 発話を促すため初対面者へ質問を投げかける。
- (2) 視線誘導 初対面者 H1 の情報を初対面者 H2 に伝えるのに、まず H1 に視線を合わせ、発話を行い、共同注視を利用してその視線を H2 に誘導し、H1 と H2 の視線を一致させる。
- (3) 視線配分 2人の初対面者が互いに話しているときは、視線を2人に同等の割合で配分制御する。
- (4) 頷き同調 初対面者の頷きに呼応したタイミングで頷く

- (5) 聞き手同調 聞き手が話し手の内容を聞いているときは、聞き手のタイミングに同調して反応する。
- (6) 話し手同調 聞き手が話し手の内容を聞いていないときは、聞き手に視線を向けながら、話し手のタイミングに同調して反応する。

2.4 コミュニケーション場の各状態における協調動作

仲介者および2人の初対面者は、コミュニケーション場の4つ状態に応じて6要素の協調動作を実施する。2.2節で述べたコミュニケーション場の4つ状態において、2.3節で述べた仲介者と2人の初対面者のどの協調動作をするかを表1に示す。表1では、横列のコミュニケーション場の各状態において、縦列の協調動作を実施する場合は○、実施しない場合は×を表記している。以下、コミュニケーション場の4つの状態とその遷移、および、各状態における仲介者および2人の初対面者が行う協調動作について述べる。

- (a) 挨拶状態 挨拶状態では、仲介者と初対面者 H1、および、仲介者と初対面者 H2 との会話の発生を目指し、仲介者と2人の初対面者の協調動作 (1) と (4) を実施する。仲介者は、初対面者 H1 および初対面者 H2 に対して別々に発話誘導を行う。仲介者と初対面者 H1、および、仲介者と初対面者 H2 との会話が発生すれば、コミュニケーション場の状態は (a) 挨拶状態から (b) 話題提供状態へ遷移する。
- (b) 話題提供状態 話題提供状態は、2人の初対面者が向き合って対話することを目指し、仲介者と2人の初対面者の協調動作 (1) 以外を実施する。仲介者は、まず、初対面者 H1 の情報を初対面者 H2 にまたは H2 の情報を H1 に伝える。そして、共通の話題について2人に意見を述べさせる。最後に、2人の初対面者に対して視線誘導を行い、向かい合って対話するように誘導する。2人の初対面者が向き合って会話を始めれば、コミュニケーション場の状態は (b) 話題提供状態から (c) 話題掘り下げ状態へ遷移する。
- (c) 話題掘り下げ状態 話題掘り下げ状態では、仲介者と2人の初対面者との3者の会話の発生を目指し、仲介者と2人の初対面者の協調動作 (2) 以外を実施する。仲介者は、質問を投げかけて2人の初対面者のコミュニケーションへ参入する。仲介者と2人の初対面者との3者の会話を確立することができれば、コミュニケーション場の状態は (c) 話題掘り下げ状態から (d) 会話促し状態へ遷移する。3者の会話を確立することができなければ、コミュニケーション場の状態は、(c) 話題掘り下げ状態から (b) 話題提供状態へ遷移する。
- (d) 会話促し状態 会話促し状態は、仲介者が聞き役として初対面者の会話に同調して会話を盛り上げることを目指し、仲介者と2人の初対面者の協調動作 (3) ~ (6) を実施する。仲介者は適切な頷きおよび相槌を行い、2人の初対面者の会話に同調する。2人の初対面者の会話終了すると、コミュニケーション場の状態は、(d) 会話促し状態から (b) 話題提供状態へ遷移する。

3. エージェントの実装

本章では、前章で述べた3層構造モデルのエージェントへの実装について述べる。初対面

者の仲介するための仲介者および2人初対面者の協調動作とコミュニケーション場の4つの状態の遷移をエージェントを用いて実現する。そのために、仲介者および2人初対面者の協調動作の基となるエージェントの9つの動作と初対面者のコミュニケーションの盛り上がり度合いであるコミュニケーションの活性度を定義した。本章では、まず、エージェントを実現するシステムの概要を述べ、次に、エージェントの9つの動作とコミュニケーションの活性度を定義を述べる。

図4は、筆者らが提案する初対面者仲介エージェントを実現するシステムの概要である。本システムは、エージェントから初対面者へのインタラクション(図4(a))によって、エージェントと2人の初対面者とのコミュニケーション場(図4(b))におけるコミュニケーション活性度(図4(c))の向上を目指す。コミュニケーション活性度算出部(図4(d))は、加速度センサなどを用いて取得する初対面者の動作情報(図4(e))とマイクなどを用いて取得するコミュニケーションの音声情報(図4(f))を基にコミュニケーション活性度を算出する。インタラクション制御部(図4(g))は、コミュニケーション活性度より推定したコミュニケーション場の状態に応じてエージェントから初対面者へのインタラクションを決定する。

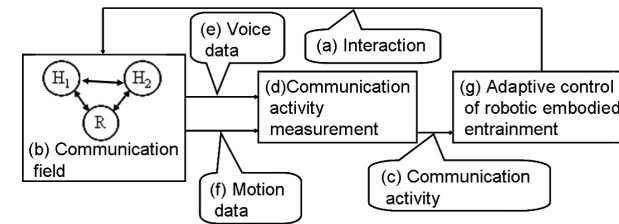


図4 システム概要
Fig. 4 Overview of the system

仲介者および2人初対面者の6要素の協調動作を実現するための9つの動作を以下に示す。

- 頷く
- 2人の初対面者に対して発話する
- 1人の初対面者に対して発話する
- 発話を終了する
- 1人の初対面者へ視線を向ける
- エージェントと1人の初対面者が同時に視線を向ける(視線一致状態)
- 1人の初対面者へ顔を向ける
- エージェントと1人の初対面者が同時に顔を向ける(対面状態)
- 1人の初対面者へ方向を指示する

本稿では、エージェントが1人の初対面者へ視線を向けるときは、顔も向けるとしている。

	(a) Greeting	(b) Topic offering	(c) Focusing on a topic	(d) Hearing conversation
(1) Leading utterances		x		x
(2) Gaze lead	x		x	x
(3) Gaze distribution	x			
(4) Synchronizing nod				
(5) Sync. to a listener	x			
(6) Sync. to a speaker	x			

表 1 Mediator's behavior of on each state of communication field

図 5 に、エージェントの動作である、発話する (図 5(a)), および、視線を向ける (図 5(b)) 様子を示す。図 5 に示すように、エージェントが発話する際には、エージェントの口部分の色が変わる。また、エージェントがそのエージェントの右にいる初対面者へ視線を向ける際には、顔を右に回転する。例えば、前章で述べたエージェントと 2 人の初対面者の協調動作の (1) 発話誘導は、発話する、および、視線を向けるのエージェントの 2 つの動作の組み合わせによって実現する。エージェントは初対面者に対して発話を促すために、まず、初対面者に対して視線を向ける。そして、あらかじめ入力された初対面者の趣味や特技といった情報を基に初対面者に対して質問を発話する。

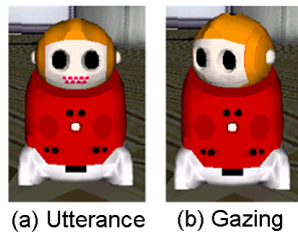


図 5 エージェントの動作例
Fig.5 Example of agent motions

上述の 9 つの動作の中でも、エージェントと初対面者との同調を高める上で重要だと考えられるエージェントの頷きと発話の動作タイミングについて述べる。筆者らは、人間とのインタラクションデータから、図 6 に示されるような決定木を帰納的に構成して適用する方式をとる。図 6 では、決定木から、頷きと発話のタイミングについて、下記の 3 つのルールが生成されている。各ルールにおけるパラメータは、人間が初対面グループを仲介する予備実験の結果を用いて決定した。

- Rule1:頷きタイミングルール 相手が頷けば即応的に頷く。
- Rule2:発話タイミングルール 無音区間が一定時間 (0.45 秒) 以上続き、文末として判断されるならば発話する。
- Rule3:発話タイミングルール 無音区間が一定時間 (0.45 秒) 以上続き、文末ではない場

合には 20%の確率で頷き、80%の確率で発話する。

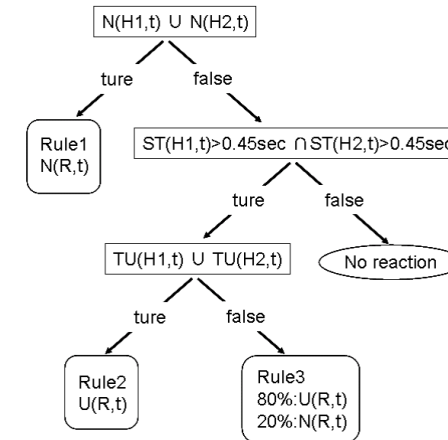


図 6 エージェントの動作タイミングに関する決定木
Fig.6 Decision tree for the timing of agent motions

筆者らは、コミュニケーション活性度をコミュニケーション場の各状態における初対面者のコミュニケーションの盛り上がりの度合いであると考えている。コミュニケーション場のある状態において、コミュニケーションの盛り上がりの度合いが一定以上高くなるか低くなると、コミュニケーション場は異なる状態に移行する。すなわち、コミュニケーション場のある状態におけるコミュニケーション活性度は、コミュニケーション場のある状態が異なる状態へ遷移する達成度と考えることもできる。エージェントは、2 人の初対面者の発話音量と頷きおよび視線の一致割合を基に、コミュニケーション場の各状態に応じて異なる方法コミュニケーション活性度を算出する。

コミュニケーション場の 4 つの状態を推定するために、筆者らは、初対面者のコミュニケーションの盛り上がりの度合いであるコミュニケーション活性度 $Eval(t)$ を定義する。エー

エージェントは、2人の初対面者の発話音量と顔きおよび視線の一致割合から $Eval(t)$ を算出し、 $Eval(t)$ を基にコミュニケーション場の状態が図3に示すどの状態なのかを推定する。エージェントは、 $Eval(t)$ をどの時刻 t においても算出し、 $Eval(t)$ が状態遷移の条件を満足したとき、図3に示す状態遷移モデルに従って、コミュニケーション状態を遷移させる。 $Eval(t)$ を定式化するために、初対面者およびエージェントがある時刻 t において動作をしているかを次の記号で表す。X, Y はそれぞれ初対面者またはエージェントとする。

- $N(X, t)$: X が時刻 t に頷いている
- $U(X, t)$: X が時刻 t に発話している
- $U(X \rightarrow Y, t)$: X が Y に対して時刻 t に発話している
- $G(X \rightarrow Y, t)$: X が Y に対して時刻 t に視線を向けている
- $G(X \leftrightarrow Y, t)$: X と Y が時刻 t に同時に視線を向けている (視線一致状態)
- $F(X \rightarrow Y, t)$: X が Y に時刻 t に顔を向けている
- $F(X \leftrightarrow Y, t)$: X と Y が時刻 t に同時に顔を向けている (対面状態)

本稿では、X が Y に視線を向けているときは、顔も向けている ($G(X \rightarrow Y, t) = F(X \rightarrow Y, t)$, $G(X \leftrightarrow Y, t) = F(X \leftrightarrow Y, t)$) としている。上記動作は、動作が起動されれば1, 起動されなければ0をとるものとする。

コミュニケーション場の各状態 (1~4) における $Eval(t, 1) \sim Eval(t, 4)$ と、遷移条件を以下に示す。以下、エージェントを R, 2人の初対面者をそれぞれ H1, H2 とする。

1. 挨拶状態 本状態では、R が各 H1, H2 それぞれに対して視線を一致させ、発話誘導を行うと、次の状態に遷移する。このため、本状態におけるコミュニケーション場の活性度 $Eval(t, 1)$ を、R と H1 の視線一致状態の割合、R の発話音量、H1 の発話音量の積と、R と H2 の視線一致状態の割合、R の発話音量、H2 の発話音量の積を掛け合わせ次のように定義する。

$$\begin{aligned}
 Eval(t, 1) &= (G(R \leftrightarrow H1, t)U(R \rightarrow H1, t)U(H1 \rightarrow R, t)) \\
 &\quad * (G(R \leftrightarrow H2, t)U(R \rightarrow H2, t)U(H2 \rightarrow R, t))
 \end{aligned} \tag{1}$$

すなわち、次状態への遷移条件は次式である。

$$Eval(t, 1) = 1 (= Th_Eval_1) \tag{2}$$

2. 話題提供状態 本状態では、R は H1 のプロフィールなどの情報を H2 に知らせ、H2 のプロフィールなどの情報を H1 に知らせ、お互いに視線一致させ、お互いの発話を促す。このため、本状態におけるコミュニケーション場の活性度 $Eval(t, 2)$ を、H1 および H2 の発話音量の平均値、視線を向けた状態の割合、顔き状態の割合の線形加重和により次のように定義する。

$$\begin{aligned}
 Eval(t, 2) &= (U(H1, t) + U(H2, t))/2 \\
 &\quad + \gamma(G(H1 \rightarrow H2, t) + G(H2 \rightarrow H1, t)) \\
 &\quad + \delta(N(H1, t) + N(H2, t))
 \end{aligned} \tag{3}$$

ここで、パラメータ α, β は、人間の仲介者を用いた予備実験にて求めた。R が H2 のプロフィールなどの情報を H1 に知らせたときの H1 の反応度を $R(H2 \rightarrow H1)$, H1 のプロフィールなどの情報を H2 に知らせたときの H2 の反応度を $R(H1 \rightarrow H2)$ としたとき、 $R(H2 \rightarrow H1)$ および $R(H1 \rightarrow H2)$ は次に定義される。

$$\begin{aligned}
 R(H2 \rightarrow H1, t) &= U(H1, t) + \alpha N(H1, t) + \beta G(H1 \leftrightarrow H2, t) \\
 R(H1 \rightarrow H2, t) &= U(H2, t) + \alpha N(H2, t) + \beta G(H1 \leftrightarrow H2, t)
 \end{aligned} \tag{4}$$

ここで、パラメータ α, β は、人間の仲介者を用いた予備実験にて求めた。 $R(H2 \rightarrow H1)$ および $R(H1 \rightarrow H2)$ を用いて、まず、R による話題提供に初対面者が反応したかを判定する。 $R(H2 \rightarrow H1)$ および $R(H1 \rightarrow H2)$ が同時に一定閾値 Th_React 以上となり、かつ、 $Eval(t, 2)$ が一定閾値 Th_Eval_2 以上となったとき、R の話題提供によって H1, H2 の発話を促されたと考え、次のコミュニケーション状態に遷移する。すなわち、次状態への遷移条件は次式である。

$$\begin{aligned}
 R(H2 \rightarrow H1) &\geq Th_React \\
 \cap R(H1 \rightarrow H2) &\geq Th_React \\
 \cap Eval(t, 2) &\geq Th_Eval_2
 \end{aligned} \tag{5}$$

3. 話題掘り下げ状態 本状態では、R がお互いに視線を一致させ、話題を掘り下げる働きかけを行う。このため、本状態におけるコミュニケーション場の活性度 $Eval(t, 3)$ を、R を除いた H1, H2 のコミュニケーションの盛り上がりの度合いと考え、H1 および H2 の発話音量の平均値、視線一致状態の割合、顔き状態の割合の線形加重和により次のように定義する。

$$\begin{aligned}
 Eval(t, 3) &= (U(H1, t) + U(H2, t))/2 \\
 &\quad + \gamma G(H1 \leftrightarrow H2, t) \\
 &\quad + \delta(N(H1, t) + N(H2, t))
 \end{aligned} \tag{6}$$

ここで、パラメータ α, β は、人間の仲介者を用いた予備実験にて求めた。 γ, δ は話題提供状態における γ, δ の値とは異なる。 $Eval(t, 3)$ が一定閾値 Th_Eval_3 以上となったとき、R が話題を掘り下げたことによって H1, H2 の発話を促されたと考え、次の

コミュニケーション状態に遷移する。すなわち、次のコミュニケーション状態に遷移する条件は次式である。

$$Eval(t, 3) = Th_Eval_3 \quad (7)$$

4. 会話促し状態 本状態では、R は頷きや視線を向けることで H1, H2 の会話の聞き役となりさらに会話を促す。このため、本状態におけるコミュニケーション場の活性化度 $Eval(t, 4)$ を、R を除いた H1, H2 のコミュニケーションの盛り上がりの度合いと考え、話題掘り下げ状態の活性化度と同じ算出方法 ((6) 式) をとる。すなわち、本状態の活性化度 $Eval(t, 4)$ は次式で定義する。

$$Eval(t, 4) = Eval(t, 3) \quad (8)$$

話題提供状態、話題掘り下げ状態、会話促し状態において、活性化度が現在のコミュニケーション状態の閾値より低くなると、前のコミュニケーション状態に戻るよう制御される。各コミュニケーション状態における閾値の関係は、

$$Th_Eval_4 > Th_Eval_3 > Th_Eval_2 > Th_Eval_1 \quad (9)$$

である。初対面紹介タスク終了条件は、

$$Eval(t, 4) \geq Th_Eval_4 \quad (10)$$

となる。

4. 実験

本章では、初対面期の情報交換の促進を目指し、初対面者を仲介するモデルを実装したエージェントを用いた初対面者仲介実験について述べる。筆者らは、初対面仲介のモデルの有効性を確認するため、本モデルを実装したエージェントと2人の初対面者がコミュニケーションする実験（エージェント条件：有り）と、エージェントを用いず2人の初対面者がコミュニケーションする実験（エージェント条件：無し）の2種類の実験を実施した。初対面期における問題は高齢者に限ったことではなく、被験者を高齢者とすると音声の聞き取りなどの別の課題があるため、本実験では高齢者以外の被験者を用いた。

本実験におけるセンシング環境を図7と図8に示す。図7に示すように、2人の初対面者（図7(a,b)）の視線（顔向き）は、複数台のカメラ（図7(c,d,e,f)）によりリアルタイムで検出する。なお、本実験において、エージェントはディスプレイ（図7(g)）に表示される。図8に示すように、初対面者の顔向きは頭部につけた加速度センサ（図8(a)）により検出し、初対面者の発話は胸元につけたマイク（図8(b)）により検出する。

図9に本実験のエージェント（図9(a)）と2人の初対面者（図9(b,c)）がコミュニケーションする風景を示す。本実験は、大阪工業大学の実験室にて実施した。被験者は10組の2人の初対面者であり、大阪工業大学の学生20名であった。エージェント条件有りとなしとの2

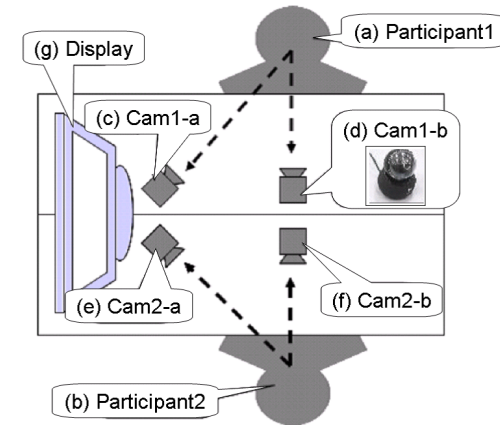


図7 視線（顔向き）検出
Fig.7 Detection of gazing direction

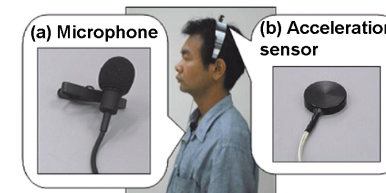


図8 加速度センサとマイク
Fig.8 Acceleration sensor and microphone

種類の実験を、それぞれ被験者の組み合わせを変えて10回ずつ計20回実施した。人間の仲介者が2人の初対面者を仲介するコミュニケーション場を観察する予備実験から、本実験の時間は、数回の話題の切り替えが起こるように6分間とした。実験におけるエージェントの話題提供は、あらかじめエージェントに入力した初対面者の趣味や特技といった情報を用いた。

本実験の結果得られた、コミュニケーション活性化度 $Eval(t)$ とコミュニケーション場の状態の遷移の例を図10に示し、このコミュニケーション場の状態が遷移した際のエージェントと初対面者の発話内容および動作の例を以下に述べる。図10より、エージェントがコ

(a) Agent condition	Statistical method	Questionnaire item		
		(b) Did you come to know your partner well?	(c) Did you feel your partner favorable?	(d) Was the conversation enjoyable?
Existing	Average	4.10	4.60	4.10
	Median	4	5	4
	Standard deviation	0.79	0.50	0.79
Nothing	Average	3.50	4.05	3.90
	Median	4	4.5	4
	Standard deviation	1.19	1.32	1.17

表 2 アンケート結果の統計情報
Table 2 Statistical summary of questionnaire

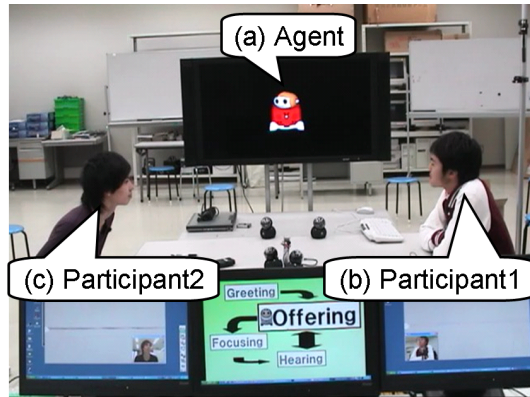


図 9 実験風景
Fig.9 A scene of the experiment

コミュニケーション活性度を算出し、コミュニケーション場の状態に応じてコミュニケーション場の状態が遷移していることが確認できる。図 10 の時間帯 A のコミュニケーション場は挨拶状態であり、エージェントは初対面者 1 と視線を一致させ、会話することができた。時間帯 B のコミュニケーション場は話題提供状態であり、無言の時間が 5 秒程度続いた後、エージェントが初対面者 2 に対して新たな話題を提供することができた。時間帯 C のコミュニケーション場は会話促し状態であり、エージェントは聞き役として初対面者 1, 2 の発話の後にそれぞれに視線を向けることができた。時間帯 A, B, C におけるエージェントと 2 人の初対面者 1, 2 の発話内容および動作を以下に示す。

時間帯 A

エージェント発話: こちらの方は、(初対面者 1 の氏名) さんと言います。
初対面者 1 発話: はじめまして。
エージェント発話: こちらの方は、(初対面者 2 の氏名) さんと言います。

(エージェントが初対面者 1 に視線を向ける)

エージェント発話: 僕は枚方から来たんだけど、(初対面者 1 の氏名) さんは今日はどこから来たの？

(初対面者 1 がエージェントに視線を向ける)

初対面者 1 発話: 大阪の平野区から来ました。

時間帯 B

初対面者 2 発話: めっちゃ防寒着、着まくって来てます。

初対面者 1 発話: その服の上から？

初対面者 2 発話: ええ。

(無言の時間が 5 秒程度続く)

(エージェントが初対面者 2 に視線を向ける)

(初対面者 2 がエージェントに視線を向ける)

エージェント: (初対面者 2 の氏名) さんはテニスが得意なんだって。

初対面者 1 発話: テニスですか。結構長いことやってるんですか？

初対面者 2 発話: 小学校から 10 年くらいやってますね。

時間帯 C

初対面者 2 発話: 三重は田舎すぎてそんなことないですね。全然関係ない。

(エージェントが初対面者 2 に視線を向ける)

初対面者 1 発話: 犯人すぐ捕まるんじゃないんですか？

(エージェントが初対面者 2 に視線を向ける)

初対面者 2 発話: すぐ捕まる。

5. 分 析

エージェント条件 (表 2(a)) 有り (Existing) と無し (Nothing) の 2 種類の実験の終了後に被験者から取ったアンケートの集計結果を表 2 に示す。エージェントが初対面者の良好な関

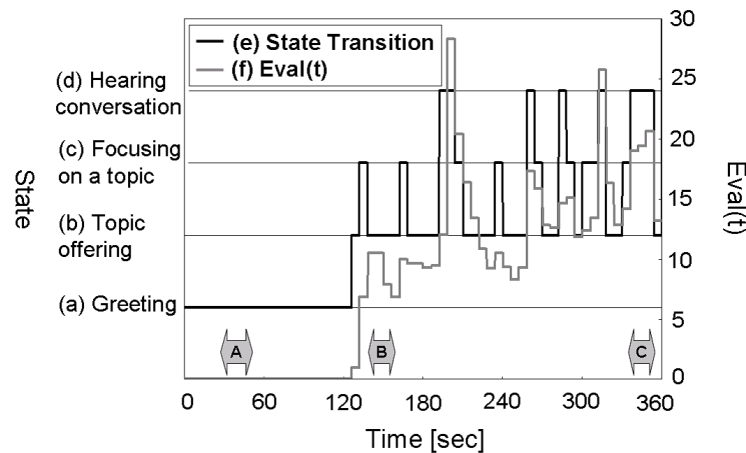


図 10 コミュニケーション活性度 ($Eval(t)$) とコミュニケーション場の状態遷移の結果
Fig. 10 Results of communication activity ($Eval(t)$) and state transition on communication field

係を構築しつつ情報交換を促進できたか検証するため、アンケートの項目は、「相手のことがよくわかったか (表 2(b))」、「相手に好意を持たたか (表 2(c))」、「会話は盛り上がったか (表 2(d))」の 3 つとした。被験者は、この 3 つのアンケート項目に対して 5 段階で回答した。

エージェント条件有り無しとの 2 種類の実験のアンケート結果を t 検定を用いて比較した。この結果、「相手のことがよくわかったか」、「相手に好意を持たたか」の 2 つのアンケートの項目に関して、有意水準 5% の有意差で、エージェント条件有りの方が高い点数だった。よって、学生の被験者を用いた実験室での限定された実験環境ではあるが、初対面者仲介のモデルの有効性を検証できた。

本実験において、話題提供状態と話題掘り下げ状態に交互に状態遷移する様子が観察された。例えば、図 10 の 250sec から 300sec では、エージェントが話題提供するが、会話が盛り上がらなかったため再度話題提供することを繰り返している。初対面者の会話のセマンティクスを利用することなく、発生音の音量、初対面者間の顔の同調度合いなどによって、本システムはコミュニケーション盛り上がり度合いを推定できていると考えられる。

また、初対面者がエージェントを頼る様子が観察された。初対面者がエージェントを頼った理由は、エージェントが会話を促す機能を持っており、エージェントによって初対面という状況の心理的負担を軽減できると考えたと思われる。特に、話題掘り下げ状態および会話促し状態において、初対面者同士の話題が尽きかけると、初対面者がエージェントに話題提供を求めるような様子が観測された。この際、初対面者が視線をエージェントへ向けており、話題提供を求めているようであった。これより、より円滑にコミュニケーションを活性

化するためには、初対面者のエージェントへの視線情報を用いて話題提供状態へ状態遷移させることが有効であると考えられる。

6. まとめ

本論文では、人間が初対面者を仲介する方法をモデル化し、このモデルをエージェントに実装して、その有効性を実験により検証した。本実験では、このエージェントと 2 人の初対面者がコミュニケーションする実験と、エージェントを用いず 2 人の初対面者がコミュニケーションする実験の 2 種類を実施した。実験のアンケート結果より、学生の被験者を用いた実験室での限定された実験環境ではあるが、提案モデルの有効性を検証できた。今後の課題は、実体を持ったロボットとの比較評価および視線情報を用いたコミュニケーション場の状態遷移の有効性の検証が挙げられる。

参考文献

- 1) 山崎 勝男, 柿木 昇治, 藤沢 清, 宮田 洋: 新 生理心理学 3 巻 新しい生理心理学の展望, 北大路書房, pp.188-190, (1998).
- 2) 内閣府: 高齢社会白書 平成 19 年版, 第 2 節, (2007).
- 3) Levinger G., Snoek D. J.: Attraction in relationship: A new look at interpersonal attraction, General. Learning Press, (1972).
- 4) 中西 英之, キャサリン イズビスタ, 石田 亨, クリフォード ナス: 仮想空間内でのコミュニケーションを補助する社会的エージェントの設計, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1368-1376, (2001).
- 5) 栗山 進, 大平 雅雄, 井垣 宏, 大杉 直樹, 松本 健一: Social Context-aware Information System: 初対面時の「きまずさ」解消を目的とした実空間ソーシャルネットワークシステム, インタラクシオン 2006 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2006, Num.4, pp.195-196, (2006).
- 6) Kenzaburo M., Mutsuo S., Yoshinari T., Tatsuya H., Kentaro, M., Masao K., Ryohei S., Hirohiko I., Tomoharu Y., Keiji Y.: Adaptive Embodied Entrainment Control based on Communication Activity Measurement - A Challenge for A Robotic Introducer Agent -, Proceedings of the 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents (ICARA2009), pp.607-612, (2009).
- 7) 佐野 睦夫, 宮脇 健三郎, 寺本 佳生, 速水 達也, 向井 謙太郎, 川野 雅雄, 笹間 亮平, 伊藤 宏比古, 山口 智治, 山田 敬嗣: 初対面紹介エージェントにおけるコミュニケーションモデルと身体的引き込み制御, 信学技法 IECE Technical Report ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 HCS2008-66, pp.49-54, (2009).
- 8) 厚生省: 厚生白書 平成 9 年版, 第 1 編第 1 部第 4 章, (1997).
- 9) Erving G.: Forms of Talk, University of Pennsylvania Press, (1981).