

会話エージェントのためのノンバーバル表現間の相互依存性のモデル化

Modeling the Interdependency between Nonverbal Conversational Signals for Conversational Agents

角所 考¹ 伊藤 淳子 美濃 導彦
Koh KAKUSHO Junko ITOU Michihiko MINOH

京都大学 学術情報メディアセンター
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Abstract: In this article, we discuss how to control nonverbal conversational signals (NCS) including eye gazes, noddings and facial expressions displayed by a pair of embodied agents for information presentation using their dialogues. Recent work on information agent proposes to present information to the users in the form of dialogues between a pair of embodied agents, aiming at clarifying the point that the users should be interested in. However, when agents have faces and bodies in order to be “embodied”, the users read various meanings in the NCS displayed by the faces and the bodies of the agents, even if the agents are not actually designed to send NCS to their users but only to speak. Thus, we need to control the NCS of the embodied agents properly so that they convey appropriate meaning to the users. In order to cope with this problem, there is some work that discusses how to control NCS of an embodied agent. That work mainly focuses on the consistency of NCS with the speech utterances or the task assumed for the agent. However, when we employ dialogues between a pair of embodied agents for information presentation, we need to consider interdependences between NCS displayed by those two agents. In this article, we will propose a method for adjusting NCS displayed by a pair of embodied agents so that the interdependences between NCS are maintained. We will first explain the knowledge about the interdependences between NCS in human communication reported in the field of social psychology. Then, we will propose a procedure to maintain the interdependences between NCS of embodied agents in dialogues by satisfying constraints imposed on the NCS. Experimental results for evaluating the NCS realized by our procedure will also be given at the end of the article.

1 はじめに

近年、マルチメディア技術の普及に伴って、テキストや画像など、多様な形態による情報表現を計算機で取り扱うことが可能となり、その結果、Webなどを用いて計算機から人間に提示される情報の量は飛躍的に増大した。しかしながら、それを受け取る人間の知覚・認知能力は変わらないことから、計算

機から人間に情報を提示する際に、表現の多様な物を言わせて情報の量を徒に増やしても、その情報が全て人間に伝わるとは限らない。このようなことから、近年、Webなどによる情報提示の際に、擬人化エージェントを利用する試みが盛んとなっている[1]-[3]。これらの試みでは、マルチメディア表現を用いた情報提示の際に、従来のようにテキストや画像を画面に多数並べ、その中でどこをどの順に見るかはユーザに任せる、といった方法の代わりに、人間のような外観を持った擬人化エージェントが、画面中で注目すべき箇所を指示しながら、合成音声によ

¹角所 考 京都大学 学術情報メディアセンター
〒505-9062 京都市左京区吉田本町
Tel: 075-753-9062, Fax: 075-753-9056
E-mail: kakusho@media.kyoto-u.ac.jp

る説明を加えるといった方法が用いられる。このような方法を探ることにより、ユーザの注視行動がうまくナビゲートされ、ユーザの知覚・認知能力に過度な負荷がかからない状態で効率的な情報伝達が実現できることが期待されている。さらに、このような擬人化エージェントによる情報提示の方法として、複数のエージェントによる対話を利用し、エージェントの発話を、話し手と聞き手という役割分担に基づいて行うことによって、発話内容の焦点をユーザにわかりやすく提示することも試みられている [4]。

上のような擬人化エージェントを利用した情報提示では、エージェントが人間的な外見を持っているために、エージェントの設計者自身はエージェントの発話と指示動作のみを情報提示の手段として利用することを意図していたとしても、ユーザはそれに加えて、エージェントの表情や視線などからも様々な意味を読みとってしまうという問題が生じる。例えば、エージェントの提示する情報の内容がユーザにとって微笑ましい話題であった場合に、もしエージェントが完全な無表情であれば、ユーザはその無表情さに何か別の意味を感じてしまう可能性がある。このようなことから、上のような擬人化エージェントによる情報提示では、エージェントの表情や視線といったノンバーバル表現を適切なものに保つことが重要な課題の一つとなる。

このための対策として、従来から、各エージェントのノンバーバル表現を、エージェントの発話内容や実現すべきタスクに基づいて制御するアプローチが提案されている [5]。ところが、社会心理学の分野では、人間同士の対話において、対話者の発話量やノンバーバル表現の間に様々な相互依存性が見られることが報告されていることから [6]-[13]、上述のように情報提示にエージェントの対話を利用する場合、個々のエージェントの発話内容やタスクとノンバーバル表現間の整合性に加えて、エージェント間での発話量やノンバーバル表現の相互依存性も考慮に入れる必要があるといえる。

そこで本研究では、一組の擬人化エージェントの対話による情報提示を前提として、その発話量やノンバーバル表現の間の相互依存性を実現することを試みる。以下、まず2では、発話量、視線、笑顔、頷きの4つを具体的な対象として、人間の対話に見られるそれらの間の相互依存性についての社会心理学分野での知見を紹介する。続く3では、2の知見を、擬人化エージェントの発話量とノンバーバル表現間

の制約条件として記述することを試みる。さらに4では、擬人化エージェントの対話において、与えられた発話に対してこの制約条件を満足するようなノンバーバル表現を生成した実験結果について示す。最後に5において、本研究の今後の課題について議論する。

2 ノンバーバル表現の相互依存性

2.1 対話者間の相互依存性

社会心理学の分野では、人間同士の標準的な対話状況において、それぞれの対話者の発話量やノンバーバル表現の間に、ある特定の相互依存性が認められることが報告されている。例えば、文献 [6] には、対話が活発に行われている時には、話し手と聞き手の間に視線の一致や笑顔が見られると共に、話し手の発話に対して聞き手が頻繁な頷きを示すのに対し、対話が活発でない場合には、このような特徴が見られないことが述べられている。

また文献 [7][8] では、対話が活発な場合には、お互いに相手の顔を見つめて次の発話のタイミングを計るという行動が見られるのに対し、対話が活発でない場合には、発話が中断した際に、お互いに視線を合わせるのを避ける行動が見られることが報告されている。

さらに文献 [9] では、被験者に対する面接場面を設定し、面接者が話し始める度に面接者が頷き、発言が終了するまで続ける条件群と、そのような行動をしない条件群とに被験者を分けて、被面接者にどのような影響が見られるかを実験したところ、頷きによって被験者の発言時間が増大し、対話が活発になることが報告されている。

加えて文献 [10] では、画面上の人物に話し掛けるというタスクを被験者に与え、画面上の人物が笑顔と怒りの表情をとった場合の被験者の様子を観察したところ、笑顔の場合には発話開始までの時間が短く、流暢な発話であったのに対し、怒りの表情の場合には発話開始までの時間が長く、ためらいがちな発話がなされたことが報告されている。

他にも文献 [11] では、対話者は、自分の表情をまったく変化させることなく相手の顔を見ることができないことが述べられている。すなわち、相手の表情変化に対する被験者の顔筋の緊張度を調べると、相手の表情が笑顔の場合には頬の筋肉が弛緩するのに

表 1: 対話者間のノンバーバル表現の相互依存性

		対話者 A			
		発話量	視線	笑顔	頷き
対話者 B	発話量		○	○	○
	視線	○			
	笑顔	○		○	
	頷き	○			

対し、相手が怒りの表情である場合には、鼻や口の周りの筋肉が緊張することが報告されている。

以上の知見は、2名の対話者の視線、笑顔、頷き、発話の間には、発話が活発なときには視線の一致や笑顔、頷きも多く、活発でない場合には少ない、といったような、正の相関関係が存在することを示すものといえる。ここで、発話の活発さ、流暢さを発話量の多さと考え、上の知見に基づいて、発話量および視線、笑顔、頷きの3種類のノンバーバル表現相互間での正の相関の有無を表に整理してみると、表1のようになる。ただし、この表で太字で示した項目がノンバーバル表現であり、○印は、対話者 A, B の間で、対応する項目について正の相関関係が存在することを示している。

2.2 異種表現間の相互依存性

社会心理学の分野では、前節のような対話者間での発話やノンバーバル表現の相互依存性に加え、更に各対話者が表出する発話やノンバーバル表現相互の間にも相互依存性が存在することが報告されている。このような相互依存性を説明するモデルの一つとして、親密性平衡モデル [12][13] がある。このモデルでは、視線、対人距離などのノンバーバル表現の総量が、対話者間の人間関係に基づく親密性の度合いによって決まり、あるノンバーバル表現が何らかの理由で変化した場合には、別のノンバーバル表現が変化することによってその変化を補償する作用が生じるとしている。

例えば、全く見ず知らずの人間同士がエレベータや電車などで偶然近接することになった場合に、両者が視線を反らせようとするのは日常生活で良く経験されることであるが、親密性平衡モデルでは、これが次のように説明される。すなわち、人間同士のコミュニケーションにおいて、両者が間に置く距離や互いに視線を一致させる度合いには、両者の親密

性に応じた適切な値があり、実際の値がそれよりも大きすぎたり小さすぎたりすると、両者はその値を適切なものに戻す行動をとる。ところが、上のように、両者の距離がその親密性に較べて近すぎるにも拘わらず、それを直接修正できない場合には、視線の一致度を減らすことによって距離の近さを補償し、ノンバーバル表現全体としての平衡状態を維持する。上の文献では、このような平衡状態の維持が、距離と視線の一致度以外にも様々なノンバーバル表現間で見られることが報告されている。

3 ノンバーバル表現の自動制御

3.1 ノンバーバル表現の表出度

本研究では、一組の擬人化エージェント A, B の対話による情報提示への利用を前提として、各エージェントの発話内容が情報提供者から与えられた場合に、そのエージェントのノンバーバル表現を2で述べた知見を満たすように自動制御することを目指す。このときに対象とするノンバーバル表現としては、視線、笑顔、頷きの3種類を考え、エージェント $Y (Y \in \{A, B\})$ が表出するこれら3種類のノンバーバル表現、および発話の表出の度合い(以後“表出度”と呼ぶ)を、それぞれ、 $e_g^Y, e_f^Y, e_n^Y, e_s^Y$ で表す。ただし、これらの値は次のように算出する。

- e_g^Y : エージェント Y が単位時間当たりに相手に視線を向ける時間の割合
- e_f^Y : エージェント Y の笑顔の程度
- e_n^Y : エージェント Y の単位時間の頷き回数
- e_s^Y : エージェント Y の単位時間の発話語数

3.2 表出過程のモデル化

2.1の知見に基づけば、各エージェントのノンバーバル表現の表出度は、相手のそれと正の相関関係を持たなければならない。その一方で2.2の知見に従えば、それぞれのエージェントが表出する各種類のノンバーバル表現の表出度は、他の種類のノンバーバル表現の表出度によって変化し得るものでなければならない。さらに2.2で挙げた例では、人間の心理状態が他者との距離によって変化するとは考えにく

いにも拘わらず、その距離の変化によってノンバーバル表現の表出度が変わっていることから、各エージェントのノンバーバル表現の表出度は、心理状態に変化がない場合でも変化し得るものでなければならない。したがって、3.1で導入したノンバーバル表現の表出度を2で述べた知見に基づいて制御することを考える場合には、これらの要求を満足する必要がある。

このために本研究では、3.1で述べた表出度 e_z^Y ($Y \in \{A, B\}, z \in \{g, f, n, s\}$) を次式で定まる値としてモデル化する。ただし、 x^Y, c_z^Y はそれぞれ、エージェント Y の心理状態、および、 z で表される発話もしくはノンバーバル表現の表出意図を表す変数であり、 a_z^Y は、ノンバーバル表現の表出に関する個人差を表す定数である。

$$e_z^Y = a_z^Y c_z^Y x^Y \quad (1)$$

人間のコミュニケーションにおけるノンバーバル表現の表出度は、“とても嬉しい”、“やや嬉しい”、といった心理状態に加えて、それをノンバーバル表現によってどの程度表出するのかという意図による影響を受けると考えられる。実際、我々の日常生活において、所謂“場所をわかまえる”ために、素直な感情の表出を抑制することはよく経験されることである。また、ノンバーバル表現の表出度は、個人差によっても左右される。上式のモデル化はこれらの点を考慮したものであるが、このようなモデル化によって、2の知見をエージェントのノンバーバル表現に対する制約条件として記述する際に、前述のような要求を満たすことができるようになる。このような制約条件の具体的な記述については次節に詳述する。

3.3 制約条件の記述

2.1で述べた対話者間でのノンバーバル表現の正の相関関係は、実験者が被験者の対話を観察することによって得られたものである。このとき実験者は、被験者が表出しているノンバーバル表現を観察者としての観点から認識し、その結果正の相関が見られると判断したわけであり、認識の際に、被験者のノンバーバル表現の表出度に対する個性や意図の影響が考慮されているはずである。したがって、ノンバーバル表現間の正の相関関係を制約条件として記述す

る際には、ノンバーバル表現の表出度 e_z^Y ではなく、それを認識することによって得られる心理状態 x^Y に正の相関関係を要求するような制約条件とする。このとき、 x^Y に対する制約条件は、次式のように表現される。

$$x^A = x^B \quad (2)$$

しかしながら、エージェントのノンバーバル表現を自動制御するためには、ノンバーバル表現の表出度 e_z^Y に対する制約条件が必要である。このために式(1)を(2)に代入すると、 z を変えることによって異なる変数 e_z^Y に対する制約条件が得られる。そこで、このときの z として、表1で正の相関を持つ組み合わせを選択し、以下のような制約条件を導入する。

$$E_1 \equiv \frac{e_g^A}{a_g^A c_g^A} - \frac{e_g^B}{a_g^B c_g^B} = 0 \quad (3)$$

$$E_2 \equiv \frac{e_f^A}{a_f^A c_f^A} - \frac{e_f^B}{a_f^B c_f^B} = 0 \quad (4)$$

$$E_3 \equiv \frac{e_s^A}{a_s^A c_s^A} - \frac{e_s^B}{a_s^B c_s^B} = 0 \quad (5)$$

$$E_4 \equiv \frac{e_g^A}{a_g^A c_g^A} - \frac{e_s^B}{a_s^B c_s^B} = 0 \quad (6)$$

$$E_5 \equiv \frac{e_s^A}{a_s^A c_s^A} - \frac{e_f^B}{a_f^B c_f^B} = 0 \quad (7)$$

$$E_6 \equiv \frac{e_f^A}{a_f^A c_f^A} - \frac{e_s^B}{a_s^B c_s^B} = 0 \quad (8)$$

$$E_7 \equiv \frac{e_n^A}{a_n^A c_n^A} - \frac{e_n^B}{a_n^B c_n^B} = 0 \quad (9)$$

$$E_8 \equiv \frac{e_n^A}{a_n^A c_n^A} - \frac{e_s^B}{a_s^B c_s^B} = 0 \quad (10)$$

以上から、式(3)~(10)が、2.1で述べた知見を制約条件の形で表現したものとなる。これらの制約条件は、各式で用いられているノンバーバル表現 z の組み合わせ z_1, z_2 に対して、エージェント A, B のノンバーバル表現の表出度 $e_{z_1}^A, e_{z_2}^B$ が直接一致することは要求しておらず、ノンバーバル表現の表出意図 $c_{z_1}^A, c_{z_2}^B$ が増減すれば、表出度 $e_{z_1}^A, e_{z_2}^B$ はそれに応じて増減可能なものとなっている。

前節で議論したように、2.2の例のような場合を考慮すれば、エージェントのノンバーバル表現の表出度は、心理状態に変化がない場合でも変化し得るものでなければならないが、上のような性質を利用す

れば、心理状態が同じであっても、ノンバーバル表現の表出意図を変化させることによって、ノンバーバル表現の表出度を変化させることができる。このとき、親密性平衡モデルを表現する制約条件は、ノンバーバル表現の表出意図 e_2^Y に制約を課すものとして、次式のように表現できる。

$$E_9 \equiv I - \sum_{\substack{Y \in \{A, B\} \\ z \in \{g, f, n, s\}}} c_2^Y = 0 \quad (11)$$

ただし、 I はエージェント A, B に間に定まる親密度を表す定数である。

3.4 制約条件の充足

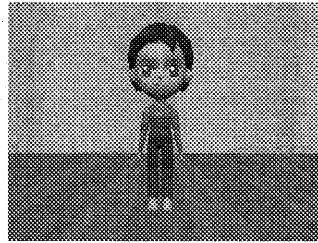
以上の議論から、擬人化エージェントの対話による情報提示の際に、エージェントのノンバーバル表現を2に基づいて制御するには、各時刻において、情報提供者から与えられるエージェント A, B の発話内容から発話の表出度 e_2^A, e_2^B を求め、この値を固定した状態で、残りの変数 e_2^Y について、式(3)~(11)を同時に満足するための以下のような評価関数を最小化すればよい。

$$E = \sum_{i=1}^9 E_i \quad (12)$$

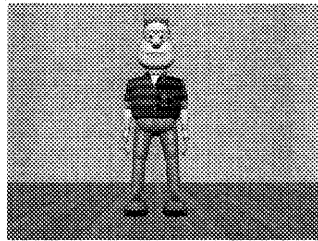
4 実験結果

4.1 対話映像の生成方法

3で述べた手法によって2の知見を考慮した擬人化エージェントの対話を実現することの有用性を調べるために、次に述べるように、テレビ番組記述用言語 TVML(TV program Making Language)[14]を利用して、実際に擬人化エージェントの対話映像を作成した。TVMLでは、仮想的なスタジオにおけるセットやカメラの配置、キャラクタの発話内容や表情、動きなどをスクリプトの形で記述すると、それに対応する番組映像が生成される。そこで、TVMLで提供されているキャラクタの中から、最も表情の変化がわかりやすいと思われる図1のようなキャラクタを選択し、これを擬人化エージェントとして使用した。映像の構図としては、各エージェントの視線、表情、傾きがなるべくわかりやすいように、一組のエージェントがテーブルを挟んで向かい合っ



(a) エージェント A



(b) エージェント B

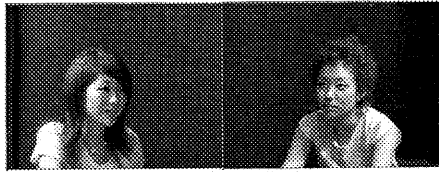
図 1: 実験に用いた擬人化エージェント

座っているときに、各エージェントの顔をそれぞれの斜め前方から撮影して並べた場合に相当する構図を用いた。

対話映像は、それぞれのエージェントに対して、5秒おきの各時刻における発話内容を与え、その下で、本手法に基づいてエージェントのノンバーバル表現を算出することによって生成した。このとき、エージェントに与える発話内容を自然なものとするために、互いに友人同士である2名の被験者 A, B による自由対話の様子を撮影し、得られた映像から各被験者の発話を書き起こしたものを各エージェントの発話内容として与えた。このとき撮影した映像の例と発話内容の一部を図2に示す。

4.2 生成結果

得られた映像の有用性を評価するために、比較対照として、(1) ノンバーバル表現を表出しない場合、(2) 従来研究と同様、発話に合わせてノンバーバル表現を表出する場合、のそれぞれに対応する対話映像を上と同様の方法で用意した。これら3種類の映像の中で、それぞれのエージェントが発話している場面の例を図3(a)~(c)に示す。いずれの映像においても、



被験者 A 被験者 B
(a) 被験者の対話の様子

- A1: そうそうそうそう, 周りにかいてるやつ.
 B1: 後ろに, あれちゃうん, タイヤついてるヤツ
 ちゃうん?
 A2: そうそうそう...
 A3: あれ, カワイイ.
 B3: うん, カワイイ. でも, あれ, あれやで...
 A4: 何?
 B4: もう生産中止やで.
 A5: あ, そうなん?
 B5: うん, もう中古車しかないって.
 A6: 何でなん?
 B6: 知らん. なんか...
 A7: 低迷やったん?
 B7: いや, 売れへんかったんか.
 A8: でも, 結構乗ってる人多い.
 B8: え? なんかもっちゃクリーム系が多い.

.....

(b) 発話内容 (一部)

図 2: 発話内容に利用した被験者の対話

上段は図 2(b) に示した発話内容の中で A3 に対応する場面, 下段は B5 に対応する場面である. TVML では, 通常, キャラクタの発話は, テキストとして与えたものが合成音声によって発話されるが, 図では, 発話を字幕によって表示してある.

この実験では, 対話内容が友人同士の自由会話で, 実際は笑顔などを交えて非常に打ち解けた雰囲気になされたものであるにも拘わらず, 図 (a) に示した対話映像では, エージェントが全く無表情であるため, 違和感が大きい. これに比べ, (b) に示した対話映像では, ノンバーバル表現が付与されているため, 違和感が低減するが, ノンバーバル表現が発話に合わせて生成されるため, 発話が終わって聞き手に回っている間は全くの無表情になり, 一組のエージェントによる対話としては, やはり違和感の感じられるものとなる. これに対して (c) に示した対話映像では, 聞き手の場合でも相手の発話に応じて頷きや笑顔を返すため, 自然な対話となっている. 実際, これらの対話映像を 3 名の被験者に示して感想を求めたところ, いずれの被験者からも 3 つの中で (c) が

最も自然であり, (c) と他の 2 つとの間には十分な違いが認められるとの回答を得た.

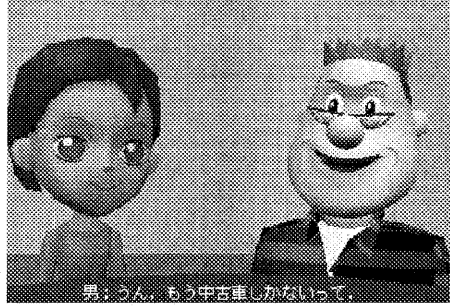
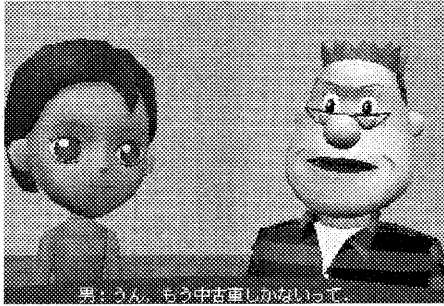
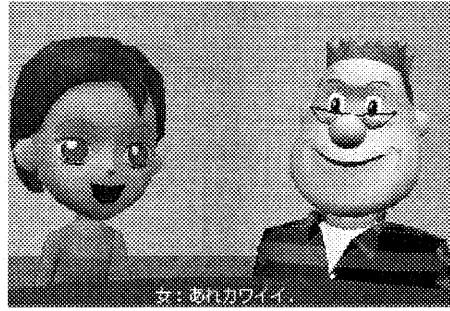
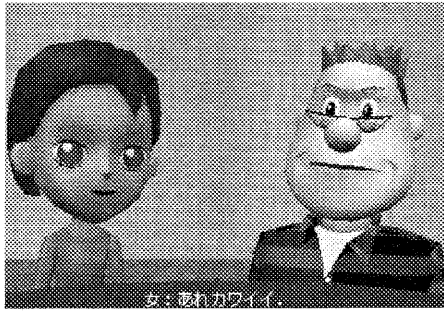
なお, 本手法によって生成されるノンバーバル表現は, 式 (3)~(11) に含まれる定数の値によって変化し, 本手法ではこれらの値を手作業で調整しており, 特に親密度 I については, 発話内容の元となった被験者が友人同士であるため, この値を高めに設定したが, これを低くすると, 図 3(d) のように, ノンバーバル表現の表出度が全体的に抑制された対話映像が得られる.

5 むすび

本稿では, 擬人化エージェントの対話に基づくユーザへの情報提示に利用することを前提として, 人間同士の対話における発話やノンバーバル表現の間の相互依存性に関する社会心理学分野の知見を基に, これを満足するようなエージェントのノンバーバル表現を自動的に制御するための手法について述べた.

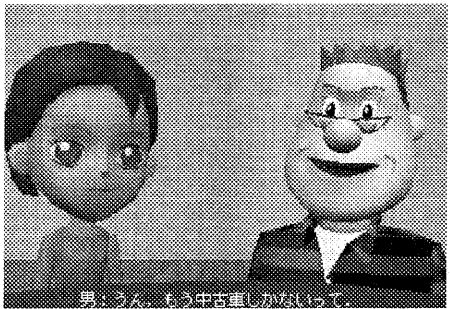
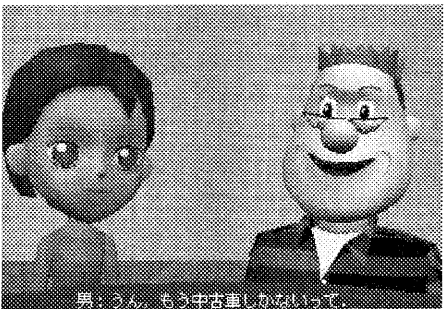
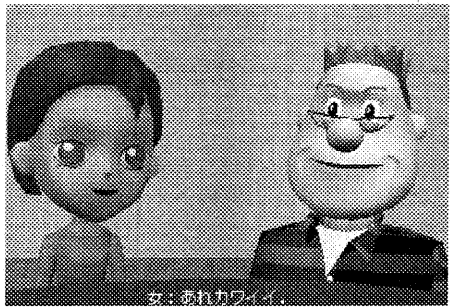
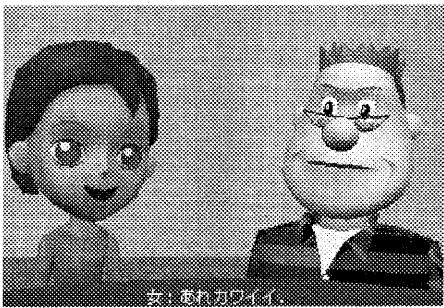
まず, 発話やノンバーバル表現間の相互依存性についての社会心理学分野の知見としては, 対話者間での発話やノンバーバル表現の相互依存性と, 各対話者の表出するノンバーバル表現間の相互依存性の 2 種類を取り上げ, それぞれ主なものを紹介した. 次に, これらを考慮した擬人化エージェントの対話を実現するために, エージェントのノンバーバル表現の表出過程をモデル化すると共に, それに基づいてノンバーバル表現間の制約条件を記述し, 与えられたエージェントの発話内容に対してこの制約条件を満足することにより, 適切なエージェントのノンバーバル表現を算出する手法を提案した. さらに, この手法を利用し, 実際の人間の対話から得られた発話内容から擬人化エージェントのノンバーバル表現を生成する実験を行い, 上のようなノンバーバル表現間の相互依存性を考慮することにより, 従来に比べてより自然な対話映像が得られることを確認した.

このように本稿は, 人間の対話においてノンバーバル表現間に相互依存性が存在することを動機として, 擬人化エージェントの対話においても同様の相互依存性を考慮することの有効性, および, それをエージェントのノンバーバル表現に対する制約充足アプローチによって実現できることを示すものであるが, 本稿で提案したノンバーバル表現の表出過程のモデルやノンバーバル表現間の制約条件の具体的



(a) ノンバーバル表現を表出しない場合

(c) 本手法によるノンバーバル表現の表出



(b) 発話に合わせたノンバーバル表現の表出

(d) 親密度 I の値を減少させた場合

図 3: 生成された対話映像の例

な記述内容自体の妥当性については、まだ十分な検証ができていない。このような記述内容の妥当性を議論する際の論点としては、それが人間の対話における様々なノンバーバル表現を十分に再現可能なものとなっているかどうかが重要であり、今後は、様々な人間による様々な対話状況のデータを収集し、ここで見られるノンバーバル表現を、これらの記述を用いてどの程度まで再現可能であるかを検証することが必要であると考えている。またその際に、パラメータを最適値に自動調整する処理を実現することも試みる予定である。

なお、本研究で自動制御することを目指しているのは、擬人化エージェントによる通常の対話状況におけるノンバーバル表現であり、任意の対話状況におけるノンバーバル表現の自動制御を目指しているわけではない。ノンバーバル表現は本来、発話内容だけでは伝えきれない固有の情報を伝えるために利用されるものであり、どのようなノンバーバル表現を表出するかは、それによって表現されるべき固有の情報に依存し、発話内容のみからは決まらないはずである。実際、人間の対話において表出されるノンバーバル表現が、常に2で述べたような知見を満足するはずはなく、例えば喧嘩をしている場合に笑顔が表出されることはない。エージェントの対話による情報提示の場合、エージェントの発話内容を決めるのは、情報提供者である人間であり、エージェントの表出するノンバーバル表現についても、発話では表現できない固有の情報を提示する必要がある場合には、その具体的な表出内容はやはり情報提供者によって指示されるべきである。本研究が対象とするのはこのような場合ではなく、情報提供者が、情報提示のためにエージェントの発話内容のみを必要としていて、ノンバーバル表現を必要としていないような場合に、その発話内容と矛盾しない自然なノンバーバル表現をエージェントに自動的に付与することにより、情報の受け手がエージェントのノンバーバル表現から別の意味を読み取って発話内容を誤解することがないようにすることを目指すものである。

参考文献

- [1] Andre, E., Rist, T., Mueller, J.: Integrating Reactive and Scripted Behaviors in a Life-Like Presentation Agent, *Proc. Int. Conf. Autonomous Agents*, pp.261-268 (1998).
- [2] Noma, T., Zhao, L., Vadler, N.: Design of a Virtual Human Presenter, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.20, No.4, pp.79-85 (2000).
- [3] 土肥浩, 石塚満: WWWと連携する擬人化エージェントとのHAI, *人工知能学会誌*, Vol.17, No.6, pp.693-700 (2002).
- [4] 久保田秀和, 山下耕二, 福原知宏, 西田豊明: POC caster: インターネットコミュニティのための会話表現を用いた情報提供エージェント, *人工知能学会論文誌*, No.13 Vol.17 pp.313-321 (2002).
- [5] Cassell, J., Bickmore, T., Billinghamurst, M., Campbell, L., Chang, K., Vilhjalmsson, H., Yan, H.: Embodiment in Conversational Interfaces: Rea, *Proc. CHI-99*, pp.520-527 (1999).
- [6] 工藤力: しぐさと表情の心理分析, 福村出版 (1999).
- [7] Kendon, A.: Some functions of gaze direction in social interaction, *Acta Psychologica*, Vol.26, pp. 22-63 (1967).
- [8] Beattie, G.W.: Sequential patterns of speech and gaze in dialogue, *Semiotica*, Vol.23, pp. 29-52 (1978).
- [9] Matarazzo, J.D., Saslow, G., Wiens, A.N., Weitman, M., Allen, B.V.: Interviewer Head Nodding and Interviewee Speech Durations, *Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, Vol.1, pp.54-63 (1964).
- [10] 吉川左紀子, 中村真: 顔・表情の違いによる発話行動の調整, *電子情報通信学会論文誌(A)*, Vol.80, No.8, pp.1324-1331 (1997).
- [11] Dimberg, U.: Facial Reactions to Facial Expressions, *Psychophysiology*, No.6, Vol.19, pp.643-647 (1982).
- [12] Argyle, M., Dean, J.: Eyecontact, distance and affiliation, *Sociometry*, 28, 289-304 (1965).
- [13] Argyle, M., Cook, M.: Gaze and Mutual Gaze, *Cambridge University Press* (1976).
- [14] <http://www.strl.nhk.or.jp/TVML>