

エージェントによる「曖昧な情報表出」が人間に与える印象の評価

Evaluation of Impressions Given by Life-like Agents' Ambiguous Expressions

今井 順一^{*1} 大久保 浩臣^{*1} 山田 優^{*1}
 Jun-ichi IMAI Hirotaka OHKUBO Yu YAMADA

^{*1} 千葉工業大学 情報科学部
 Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

Ambiguous nonverbal expressions such as facial expressions and gestures are often used in interpersonal communication. In order for the life-like agents to achieve smooth communication with humans, they are also required to use such ambiguous expressions as efficiently as humans. In this paper, as the first step to realize such agents, we investigate impressions given by the life-like agents' ambiguous nonverbal expressions. First, we investigate differences among impressions given by the agents' "ambiguous," "clear" and "expressionless" expressions in facial expressions and gestures. Second, we investigate effects of the context in communication between humans and the agents on interpretation of the agents' ambiguous facial expressions. Based on the experimental results, we discuss the effectiveness of the agents' ambiguous nonverbal expressions.

1. はじめに

一般に、情報の伝達には「曖昧さ」を伴わないことが理想とされる。しかし、人間同士のコミュニケーションにおいては、必ずしも「曖昧さ」を伴わない情報交換のみが行われているわけではない。例えば、顔表情やジェスチャによる非言語的な情報表出はしばしば多様な解釈を許す曖昧なコミュニケーション手段の一つである。高橋らは、こうした「曖昧さ」はその受信者に都合よく解釈される傾向があり、結果としてコミュニケーションに潜在するリスクの回避に有効であることを指摘した[高橋 2010]。「曖昧な情報表出」を有効に活用することは受信者との不意な関係悪化の回避に繋がるため、コミュニケーション上の「雰囲気」作りに寄与しているとも考えることができる。

近年、擬人化エージェントに関する研究が盛んに進められている[山田 2007]。エージェント技術の発展に伴い、人間がエージェントとインタラクションを行う機会も増えていくと予想される。その際、人間とエージェントとの間に真に円滑なコミュニケーションを実現するためには、エージェントも人間と同様の「曖昧な情報表出」を使いこなすことが求められると考えられる。

本研究では、そのようなエージェントの実現に向けた基礎的検討として、エージェントによる「曖昧な情報表出」が人間に与える印象について調査することを目的とする。

まず、顔表情及びジェスチャにおける「曖昧」「明確」な表出、及び「無表出」それぞれによる印象の違いがエージェントとの信頼関係に与える影響について評価を行う。受信者に都合よく解釈されることを期待する手段として、「曖昧な情報表出」に加え、そもそも何も「情報を表出しない」という方法が考えられる。しかし「情報を表出しない」と「曖昧な情報表出」との違いについては明らかになっていない。そこで、実験結果をもとに「曖昧な情報表出」の有効性について議論する。

次に「曖昧な表情」を表出するエージェント側の文脈とそれを解釈する人間側の文脈の 2 通りの観点から、人間が

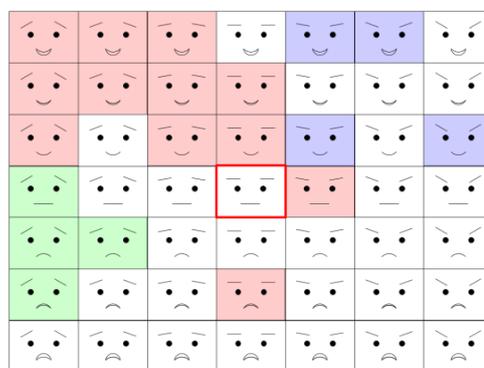


図 1: 選定された顔表情



図 2: 使用した小型ヒューマノイドロボット

エージェントの「曖昧な表情」から受ける印象がコミュニケーション上の「文脈」とどのような関係にあるのか調査し、その結果をもとに「曖昧な情報表出」の持つ特性について議論する。

2. 「曖昧」「明確」な情報表出の選定

まず、本研究で取り扱う「曖昧」「明確」な情報表出を選定するための予備実験を行った。実験には大学生の男女 30 名が参加した。

実験に先立ち、候補となる表出として眉の形状 7 種類と口の形状 7 種類の組合せで表現できる計 49 通りの顔表情 (図 1)、及び小型ヒューマノイドロボット (図 2) の腕の動き 7 種類と頭部の動き 3 種類、それらの速さ 3 種類の組合せで表現できる計 42 通りのジェスチャを用意した。実験参加者に対してこれら一つずつランダムに提示し、その表出が表していると感じる感情を Ekman の基本 6 感情 (怒り、嫌悪、恐怖、幸福、悲しみ、驚き) [Ekman 1987]

に分類させた。その際、その判断に対する主観的な確信度を7段階で回答させた。

回答結果から各表出の感情分類に対するエントロピーを求め、エントロピーの値が大きく実験参加者の確信度が小さい表出を「曖昧」、逆にエントロピーが小さく確信度が高い表出を「明確」として選定する。予備実験の結果、顔表情については「曖昧」12通り、「明確に幸福」4通り、「明確に悲しみ」4通りを、ジェスチャについては「曖昧」9通り、「明確に幸福」2通り、「明確に悲しみ」2通りを選定した。例として、選定された顔表情を図1に示す。背景を赤、青、緑で塗られた表情がそれぞれ「曖昧」「明確に幸福」「明確に悲しみ」の顔表情である。また、顔表情については図1の赤枠で囲われた表情を、ジェスチャについてはロボットの初期姿勢(図2左)から変化しない動作を「無表出」と定義する。以後の実験では、これらの表出を使用する。

3. 実験1:「曖昧な情報表出」の有効性

本節では、顔表情、ジェスチャという2つのメディアにおける「曖昧」「明確」な情報表出、及び「無表出」による印象の違いがエージェントとの信頼関係に与える影響について評価する実験を行う。また、実験結果をもとに「曖昧な情報表出」の有効性について検証する。

3.1 方法

顔表情、またはジェスチャを表出する2種類のエージェントについて、それぞれ以下の実験を行う。各実験にはそれぞれ大学生の男女30名ずつが参加した。

実験参加者に2つの箱のうち財宝が入っている方を当てさせる「宝探しゲーム」を行わせる。まずエージェントが実験参加者に対してどちらの箱を選ぶべきかアドバイスを与え、続いて実験参加者が箱を選択する。その際、エージェントのアドバイスに従うか否かは実験参加者の意思に任される。その後、結果が実験参加者に提示され、ここまですべてを1試行とする。各実験参加者はそれぞれ20試行行う。

各試行の結果提示後、エージェントは実験参加者に対して結果に応じた情報表出(顔表情またはジェスチャ)を行う。ここで「明確」「曖昧」な表出を行う条件をそれぞれC及びA条件、「無表出」の場合をL条件とする。A条件では「曖昧」な顔表情またはジェスチャをランダムに一つ表出する。C条件では、前半10試行は結果が正解だった場合に「明確に幸福」、不正解の場合に「明確に悲しみ」と分類された表出を行うが、後半10試行ではこれらを逆に表出する。また、いずれの条件においてもエージェントのアドバイスは前半10試行では80%、後半10試行では50%の確率で正しいものとする。これらの実験設定は、前半はエージェントが実験参加者に対して好意的に、後半は否定的に振舞うことを意味している。

実験参加者は1試行ごとにエージェントが自分にとって好意的であったか否定的であったかを回答する。

3.2 結果

エージェントが好意的と回答した実験参加者の割合、及びエージェントのアドバイスに従った実験参加者の割合の推移を5試行ごとに示したグラフを図3、4に示す。

図3から、顔表情、ジェスチャとも、C条件では前半は高く後半下落する傾向が見られた。これはごく自然な結果であり、先行研究の結果[高橋 2010]とも一致する。一方、

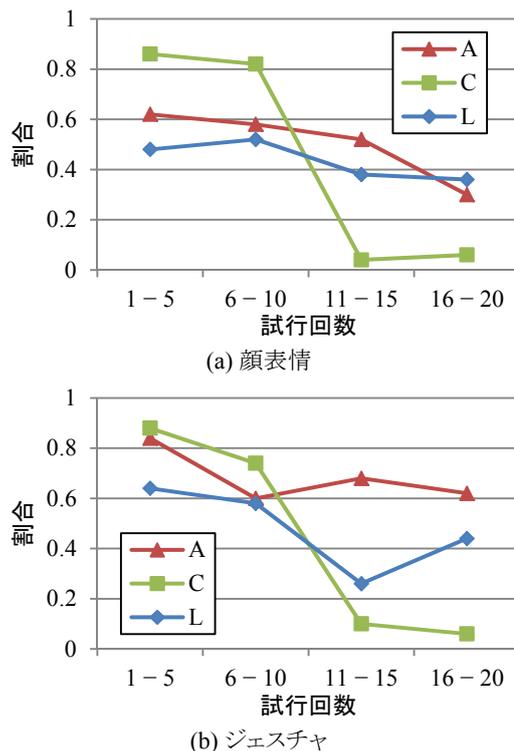


図3: エージェントを好意的と評価した実験参加者の割合

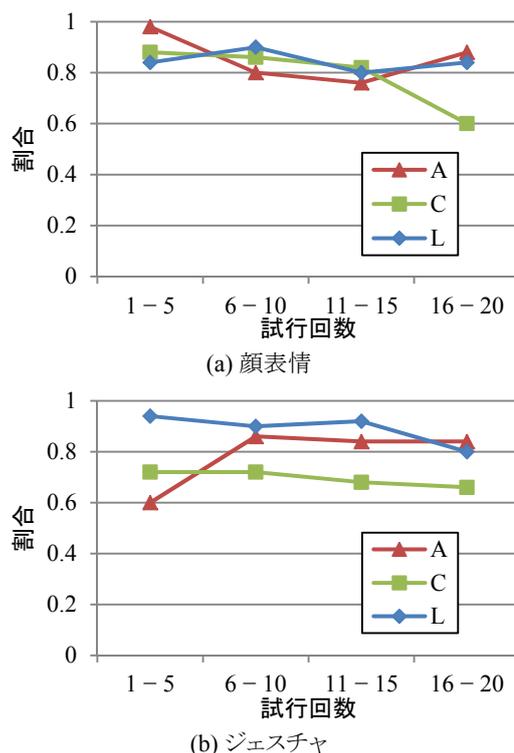


図4: エージェントのアドバイスに従った実験参加者の割合

A条件ではエージェントが否定的な態度を取る後半においても割合が比較的下がらなかった。また、L条件よりも全体的に高い傾向が見られた。

また図4から、顔表情、ジェスチャとも、C条件ではアドバイスに従う割合が後半にやや下落する傾向があるのに対し、A条件ではさほどの変化は見られなかった。また、

L 条件においても A 条件と大きく変わらない傾向が見られた。

3.3 考察

実験結果から、顔表情、ジェスチャとも、エージェントが後半否定的な態度を取るにも関わらず A 条件では受信者側でそれを都合よく解釈し、誤った態度表出をした際のリスクを低減する効果があることがわかった。また、L 条件においても同様の結果が得られたが、全般的に A 条件よりも評価が低くなる傾向が見られた。このことから、「情報を出さない」という手段によっても誤った態度表出をした際のリスク回避が可能であること、しかしその効果は「曖昧な情報表出」をした場合と比較すると低いことがわかる。これは、「情報を何も発信しない」態度よりも何らかの意思を伝達しようとする「伝達意図」を表出している点が評価されているものと考えられ、この点において「曖昧な情報表出」を行うことは有効であるといえる。

4. 実験 2: 「曖昧な表情」の文脈効果

本節では「曖昧な顔表情」の解釈におけるコミュニケーション上の「文脈」の効果について、顔表情の発信側、受信側双方の文脈という観点から検証する実験を行う。

4.1 方法

「曖昧な顔表情」の発信側、受信側の双方に対して文脈を与えることで、その顔表情に対する実験参加者の解釈がどのように変化するかを調査する。実験には大学生の男女 23 名が参加した。

まず実験参加者に「曖昧な顔表情」を提示し、予備実験と同様にその表情が表す感情を Ekman の基本 6 感情に分類させる。その際、その判断に対する主観的な確信度についても予備実験と同様 7 段階で回答させる。続いて、顔表情の発信者であるエージェント、または受信者である実験参加者自身のいずれかに対し「ポジティブ (P) 文脈」または「ネガティブ (N) 文脈」を付与する。その後、先ほどと同一の「曖昧な顔表情」を提示し、再び感情分類及び確信度の回答を行わせる。これをすべての「曖昧な顔表情」に対して繰り返す。提示する顔表情の順番はランダムとした。

発信者であるエージェントへの文脈付与として、そのエージェントが置かれている状況を説明する文章を実験参加者に提示する。エージェントにとって好ましいと思われる文脈を「P 文脈」、好ましくない文脈を「N 文脈」とする。また、受信者である実験参加者への文脈付与として、実験参加者にジャンケンゲームを行わせ、勝った場合は「P 文脈」が、負けた場合は「N 文脈」が付与されたとみなす。なお、ジャンケンゲームの結果とエージェントが表出する顔表情には関連性はないことを事前に伝えておく。

同一の顔表情に対する文脈付与前と付与後の評価が変化した被験者の割合を、その顔表情に対する「文脈効果の強さ」と定義する。

4.2 結果

図 5 に、各顔表情の文脈効果の強さとエントロピーとの関係を表した散布図を示す。相関係数を計算したところ、発信者側に文脈を付与した場合 (図 5 (a))、P 文脈では $R = 0.45$ 、N 文脈では $R = 0.06$ となり、P 文脈における文脈効果の強さとエントロピーとの間に弱い正の相関が認め

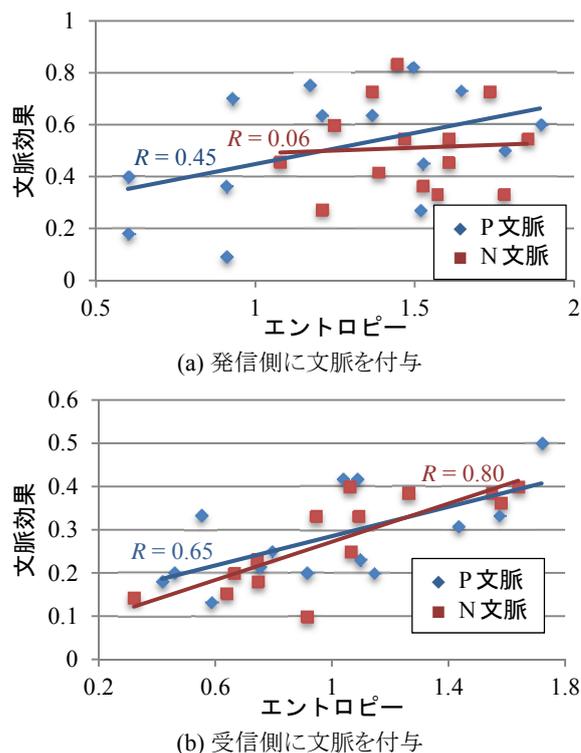


図 5: 文脈効果の強さとエントロピーの関係

られた。受信者側に文脈を付与した場合 (図 5 (b))、P 文脈では $R = 0.65$ 、N 文脈では $R = 0.80$ となり、いずれも文脈効果の強さとエントロピーとの間に比較的強い正の相関が認められた。

文脈付与前後での各顔表情のエントロピーを比較したところ、発信者側に文脈を付与した場合は P 文脈、N 文脈とも付与後にエントロピーが減少する傾向が見られた。一方、受信者側に文脈を付与した場合、どちらの文脈でも逆にエントロピーが上昇する傾向が見られた。また、文脈付与前後での各顔表情に対する分類の平均確信度を比較したところ、発信者側・受信者側どちらへの文脈付与においても、P 文脈、N 文脈とも付与後に確信度が上昇する傾向が見られた。

文脈付与前と P 文脈、N 文脈付与後のエントロピーと平均確信度との関係を図 6 に示す。発信者側に文脈を付与した場合 (図 6 (a))、文脈付与前と P 文脈付与後においてエントロピーと確信度の間に負の相関が、N 文脈の付与後において低い正の相関が見られた。また、受信者側に文脈を付与した場合 (図 6 (b))、文脈付与前と P 文脈付与後においてエントロピーと確信度の間に負の相関が見られた。一方、N 文脈付与時には相関が見られなかった。

4.3 考察

実験結果から、顔表情の解釈はその表情の発信者、受信者側双方の文脈に応じて変化する。文脈効果の強さはその顔表情の持つエントロピー、すなわち「曖昧さ」と正の相関を持つ傾向が認められた。

発信者側に文脈を付与した場合、N 文脈の方が P 文脈よりも文脈効果とエントロピーとの相関関係が大きいことがわかった。すなわち、ネガティブな文脈が付与された場合の方が表情の「曖昧さ」に応じてその解釈を変えてしまう傾向が強いことが示された。一方、受信者側に文脈を付与

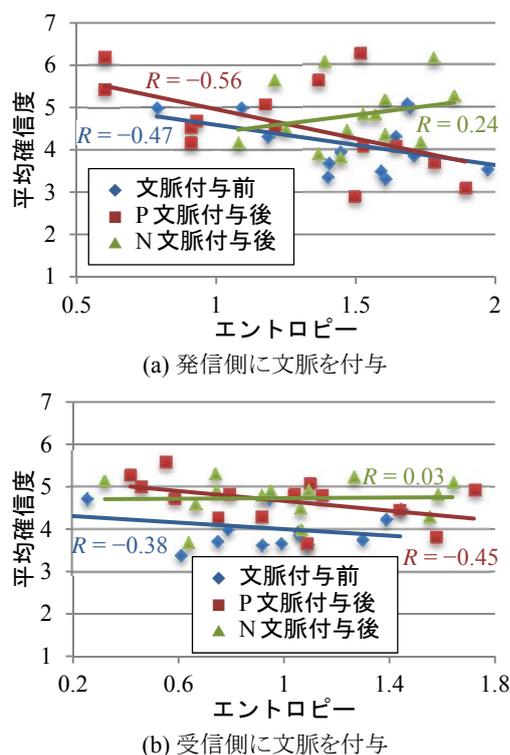


図 6: エントロピーと平均確信度の関係

した場合、発信者側と比べてどちらの文脈においてもより高い相関関係が認められている。このことは、表情の受信側の置かれている文脈は「曖昧な顔表情」の解釈に対してより密接に関係していることを示唆している。

発信者側に文脈を付与した場合、どちらの文脈においても付与後に各顔表情のエントロピーが減少することが認められた。一方、受信者側に付与した場合、どちらの文脈においても付与後に値が増加することが認められた。また、各顔表情に対する分類の平均確信度からは、発信者側、受信者側のいずれも、どちらの文脈においても付与後に増加する傾向が見られた。

これらの結果から、発信者側であるエージェントに文脈を付与した場合、受信者はそのエージェントの置かれた文脈を見ることで「曖昧な表情」を都合よく、確信を持って解釈していることを示唆している。このことは特に N 文脈において顕著である。これは、受信者が表情の発信側の明確な情報を得たことで表情の解釈に偏りが少なくなると解釈できる。

一方、受信者側に文脈を付与した場合、受信者は「曖昧な表情」の感情をより強い確信を持って分類できるようになっているが、実際に分類された感情のバラつきは文脈が付与される前よりも増加していることを示している。すなわち「曖昧な表情」は受信側である観測者の置かれた文脈によって都合の良い解釈がなされる傾向がより強いことを示唆している。

5. おわりに

本研究では、エージェントによる「曖昧な情報表出」が人間に与える印象について調査を行った。

まず、顔表情及びジェスチャにおける「曖昧」「明確」な表出、及び「無表出」それぞれによる印象の違いがエージェントとの信頼関係に与える影響について評価を行った。その結果、「曖昧な情報表出」「無表出」のいずれについても受信者側の都合の良いように解釈されるという点での効果を確認できたが、その効果は「曖昧な情報表出」の方がより高いことが示された。これは、「情報を何も発信しない」態度よりも何らかの意思を伝えようとする「伝達意図」を表出している点が高く評価されているものと考えられ、この点において「曖昧な情報表出」を行うことの有効性が確認できた。

次に、エージェントが表出する「曖昧な表情」の解釈にコミュニケーション上の文脈がどのような影響を与えるのかについて検証した。その結果、表情の発信側であるエージェントと受信側である実験参加者のどちらの文脈も「曖昧な表情」の解釈に影響を与えることが示された。また、表情の発信側の文脈よりも受信側の文脈の方がより強い文脈効果を持つことが示された。

「曖昧な表情」は、状況に応じて効果的に用いることでコミュニケーション上の「雰囲気」を作り、円滑にする働きがあると考えられる。このことはエージェントの顔表情表出の効果的な戦略を設計する上での指針の一つになり得ると期待される。ただし、当然のことながら常に曖昧な情報伝達が適切というわけではなく、相手に明確な情報を伝達した方が適切な場合も多い。現在の状況において不適切な信号を相手に送ってしまう可能性とそのリスクを正しく評価し、曖昧な情報伝達と明確な情報伝達とを適切に使い分けられるようにすることが重要である。

今後の課題として、今回得られた知見をもとにした非言語的な情報表出の戦略をモデル化することなどが挙げられる。

参考文献

- [高橋 2010] 高橋英之：コミュニケーションにおける曖昧さとその機能，日本知能情報ファジィ学会誌，Vol. 22，No. 4，pp. 450–463，2010.
- [山田 2007] 山田誠二（監修）：人とロボットの〈間〉をデザインする，東京電機大学出版局，2007.
- [Ekman 1987] P. Ekman, 工藤力（訳）：表情分析入門—表情に隠された意味をさぐる，聖信書房，1987.