

交渉エージェントにおける表情の役割

The Roles of Facial Expressions of a Visual Software Agent in the Network Based Negotiation

湯浅 将英

安村 禎明

新田 克己

Masahide YUASA

Yoshiaki YASUMURA

Katsumi NITTA

東京工業大学大学院 総合理工学研究科 知能システム科学専攻

Department of Computational Intelligence and Systems Science,
Tokyo Institute of Technology

Abstract: In this report, we examine the roles of facial expressions of a visual software agent in the network based negotiation. The negotiation process is affected by not only proposals but also facial expressions. We consider that facial expressions of the agent have two roles, the role of transmitting the information and the role of transmitting the impression. The transmitted information is used to estimate the opponent's market price. The transmitted impression affects the participant when the participant makes the decision to reach the agreement or not. In our previous research[1], we examined the role of transmitting the impression. In this report, we experimented the relation between the market price and the role of transmitting information using price-negotiation and observed whether the facial expressions affected the opponent estimating the market price.

1 はじめに

交渉は、利害の異なる者同士が提案や意見を提示し、それを調整する対話行動である。その際、交渉条件だけでなく、相手の態度や表情を見ることで、交渉を円滑に進めることや交渉を有利にできる可能性がある。

我々はこれまで、ネットワークを介した交渉において、擬人化エージェントの表情を用いて、交渉における表情と提案の関連性を調べた [1]。そして、特定の表情が合意や決裂などの意思決定に変化をもたらす役割を持つことがわかった。しかし、この結果は表情の役割を、合意と決裂という交渉最終段階の結果からしか検討できていない。

そこで、本稿では、交渉結果だけでなく、交渉の途中経過における表情の役割を調べる。そのため、価格という明確な数値パラメータを用いる価格交渉により表情の役割を検討する。

連絡先：〒 226-8502 横浜市緑区長津田町 4259
東京工業大学大学院 総合理工学研究科
知能システム科学専攻 新田研究室
Tel: 045-924-5216

E-mail: {yuasa,yasumura,nitta}@ntt.dis.titech.ac.jp

第2章では、交渉における表情の役割に「情報としての表情の役割」と「印象としての表情の役割」の二つがあるという考えについて説明する。第3章では印象による表情の役割について、従来の研究をもとに述べる。第4章では、情報としての表情の役割を検証するための実験とその結果を示す。第5章でまとめを述べる。

2 交渉における表情

2.1 ネットワークを介した交渉

我々は、これまで擬人化エージェントを用いたネットワーク交渉について検討してきた [1, 2]。それらでは、図1に示すように、遠隔地にいる二人の交渉当事者がネットワークを利用して交渉することを想定している。交渉ツールを利用することで、自分の提案を相手に提示し、同時に相手の画面上の擬人化エージェントの表情 [3] を制御できるようにしてある。表情は図2に示すように、「冷静 (COOL)」、「怒り (ANGRY)」、「笑い

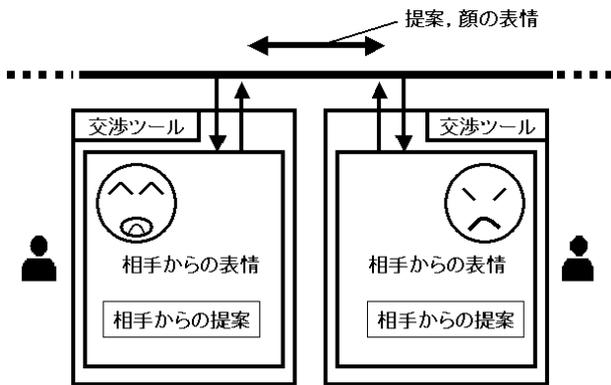


図 1: 擬人化エージェントによるネットワーク交渉の構成

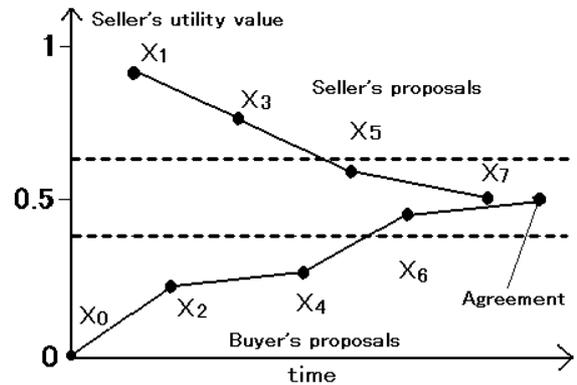


図 3: 交渉における効用値変化



図 2: エージェント 5 つの表情。上段左から「冷静 (COOL)」、「怒り (ANGRY)」、「笑い (HAPPY)」, 下段「悲しみ (SAD)」、「驚き (SURPRISED)」

(HAPPY)」、「悲しみ (SAD)」、「驚き (SURPRISED)」の五つとしている。

図 3 は、売り手と買い手の二者間交渉における提案の効用値の変化をグラフ化した一例である。提案は売り手と買い手で交互に出される。下側の X_0, X_2, \dots が買い手の提案で、上側の X_1, X_3, \dots が売り手の提案である。もし買い手の買うことのできる限度額（買い手の相場価格）が図 3 中の上側の点線で、売り手の売ることのできる限度額（売り手の相場価格）が下側の点線であったとき、二人の提案は図のように離れたところから次第に近づき、お互いに売買ができる中央付近に達し、やがて合意する。

2.2 交渉における表情の役割

この交渉に表情を用いた場合、表情は二つの役割を持つものとする。一つは情報としての役割で、相手の状況を推察する情報として用いられるものである。もう一つは印象としての役割で、受け取った側に心理的作用を及ぼすものである。

情報としての役割は、おもに交渉の合意可能な領域の絞込みの段階で発生すると考える。この段階では、交渉当事者双方がそれぞれの利益を主張し交渉が進行していく中で、図 3 のように交渉領域の中央付近へ提案が収束されていく [4]。このときの表情は、交渉の進行の中で、合意可能な領域を絞りこむための情報を当事者に与える役割を持ち、表情によって相手の予想相場が上下すると考えられる。

一方、印象としての役割は、交渉の最終段階で発生すると考える。交渉の最終段階では、合意可能領域が絞り込まれ、交渉当事者双方がそれぞれ最低で合意できるレベルを超え、合意できるレベルに達していながらも、より大きい利益が取れることを期待してなお交渉を継続していく状況が続く。そして、このいつ決定しても構わない状況であるとき、最後の合意するか決裂するかの意思決定が表情に影響されると考える。このとき、表情は印象としての役割を持ち、表情によって良い印象を持たせるか悪い印象を持たせるかによって、合意や決裂が変化するものと考えられる。

以下の章では、この二つの役割について、それぞれ検証する。第 3 章で印象としての表情の役割を、従来までの研究をもとに簡単に示す。第 4 章で情報としての表情の役割を、価格交渉を用いた実験により検証する。

3 印象としての表情の役割

3.1 交渉の状態遷移モデル

交渉は A と B の二人が、交渉案を交換することでお互いに満足できる提案 X を模索する行為である。しかし、A, B が冷静に提案 X を評価することだけで交渉が進行せずに、AB 間の相手の表情や態度が、提案の評価に影響を与えることがある。よって、A, B 間の心理的關係と提案 X の三者間の關係を適切に表すことが望まれる。これに相当するものとして、社会心理学におけるニューカムによる ABX モデルがある。このモデルでは、ABX 間をリンクで結び、一方が他方に対し肯定的であるときを + 符号、否定的であるときを - 符号付きの矢印で示す。

このニューカムの ABX モデルの表記を用いて、交渉の状態遷移図を示したものが図 4 である。右側の 4 状態が A の視点から見たもの、左側の 4 状態が B の視点から見たものに相当する。図中の (6)' は、A が提案 X を出した後の状態を示している。ここで、もし B が他の新しい提案 X を出し、A が X に満足するが B に否定的感情を持たば、状態は (2) になる。一方、もし新しい提案が出された後、A がそれに満足せず B に肯定的感情を持つとき、状態は (3) になる。そして (2), (3) は、アンバランス状態なので、バランス状態である (6) の交渉続行か、(5) の合意状態に移行する。同様のことが B の場合には (2)', (3)' および (5)' に言える。また、A, B がいかなる提案に対しても満足しないときや、A もしくは B の否定的感情が強くなったとき、もしくは交渉が時間切れになったときなどには、(9) の決裂に至る。

3.2 モノポリーによる実験

交渉と擬人化エージェントの表情の關係を調べるため、電子化モノポリーを用いて人間同士の対戦を行い、それを分析した [2, 5]。交渉時には、提案の提示とともに、図 2 の顔画像の一つを選び、相手のディスプレイ上で制御できることにした。また、このときの自分と相手の提案の満足度を評価してもらった。

結果として、表情を用いた場合、相手から提示される表情に応じて、合意、再提案、決裂に違いが生じた。特に HAPPY と ANGRY には、次のような役割が見られた。

1. 相手からの提案の満足度が中程度であっても、そ

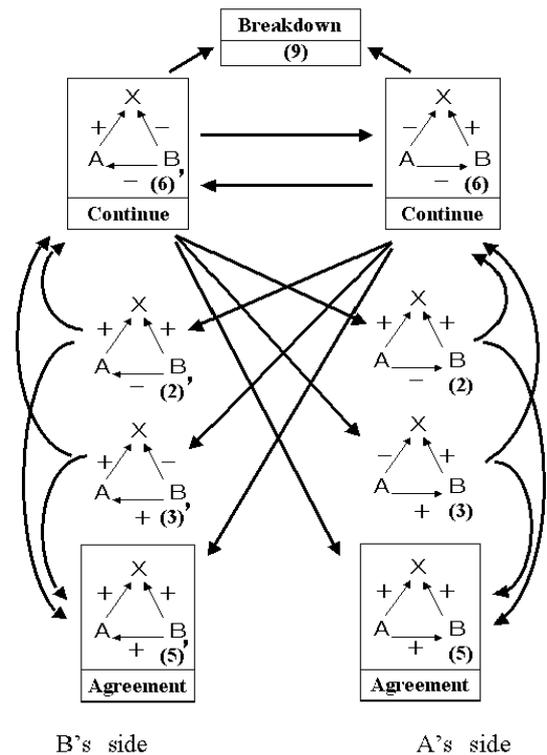


図 4: 交渉の状態遷移モデル

のときの相手の表情が HAPPY であれば、合意に至る確率が増加する。

2. 相手からの提案の満足度が高くても、相手の表情が ANGRY であれば、合意に至る確率が低下し、交渉が継続する。

1. は、状態遷移図における「満足度が低くても、合意」という (3)-(6) のルートに相当する。同様に 2. は、「満足度が高くても、合意しない」という (3)-(6) のルートに相当する。

このように、表情は「提案と同時に相手に提示することで、提案の評価が変わり、合意に至るか継続するか意思決定を変化させる」役割を持つ。つまり、印象についての役割を持っていると考えられる。さらに、印象の役割の場合は交渉の状態遷移図に当てはまることわかる。

4 情報としての表情の役割

4.1 価格交渉

価格交渉とは、ある商品について、お互いに異なる相場価格を持っている売り手と買い手による二者間交

渉のことで、交互に価格を提示し、双方が満足できる価格を模索し、やがて合意に達する、というものである。この価格交渉の場合、売り手と買い手が価格と相場価格という明確な数値を持つことができ、自分と相手の提案の履歴や表情の役割がより詳細にわかるといいう利点が見込まれるため、これで実験を実施することにした。そして、ここでは、自分と相手の提案の履歴が、相手の予想相場に変動を与えると考え、それに表情が加わることで、変動に差異が起ると予想する。この考えに基づき、以降では、情報としての役割を持った表情が、相手の予想相場の変動にどのような影響を与えるかを調べることにする。

4.2 実験方法

プレイヤー8名で売り手役と買い手役を決め、価格交渉実験を実施した。ある商品に対して交渉することを仮定し、売り手と買い手に異なる相場価格を与えた。お互いの相場価格はわからないようにし、一つの商品における交渉の中で、相場価格は固定することにした。プレイヤーは、価格の提案と同時に、擬人化エージェントの五つの表情をネットワーク越しに制御する。相互のやり取りは、価格と表情のみに限定し、他の情報はやりとりされないようにした。ネットワーク上でも、相手を特定しないように、売り手と買い手の名前は伏せた。また、交渉を繰り返すことで、相手の交渉の癖や、相手の相場価格を知ることがないように、一回の交渉ごとに、対戦相手と相場価格を変えることとした。さらに、相手から提案が出されるたびに、相手の相場価格を予想してもらった、相手の表情に対する判断も記述してもらった。

受け取った表情によって、相手に予想する相場価格（以降、予想相場と記述）が変動すると考え、それを調べることにする。そのため、提案の履歴から、次のような譲歩量の差 D を取り出す。

$$D = (X_n - X_{n-2}) - (X_{n-1} - X_{n-3})$$

- X_n : 相手の最新の提案
- X_{n-1} : 自分の最新の提案
- X_{n-2} : 相手の前の提案
- X_{n-3} : 自分の前の提案

この値は、自分と相手の譲歩量の差を表し、これと予測相場の変動の関係を観測し、表情の有無や違いによる影響を観測する。なお、ここでの数値は「買い手

表 1: 価格交渉の一例

提案回数	自分の提案 (円)	自分の表情	相手の提案 (円)	相手の表情	予想相場 (円)
1	8000	cool			
2			1100	angry	3000
3	6000	surprised			
4			1200	cool	3000
5	5800	angry			
6			1300	cool	3100
7	5700	cool			
8			1900	happy	3400
9	5510	sad			
10			3000	happy	4000
11	5198	cool			
12			4200	happy	4350
13	5000	sad			
14			4500	cool	5000
15	5000	angry			
16			4500	angry	4800
17	4899	surprised			
18			4500	angry	4600
19	4699	angry			
20			合意		

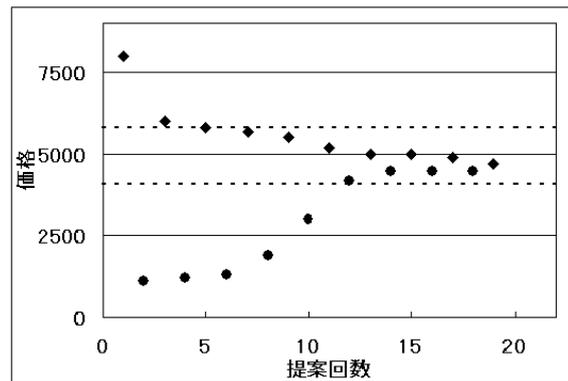


図 5: 価格交渉の一例のグラフ

側」に統一しており、相手の予想相場を上げることは、より安い価格で商品を買いたい買い手が、より高い価格で売りたい売り手の持つであろう相場を上昇させることで、相手の利益が少なくならないように考慮する行為に当たる。

4.3 実験結果

上記の方法により、価格のみを提示する交渉を実施し、8例で57提案の交渉を収集した。さらに表情を用いた18例で140提案の交渉事例を記録した。表情を用いた結果の一例を表1、図5に示す。

表1、図5の例では、自分側（売り手）の相場は4100円、相手側（買い手）の相場は5800円であった。図5

表 3: プレイヤによる相手の表情と判断

相手の表情	判断 (数)
HAPPY	まだ相手に余裕がある (7) / 合意できそう (4) / こちらの譲歩を歓迎してくれた (2)
ANGRY	これ以上譲歩してもらえない (5) / 不快 (1)
SAD	相手は底値に近づいている? , 苦しそう (18) / 譲歩を頼まれている (1)
COOL	価格のみに着目 (14) / まだ余裕を感じる (5)
SURPRISED	前の提案が意外なものだった (8) / よくわからない, なぜ驚くの? (2)

表 2: 表情ごとによる譲歩量と予想相場

(a) 表情無し

	予想相場		
	上げる	保留	下げる
$D \geq 0$	4 16 %	10 40 %	11 44 %
$D < 0$	10 31 %	17 53 %	5 16 %

(b)HAPPY

	予想相場		
	上げる	保留	下げる
$D \geq 0$	0 0 %	1 13 %	7 88 %
$D < 0$	1 11 %	3 33 %	5 56 %

(c)ANGRY

	予想相場		
	上げる	保留	下げる
$D \geq 0$	2 33 %	1 17 %	3 50 %
$D < 0$	4 67 %	1 17 %	1 17 %

(d)SAD

	予想相場		
	上げる	保留	下げる
$D \geq 0$	4 15 %	9 33 %	14 52 %
$D < 0$	1 8 %	10 77 %	2 15 %

(e)COOL

	予想相場		
	上げる	保留	下げる
$D \geq 0$	2 25 %	5 45 %	4 50 %
$D < 0$	2 14 %	4 36 %	5 36 %

(f)SURPRISED

	予想相場		
	上げる	0	下げる
$D \geq 0$	3 27 %	2 18 %	6 55 %
$D < 0$	0 0 %	3 38 %	5 63 %

では, 上側の点線が買い手の相場, 下側の点線が売り手の相場である. この交渉では, 図のように次第に相場を越えるように譲歩し, 双方の相場の間に入ったところで合意がなされている.

D の値と予想相場の変動の関係を, 予想相場の変動の頻度からまとめたのが表 2 である. また, プレイヤから表情ごとに判断を聞き出してまとめたものが表 3 である.

まず表 2 (a) を見ると, 表情を使わずに価格のみで交渉した場合, 相手の譲歩に応じて, 予想相場が変動していることがわかる. 具体的には, 相手の譲歩が多いときは, 予想相場を下げる傾向にあり, 相手の譲歩が少ないときには予想相場を保持することが多く, また譲歩が多いときに比べ, 予想相場を上げる頻度が 16 % から 31 % まで上がっている. これは, 譲歩が多いときは, 相手に余裕があると判断し予想を下げ, 譲歩が少ないときは余裕がないと判断し予想相場を保留するか上げる, という傾向が出ているものと判断される. これにより, 過去の提案履歴から算出した D の値と, 予想相場に関連があることがわかった.

この結果を基本として, 次に表情別に見る. (b)HAPPY を用いた場合は, 相手の譲歩量が多いときは, 表情無しするときよりも, 予想相場を下げる頻度が 44 % から 88 % へと増えている. さらに, 相手の譲歩量が少ないときも, 表情無しときの 16 % に比べ, 56 % と特に下げる頻度が多くなっている. これは, プレイヤによる判断を示した表 3 における HAPPY の「まだ相手に余裕がある」の証言が多いことから, HAPPY を「まだ余裕を持っているもの」ととらえ, 譲歩が少なくても予想相場を下げる, という傾向が出たものと思われる.

また、(c)ANGRY の場合、相手の譲歩量が大きいときは、表情無しのおときよりも、予想相場を上げる頻度は 16 %から 33 %へ増加し、さらに、相手の譲歩量が小さいおときも、表情無しのおときの 31 %に比べ、67 %と特に下げる頻度が多くなっている。これも ANGRY の証言である「これ以上譲歩してもらえない」ことから、受け取った ANGRY を「もう譲歩できないもの」ととらえ、それに対応するため、相手への予想相場を上げたと言える。

他に顕著なものとして、(d)SAD の場合相手の譲歩量が少ないおときに予想を保留する頻度が 77 %と多くなっていることが挙げられる。これも「相手は底値に近づいている」という証言が多かったことから、SAD を受け取ると、今現在予想価格にかなり近い状態である、と解釈する場合が多いためだと思われる。

なお、(e)COOL、(f)SURPRISED については、相手の譲歩量が大きいおとき、小さいおときによらずに予想相場を下げる傾向がある。これらもプレイヤーの証言から推察すると、COOL の場合は、無表情であることから、まだ余裕があるとも解釈したためと考えられ、SURPRISED については、前の価格が相手を驚かす価格であったため、予想相場を下げたおとらえられる。

以上のことから、表情が相手の予想相場を変えるための情報として用いられたことがわかる。相手の相場を予想し、合意が可能領域を推察することで、自分があとどのくらい利益取れそうか、見積もるための役割を表情を持っていたと考えられる。

5 おわりに

交渉において、擬人化エージェントの表情を用いて価格交渉する実験を実施し、表情の役割を調べた。それにより、交渉の状況の違いによって、二つの役割を持つことが確認された。

一つは、印象としての役割で、心理的な面から合意や決裂の際の意思決定に変化を与えるものである。もう一つは、情報としての役割で、合意の可能領域を絞り込むのに用いられるものである。

また、表情の中で HAPPY と ANGRY については、二つの役割に大きな違いがあると思われる。HAPPY は情報としての役割を持つおとき、HAPPY を受け取った側は、出された提案と予想相場との距離を広げ、合意を遅らせる。だが、印象としての役割を持つおときは、合意を早めるという反対の性質を持つと考えられる。ANGRY は情報としての役割を持つおとき、ANGRY を

受け取った側は、出された提案と予想相場との距離を狭め、双方の合意を早めようとする。一方、印象としての役割を持つおときは、その逆に、合意せずに交渉を継続させる性質を持つと考えられる。

そして、二つの役割は、合意可能な領域に入っているか否かという状況によって変化すると考えられ、HAPPY や ANGRY を状況によって使い分けることで、自分の利益がより多くなるように相手をうまく誘導する、といった戦略も考えられる。

今後は、このような状況に応じて表情の役割を変えろといった戦略について検討していく。また、さらにデータ数を増し、個人差や表情の履歴が交渉に与える影響についても考察することが課題である。

参考文献

- [1] 湯浅，安村，新田，擬人化エージェントを用いた交渉戦略，信学技報，KBSE2000-68，pp. 15-21，(2001)
- [2] Yuasa，Yasumura，Nitta，Negotiation Support System Using Physiological Information，IEEE-SMC2000，(2000)
- [3] O. Hasegawa and K. Sakaue，CG Tool for Constructing Anthropomorphic Interface Agents，Proc. IJCAI-97 WS (W5)，ANIMATED INTER-FACE AGENTS，pp.23-26，Nagoya，(1997-8)
- [4] 中島，交渉力，講談社，pp. 54-56，(2000)
- [5] 小口，湯浅，安村，新田，モノポリーにおける交渉のシミュレーション，SIG-FAI-A003-14，pp. 71-76，(2000)