

## 題目 人間とエージェントの交渉におけるプロファイリングを用いた 交渉戦略

Strategy using profiling for human-agent negotiation

学籍番号 19646029 氏名 松下 昌悟 (Shogo MATSUSHITA)

### 1 はじめに

#### 1.1 研究背景

交渉スキルは友人への頼みごと等の日常的な小規模な問題だけでなく企業の提携，国家間の取引等の大規模な問題を解決する際に必要である．特に，組織的な団体に属する場合は目標を達成するために交渉を行う必要がある場面が多い．しかし，交渉スキルなどの対人能力は大学を卒業した学生であっても不十分であり [1]，交渉スキルの不足により不利益を被ることも多い．交渉スキルを高めるには専門家による指導を受け，体験学習で実践を行う必要があり，受講の費用も高額であるため習得コストが非常に高い．このように交渉スキルを高めるためのコストは非常に高いが，教育ツールとして交渉エージェントを包含したソフトウェアを用いることで習得にかかるコストを劇的に削減することができる．また，専門家による指導は指導者と受講者の時間的制約もあるが，ソフトウェアによる指導の場合は時間的制約も削減することが可能である．交渉はビジネス，衝突解消，AI など複数の分野で研究されているが，前述のように交渉スキルを教育するためのツールなどへ応用が可能であるため，人間とエージェントとの交渉への関心が高まっている [2]．

人間とエージェントが交渉を行う際は感情など人間に特有の心理的要素が交渉結果に影響を与えるが，人間とエージェントの交渉ではこれらの影響を考慮していないモデルが多かった．その要因として，エージェント同士の交渉に用いるエージェントを作成するプラットフォームとして Genius[3] などがある一方で，人間と交渉可能なエージェントを作成するために最適なプラットフォームがないという問題点があった．人間と交渉を行うことができるエージェントを作成するためのプラットフォームである IAGO[4] は感情やメッセージの送信を行うためのチャンネルがあらかじめ用意されており，IAGO が登場してからは，心理的效果を反映したエージェントに関する研究が増えつつある．

その中で，人間をいくつかのタイプに分け，タイプによって戦略を変えるエージェントが良い交渉結果を得ている [5]．しかし，この研究で用いられているエージェントは現在の提案と過去の提案を比較することのみで譲歩するかどうかを決定しており，極端な提案を成されたときに対応が困難，相手の特性を俯瞰的に見極める

ことが困難であるといった問題点がある。

現実で行われている人間同士の交渉では、交渉を円滑に行い信頼関係を築くために相手の表情や仕草など提案内容以外の要素を考慮しながら交渉が行われている。それにも関わらず、人間とエージェントの交渉に関する研究では相手の提案内容のみによって戦略を変更する 경우가ほとんどであるのが現状である。

## 1.2 本研究の目的

本研究では、人間と円滑に交渉を行い、信頼関係を築きながら効用を高められるようなエージェントを提案することを目的とする。具体的には、TKI・ビッグファイブといった人間の特性を測るための指標を使用し、相手の特性に合わせた戦略をとることで、円滑な交渉を実現する。また、提案手法および IAGO のベースラインのエージェントと人間が交渉を行う実験を実施し評価を行うことで、提案手法の有効性を示すことを目的とする。

## 2 関連研究

### 2.1 自動交渉エージェント競技会 (ANAC)

自動交渉エージェント競技会 (Automated Negotiation Agent Competition) は各自が作成したエージェント同士で交渉を行い個人獲得効用や社会的余剰などを競う競技会である [6, 7, 8]。ANAC は毎年開催され、2010 年 (第 1 回) から 2016 年 (第 7 回) までは International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems(AAMAS) と共催で行われた。2017 年からは International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI) と共催で行われ、2020 年 (第 11 回) も IJCAI と共催で行われる予定である。ANAC は以下の 4 点を目的としている。

- 未知の相手に対し、様々な状況で巧みに交渉できる実用的な交渉エージェントの設計を促進する
- 様々な交渉戦略を客観的に評価する指標を提供する
- 様々な学習手法、適応戦略、交渉相手のモデル構築を探索する
- 最先端の交渉エージェントと交渉シナリオを収集し、研究コミュニティに提供する

ANAC では 2016 年までは自動交渉のプラットフォームである Genius を用いて単一のリーグが開催されていた。2017 年からは複数のリーグが開催され、2020 年は Automated Negotiation League, Human-Agent League, Supply Chain Management League, Werewolf Game League, HUMAINE の 5 つのリーグが開催される予定である。

## 2.2 IAGO

IAGO(Interactive Arbitration Guide Online) は ANAC の Human-Agent Negotiation リーグで使用される自動交渉のプラットフォームである [4]。IAGO では提案だけでなく感情やメッセージを送信することができ、現実と近い状況で人間との交渉をシミュレーションすることができる。そのため、人間とエージェントの交渉の研究において IAGO を用いて実験を行う研究が増えつつある。IAGO のインタフェースを図 1 に示す。IAGO では、人間と交渉を行うエージェントおよび交渉のドメインを作成することが可能である。IAGO の特徴として以下の 3 点が挙げられる [9]。

1. WEB 上で動作する
2. API が公開されている
3. 人間同士の交渉で用いられるチャンネルが利用可能

第 1 の特徴により、クライアントはソフトウェアのインストールなどを行うことなくエージェントと交渉を行うことができる。第 2 の特徴により、競技会や研究のためのエージェントおよび交渉ドメインの設計を容易に行うことが可能となる。第 3 の特徴により、エージェントおよびクライアントは感情の表出、メッセージの送信、選好の公開および誘発などを交渉中に行うことが可能となる。これらにより、人間同士の交渉で用いられるチャンネルが交渉結果へ及ぼす影響を研究することおよびこれらのチャンネルを利用した交渉を行うエージェントを作成することが可能となる。

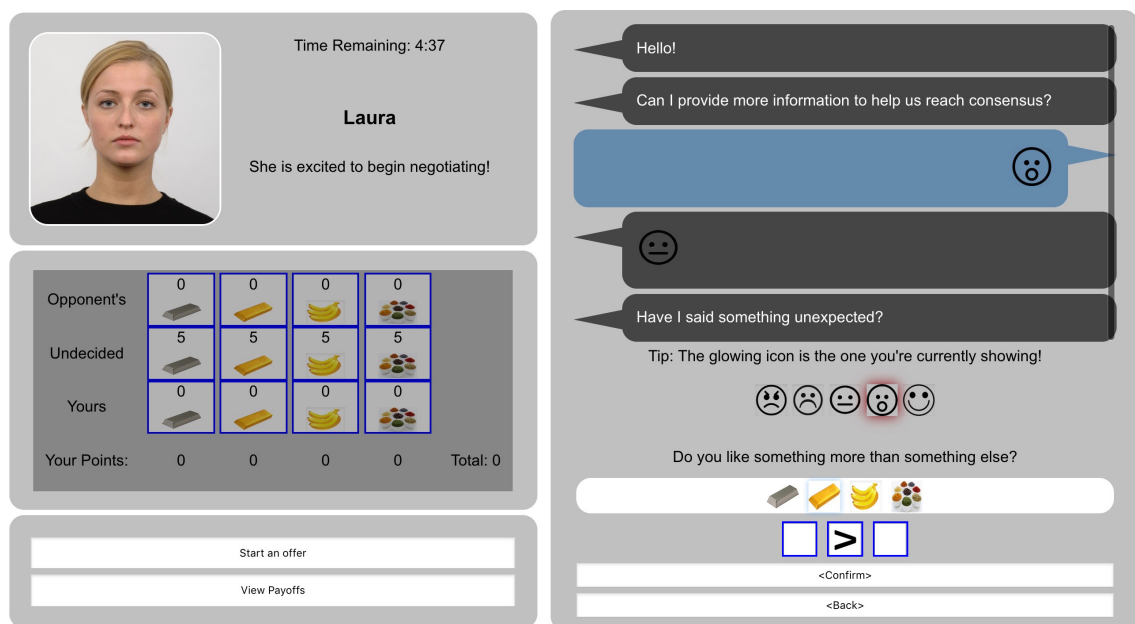


図 1 IAGO のインタフェース

## 2.3 TKI

TKI は対立した状況における個人の行動を評価・分析するための指標である [10]。TKI では積極性 (assertiveness) と協調性 (cooperativeness) の 2 つの軸を用いる。積極性は自分自身の利益や要求を満たそうとする程度を表し、協調性は相手の利益や要求を満たそうとする程度を表す。TKI では積極性と協調性の値によって以下の 5 つのモードに分類される。

### 競争 (Competing)

積極性が高く、協調性が低い人は競争モードに分類される。競争モードは衝突が起こった際、相手を犠牲にして自分の利益を追求する。また、自分の権利に立ち上がり自分が正しいと信じた信念を守るように行動する。

### 共存 (Collaborating)

積極性が高く、協調性も高い人は共存モードに分類される。共存モードは相手と一緒に互いの要求を満たすような解決策を探る。両者の要求を満たすような代替案を探るために問題を深掘りする。

### 妥協 (Compromising)

積極性と協調性が中庸な人は妥協モードに分類される。妥協する際の目標は両者が部分的に満足でき、互いに受け入れることができるような内容のものである。

### 回避 (Avoiding)

積極性が低く、協調性も低い人は回避モードに分類される。回避モードは自分自身または相手の利益をすぐに追求することはない。また、自ら競合に対処することはない。

### 順応 (Accommodating)

積極性が低く、協調性が高い人は順応モードに分類される。順応モードは親身であり、自分の利益を無視する。自己犠牲の精神があり、望まない場合にも相手の命令に従うことがある。

TKI は人間を 5 つのモードのうちどのモードを好んで使用するか見極めるものである。このように人間のパーソナリティをいくつかの大きなグループに分類し、グループごとに特徴的な性格などを列挙するものを類型論と呼ぶ。類型論的なパーソナリティの記述は古代から行われており、人々にとって理解しやすいものが多い一方、中間的なパーソナリティを記述しづらい。

## 2.4 ビッグファイブ・5 因子モデル

ビッグファイブもしくは 5 因子モデルは人間のパーソナリティを 5 つの因子で表現するものである。ビッグファイブおよび 5 因子モデルに至るまでの背景は異なっているが、人間を 5 つの枠組みで捉えるという点では

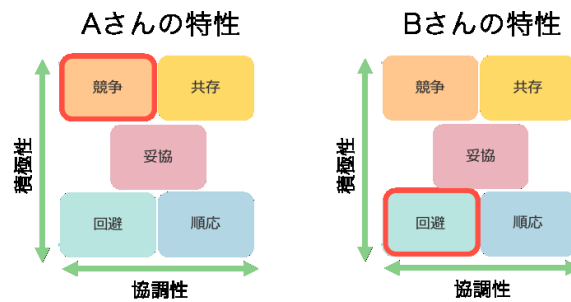


図2 TKIによるパーソナリティの表現

同じである [11]。ビッグファイブ・5 因子モデルで用いられている 5 つの因子は以下の通りである [12, 13]。

#### 神経症傾向 (Neuroticism)

神経症傾向が高い人は感情・情緒が不安定で恐怖などに対する警戒心が強くストレスを感じやすい。また、現状に不満を持つために人より努力する傾向がある。

#### 外向性 (Extraversion)

外向性が高い人は活動的で、報酬や刺激に対する欲求が非常に高い。報酬を求めるあまりにリスクを負いやすいという側面もある。

#### 経験への開放性 (Openness)

経験への開放性が高い人は好奇心が高く、創造性が高い。一方で異常な信念があったり精神病を患う可能性が高い傾向がある。

#### 協調性 (Agreeableness)

協調性が高い人は共感性が高く他者と調和的な社会関係を結ぶことに長けている。しかし、自分の利益やステータスを犠牲にしてまで他者への配慮を優先する場合もある。

#### 誠実性 (Conscientiousness)

誠実性が高い人は自己を律する能力が高く、欲求やそれによる衝動的行動を抑制することが得意である。しかし、自分の計画に固執しすぎて融通が利かないという面がある。

ビッグファイブはこれら 5 つの因子がどのような数値であるか測ることによって人間の性格・特性を表すものであり、このような手法を特性論と呼ぶ。特性論は TKI のような類型論と比較して中間的なパーソナリティを記述しやすいという特徴がある。

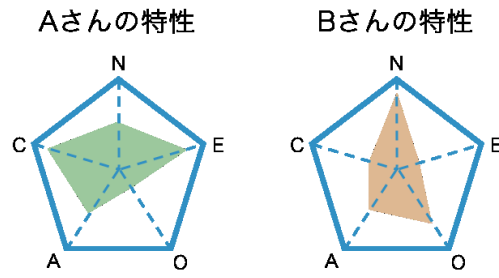


図3 ビッグファイブによるパーソナリティの表現

## 2.5 TKI を用いた人間とエージェントの交渉に関する研究

TKI を用いたエージェントを使って人間との交渉を行った研究がある [5]。この研究では相手に提案を行う際の譲歩関数のパラメータを決定するために TKI を用いている。相手の提案における相手の効用の平均値  $\mu$  で協調性を、効用の分散  $\sigma^2$  で積極性を計算する。前回の平均値よりも  $\mu$  が小さければ協調的、前回の分散よりも  $\sigma^2$  が小さければ積極的とみなす。上述のようにして相手の積極性と協調性を測り、相手が妥協もしくは順応モードであるときに譲歩する。このようなエージェントを作成し、人間との実験を行った。24 人の被験者と交渉を行い、うち 23 人が時間内に合意に至った。また、合意案のほとんどがパレートフロント近辺であった。

## 3 提案手法

相手の性格や特性を推定し、特性に応じて自分の行動を決定することは交渉を含めた日常生活でも頻繁に行われる。前述のように TKI は対立関係に置かれた際の人間の対応方法を分類したものであり、ビッグファイブは 5 つの因子の値によって人間の特性を表したものである。

本研究では、TKI とビッグファイブを用いて相手の特性を推定し、相手の特性によって戦略を変更するエージェントを提案する。エージェントは相手の提案や送信された感情・メッセージなどから TKI とビッグファイブを用いて相手の特性を推定する。TKI は相手の提案から推定を行い、ビッグファイブは提案と相手の行動を総合的に判断して各因子の推定を行う。各因子・カテゴリごとに譲歩速度や行動の頻度などのパラメータを設定しておき、エージェントは相手の特性に応じてこれらのパラメータの値を変更する。

具体的には、TKI では各カテゴリに分類される確率をそれぞれ計算し、確率を重みとしてパラメータごとに加重平均を計算し、その値を最終的なパラメータの値とする。ビッグファイブでは各因子の値をそれぞれ算出し、その値によって各因子ごとにパラメータを計算し、それらを平均したものを最終的なパラメータの値とする。こうして TKI とビッグファイブそれぞれで計算したパラメータの値をさらに平均することによってエージェントの行動を変更する。

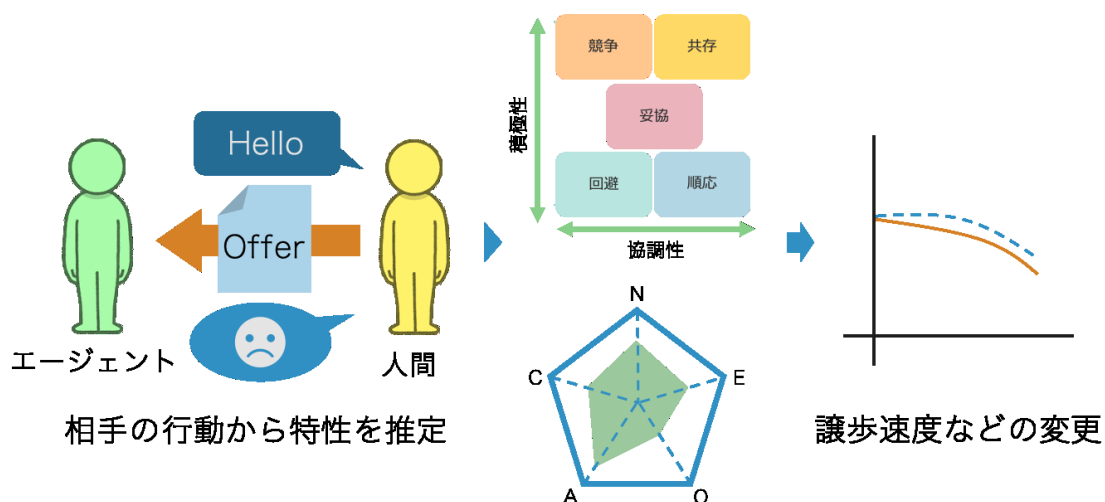


図4 エージェントの概要

## 4 現在の進捗と今後の予定

現在. 実験に用いるためのエージェントの作成と実験の設定や方法の調整を行っている.

今後は10月にエージェントの実装および実験の準備を終え, 11月に実験および実験の評価を行い, 12月から修論の執筆を開始する予定である.

## 参考文献

- [1] R. S. Rubin and E. C. Dierdorff. How Relevant Is the MBA? Assessing the Alignment of Required Curricula and Required Managerial Competencies. In *Academy of Management Learning & Education*, Vol. 8, pp. 208–224, 2009.
- [2] J. Broekens, M. Harbers, W.-P. Brinkman, C. M. Jonker, K. Van den Bosch, and J.-J. Meyer. Virtual Reality Negotiation Training Increases Negotiation Knowledge and Skill. In *12th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pp. 218–230, 2012.
- [3] Raz Lin, Sarit Kraus, Tim Baarslag, Dmytro Tykhonov, Koen Hindriks, and Catholijn M. Jonker. Genius: an Integrated Environment for Supporting the Design of Generic Automated Negotiators. In *Computational Intelligence*, Vol. 30, pp. 48–70, 2014.
- [4] Johnathan Mell and Jonathan Gratch. IAGO: Interactive Arbitration Guide Online (Demonstration). In *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems*, pp. 1510–1512, Singapore, 9–13 May 2016.
- [5] Gaurav Koley and Shrisha Rao. Adaptive human-agent multi-issue bilateral negotiation using the

- thomas-kilman conflict mode instrument. In *2018 IEEE/ACM 22nd International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT)*, Madrid, Spain, October 2018. IEEE.
- [6] Catholijn M. Jonker, Reyhan Aydogan, Tim Baarslag, Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, and Koen V. Hindriks. Automated Negotiating Agents Competition (ANAC). In *Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pp. 5070–5072, San Francisco, California, USA, 4-9 February 2017.
- [7] Reyhan Aydogan, Tim Baarslag, Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Dave de Jonge, Catholijn Jonker, and Johnathan Mell. The Ninth International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2018). <http://web.tuat.ac.jp/~katfuji/ANAC2018/>, 2018.
- [8] Reyhan Aydogan, Tim Baarslag, Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Dave de Jonge, Catholijn Jonker, and Johnathan Mell. The Tenth International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2019). <http://web.tuat.ac.jp/~katfuji/ANAC2019/>, 2019.
- [9] Johnathan Mell and Jonathan Gratch. Grumpy & Pinocchio: Answering Human-Agent Negotiation Questions through Realistic Agent Design. In *Proceedings of the 16th Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, pp. 401–409, São Paulo, 8-12 May 2017.
- [10] Kenneth W. Thomas and Ralph H. Kilman. Thomas-kilman conflict mode instrument. In *TKI Profile and Interpretive Report*, pp. 1–11, 2008.
- [11] 小塩真司, 阿部晋吾, Pino Cutrone. 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み. パーソナリティ研究, 21 巻, pp. 40–52, 2012.
- [12] Daniel Nettle. パーソナリティを科学する. 白楊社, 2009. 竹内和世 訳.
- [13] 小塩真司. はじめて学ぶパーソナリティ心理学-個性をめぐる冒険-. ミネルヴァ書房, 2010.