

心理的効果を用いた人間とエージェントの 繰り返し交渉戦略

Repetitive negotiation strategy of human and agent
using psychological effect

松下 昌悟

Shogo MATSUSHITA

(2017 年度入学, 17268508)



指導教員 藤田 桂英 准教授

東京農工大学 工学部 情報工学科

2018 年度卒業論文

(平成 30 年 1 月 31 日提出)

題目 心理的效果を用いた人間とエージェントの繰り返し交渉戦略

Repetitive negotiation strategy of human and agent
using psychological effect

学籍番号 17268508 氏名 松下 昌悟 (Shogo MATSUSHITA)

提出日 平成 30 年 1 月 31 日

交渉スキルは友人への頼みごと等の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．しかし，交渉スキルを高めるには専門家による指導を受け，実践する必要があるため習得コストが非常に高い．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，近年では交渉スキルの教育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．

人間とエージェントとの交渉では感情表現が及ぼす効果や，単一の交渉において効果のある戦略等が研究されている．一方で，繰り返し行われる交渉に対応できる戦略が少ないのが現状である．

そこで本論文では，繰り返し行われる交渉に対する戦略として，人間の心理的效果を利用した交渉術である段階的要請法と譲歩的要請法を組み合わせた手法を提案する．提案手法では，1 回の交渉内では時間が経過するごとに提案を受諾する水準を変化させ，同時に相手との交渉回数が増加するごとに水準を変化させる．2 つの水準の変化に対して段階的要請法，譲歩的要請法，水準を変化させない方法の 3 種類からそれぞれ 1 つずつ適用し，これらを組み合わせた 8 種類の戦略を提案し，IAGO のサンプルエージェントと比較を行う．評価実験を行う前に予備実験を実施し，8 種類の戦略を適用したエージェントと予備実験用のエージェントでそれぞれ交渉を行い，段階的要請法と譲歩的要請法に用いるパラメータを決定した．

さらに，決定したパラメータを用いて 9 人の被験者に対してエージェントと交渉する実験を行った．評価実験において，8 種類の戦略のうち 4 種が IAGO のサンプルエージェントよりも高い効用を得ることを示した．また，エージェントと人間が得られた効用の差を比較すると 8 種類の戦略すべてが IAGO のサンプルエージェントより高いことを示した．

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	本研究の目的	1
1.3	本論文の構成	1
第2章	関連研究	2
2.1	自動交渉エージェント競技会 (ANAC)	2
2.1.1	ANAC	2
2.1.2	IAGO	2
第3章	繰り返し交渉戦略の提案	4
3.1	段階的要請法 (Foot-in-the-Door technique)	4
3.2	譲歩的要請法 (Door-in-the-Face technique)	5
3.3	段階的要請法と譲歩的要請法を組み合わせた交渉戦略の提案	5
第4章	予備実験	8
4.1	目的と概要	8
4.2	実験設定	8
4.3	実験結果と考察	9
4.3.1	パラメータ α の実験結果と考察	9
4.3.2	パラメータ β の実験結果と考察	9
第5章	評価実験	10
5.1	実験設定	10
5.1.1	実験で使ったドメイン	10
5.1.2	パラメータ設定	10
5.2	実験結果と考察	10

5.2.1	パラメータ α の実験結果と考察	10
5.2.2	パラメータ β の実験結果と考察	10
第 6 章	おわりに	11
6.1	まとめ	11
6.2	今後の課題	11

目 次

2.1	IAGO のインタフェース	3
3.1	段階的要請法の概要	4
3.2	譲歩的要請法の概要	5
3.3	提案手法の概要	6

表 目 次

3.1 戦略の組み合わせ	7
4.1 予備実験で用いるドメイン	8
4.2 予備実験で用いるパラメータ	8
4.3 各論点の価値	9

第1章 はじめに

1.1 背景

交渉スキルは友人への頼みごと等の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．しかし，交渉スキルを高めるには専門家による指導を受け，実践する必要があるため習得コストが非常に高い．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，近年では交渉スキルの教育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．

人間とエージェントとの交渉では感情表現が及ぼす効果や，単一の交渉において効果のある戦略等が研究されている．一方で，繰り返し行われる交渉に対応できる戦略が少ないのが現状である．

1.2 本研究の目的

本研究では，人間の心理的効果を利用した交渉術である段階的要請法および譲歩的要請法に着目し，これらの手法を人間とエージェントの自動交渉に用いることで，繰り返し交渉で有効な戦略を提案する．

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による交渉を行う実験を実施し，提案手法の有効性を評価することを目的とする．

1.3 本論文の構成

以下に本論文の構成を述べる．第2章では，関連研究として，自動交渉エージェント競技会の概要と IAGO の概要について述べる．第3章では，提案手法の詳細として，段階的要請法および譲歩的要請法とこれらを組み合わせた繰り返し戦略について述べる．第4章では繰り返し戦略に用いるパラメータを決定する予備実験の結果について述べる．その後，第5章では評価実験についての結果と考察を示す．最後に，第6章では本研究のまとめと今後の課題を示す．

第2章 関連研究

2.1 自動交渉エージェント競技会 (ANAC)

2.1.1 ANAC

自動交渉エージェント競技会 (Automated Negotiation Agent Competition)[1]

2.1.2 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。IAGO のインタフェースを図 2.1 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 [2].

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、エージェントと交渉を行うクライアントは WEB ブラウザ上で交渉を行うことが可能である。したがって、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交渉を開始することができる。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。これにより、人間同士の交渉で用いられるチャンネルによる交渉結果への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容易となる。

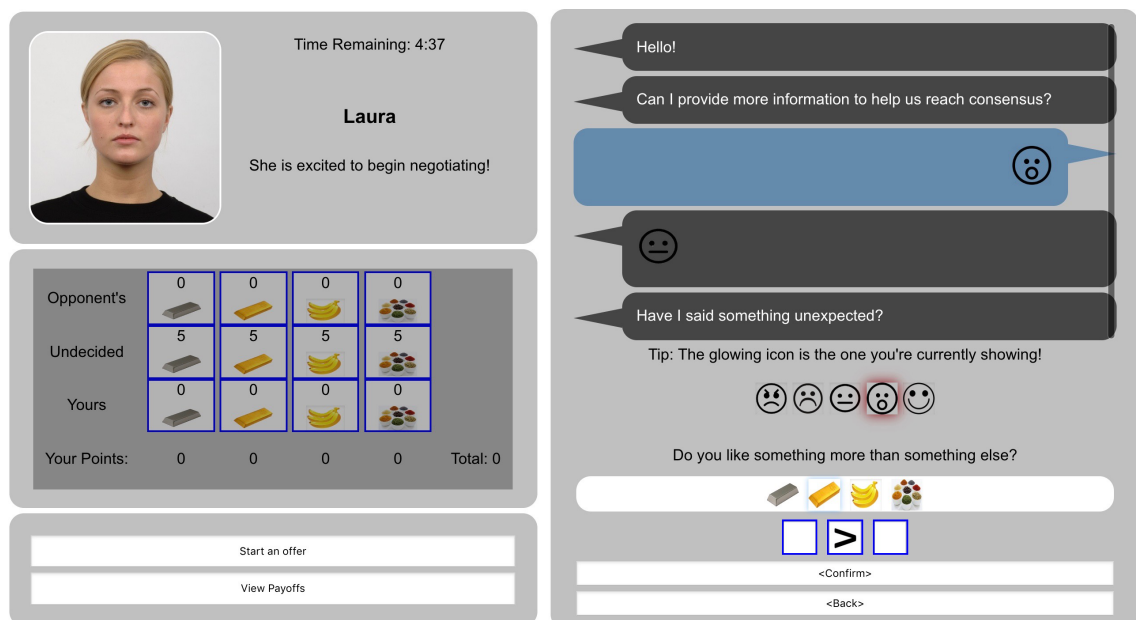


図 2.1: IAGO のインタフェース

第3章 繰り返し交渉戦略の提案

3.1 段階的要請法 (Foot-in-the-Door technique)

段階的要請法は交渉の際に用いられる心理的手法である。段階的要請法の概要を図 3.1 に示す。段階的要請法では、最初に相手に対して小さい要求を行い、徐々に要求を上げていく手法である。この手法は自分の行動を一貫したものにしたいという人間の一貫性の原理を利用した交渉術である。

図 3.1 では売り手は買い手に対して話を聞いてもらうという小さな要求を行い、次にこの要求を承諾した買い手に対して商品を購入してもらうという大きな要求を行なっている。このように、段階的要請法では事前に小さな要求を相手に承諾させることで真の要求を相手に拒否させづらくさせることが可能である。

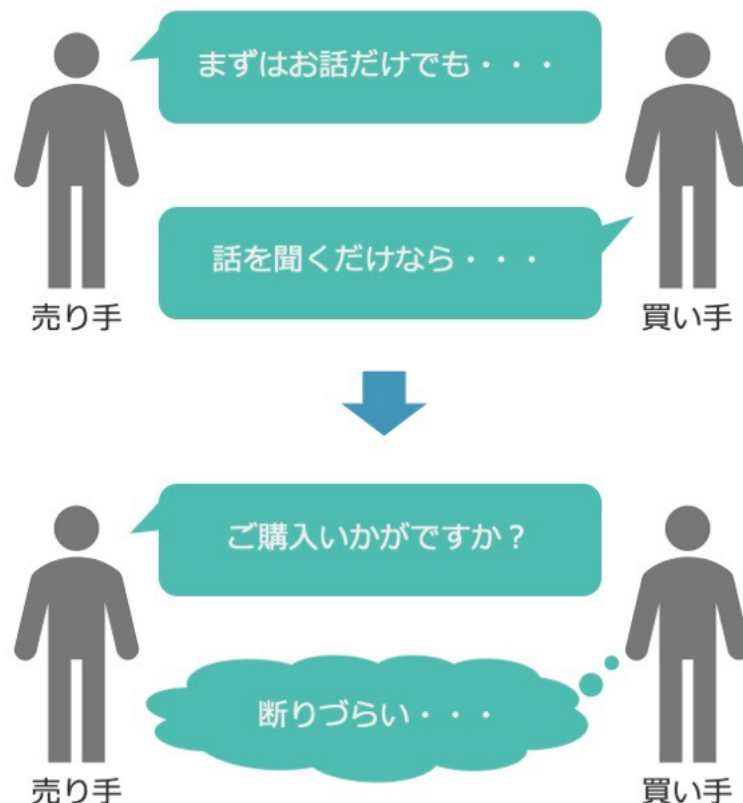


図 3.1: 段階的要請法の概要

3.2 譲歩的要請法 (Door-in-the-Face technique)

譲歩的要請法は交渉の際に用いられる心理的手法である。譲歩的要請法の概要を図 3.2 に示す。譲歩的要請法では、段階的要請法とは対照的に最初に相手に対して大きい要求を行い、徐々に要求を下げていく手法である。この手法は相手が譲歩してきたため自分も譲歩した方が良いという人間の返報性の原理を利用した交渉術である。

図 3.2 では売り手は買い手に対して 3 万円で商品を買ってもらおうという大きな要求を行い、次にこの要求を拒否した買い手に対して商品を値下げし 2 万円で商品を買ってもらおうという小さな要求を行なっている。このように、譲歩的要請法では事前に大きな要求を行い、相手に要求を拒否させることで真の要求を相手に拒否させづらくさせることが可能である。

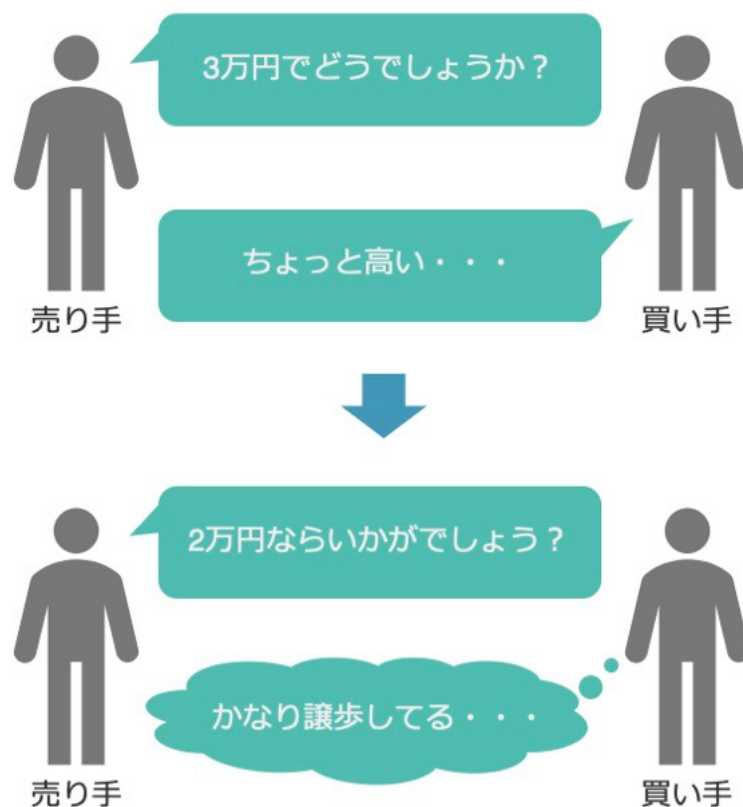


図 3.2: 譲歩的要請法の概要

3.3 段階的要請法と譲歩的要請法を組み合わせた交渉戦略の提案

本稿では、先述した段階的要請法と譲歩的要請法を組み合わせることで繰り返し交渉に対応した戦略を提案する。提案手法の概要を図 3.3 に示す。

提案手法では相手の提案を受諾する水準を変化させる．1回の交渉ごとでは，時間経過に伴って水準を変化させる．すなわち，図 3.3 のように交渉開始時の水準が L であった場合，時間経過によって水準を $L \pm \alpha$ に変化させる．以下，この水準を内側の水準と記述する．また，同時に交渉回数の増加に伴って水準を変化させる．すなわち，図 3.3 のように1回目の交渉開始時の水準が L であった場合，2回目の交渉開始時の水準を $L \pm \beta$ に変化させる．以下，この水準外側の水準と記述する．

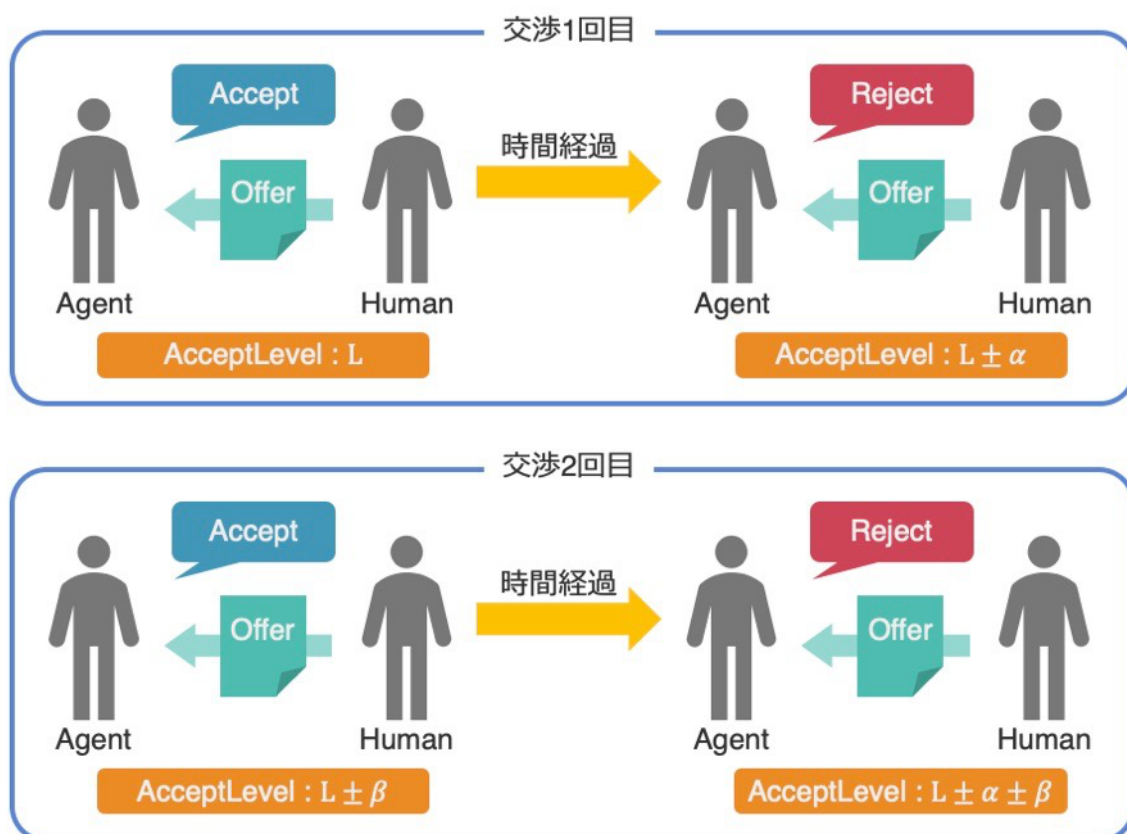


図 3.3: 提案手法の概要

提案手法では，これら2種類の水準の変化を組み合わせることで，繰り返し交渉に対応する．水準の変化にそれぞれ段階的要請法，譲歩的要請法，水準を変化させない方法の3種類を適用した9種類の戦略を用意する．戦略の組み合わせと対応する戦略名を表 3.1 に示す．表 3.1 の9種の戦略の内，内側および外側の戦略がどちらも変化しない NotNot はベースラインとして使用し，NotNot を除外した8種類の戦略を提案手法とし，第4章の予備実験および第5章の評価実験を行う．

表 3.1: 戦略の組み合わせ

戦略名	内側の戦略	外側の戦略	α の値	β の値
NotNot	なし	なし	0	0
NotFoot		段階的要請法		> 0
NotDoor		譲歩的要請法		< 0
FootNot	段階的要請法	なし	> 0	0
FootFoot		段階的要請法		> 0
FootDoor		譲歩的要請法		< 0
DoorNot	譲歩的要請法	なし	< 0	0
DoorFoot		段階的要請法		> 0
DoorDoor		譲歩的要請法		< 0

第4章 予備実験

4.1 目的と概要

提案手法に用いる各種パラメータを決定することを目的としてエージェント同士での交渉を行う実験を行う。具体的には提案手法の戦略を適用した8つのエージェントと予備実験用の戦略を適用したエージェントでそれぞれ交渉を行う。本実験では、提案手法の戦略を適用したエージェントの獲得効用が高いほど良いパラメータであると評価する。

4.2 実験設定

本実験では、各論点が0～5の計6つの水準を有する、4つの論点について交渉を行う。

本実験で用いるドメインの詳細およびパラメータを表4.1、表4.2にそれぞれ示す。

表 4.1: 予備実験で用いるドメイン

論点数	各論点の水準数	繰り返し回数	BATNA
4	6	5	4

表 4.2: 予備実験で用いるパラメータ

α の初期値	α の増分	β の初期値	β の増分	β の更新回数
0.0 ～ 8.0	0.5 ～ 4.0	0.0 ～ 8.0	0.5 ～ 4.0	1 ～ 10

本実験では表4.1に示したように、1セット5回の交渉を行う。各論点の価値は1セットごとにランダムに変化させる。各論点の価値は1～4の間の値で重複はない。また、提案手法のエージェントにとって価値が一番高いものは予備実験用のエージェントにとって一番価値が低いといったように、一方にとって価値が高いものはもう一方にとって価値が低くなるように設定する。各論点の価値の例を表4.3に示す。論点1を例にとると、提案手法のエージェントにとっての価値は4であり、一番価値がある論点となる。対して予備実験用のエージェントにとっての価値は1であり、一番価値がない論点となる。

表 4.3: 各論点の価値

	論点 1 の価値	論点 2 の価値	論点 3 の価値	論点 4 の価値
提案手法のエージェント	4	2	3	1
予備実験用エージェント	1	3	2	4

4.3 実験結果と考察

4.3.1 パラメータ α の実験結果と考察

4.3.2 パラメータ β の実験結果と考察

第5章 評価実験

5.1 実験設定

5.1.1 実験で使⽤したドメイン

5.1.2 パラメータ設定

5.2 実験結果と考察

5.2.1 パラメータ α の実験結果と考察

5.2.2 パラメータ β の実験結果と考察

第6章 おわりに

6.1 まとめ

6.2 今後の課題

謝辞

本論文を執筆するにあたり，多数の方々からご指導・ご協力いただきましたことを，心より御礼申し上げます．

指導教員である藤田桂英准教授には，研究の機会を与えていただき，研究の方針に関する助言や発表練習等の多大なるご指導や助言をいただきましたことを深く感謝いたします．

研究に関する知識のご教示に加えて，本実験の準備を行うにあたって WEB サーバを構築する際にお力添えいただいた松根鷹生様に深く感謝申し上げます．また，藤田桂英研究室の皆様には研究に必要な知識や意見等をいただいたことを心より感謝いたします．

本実験を行うにあたってお忙しい中ご協力いただいた同期の編入生の方々，および安井貴規様がいなければ本論文は完成に至りませんでした．心より御礼申し上げます．

最後に，様々な面で私を支えていただいた家族に，心より感謝いたします．ありがとうございました．

参考文献

- [1] Johnathan Mell and Jonathan Gratch. IAGO: Interactive Arbitration Guide Online (Demonstration). In *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents Multiagent Systems*, Singapore, 9-13 May 2016.
- [2] 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*, So Paulo, Brazil, 8-12 May 2017.