

ベイズ推定の事前分布による ポケモン Non Player Character の熟慮性 - 衝動性の表現

Expression of Reflection-Impulsivity for Pokémon Non Player Character by Prior Information in Bayesian Estimation

土坂 恭斗 尾関 基行 岡 夏樹
TSUCHISAKA Yasuto OZEKI Motoyuki OKA Natsuki

京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology

Pokémon is one of the most famous video games, which has more than 3.1 million players around the world. The interesting part of this game is to guess invisible information and the character of the opponent. However, Non Player Character (NPC) of this game is not a good alternative opponent to human players because the existing NPC does not have variety of characteristics. In this paper, we propose a novel method to represent reflection - impulsivity characteristics of NPC by differences of the first stage prior distribution in Bayesian estimation used for decision-making of the NPC. In the experimental, we ask human players to take on three types of the proposed NPC and to answer the impression of those NPCs. As the result, the players feel different impressions from the three types of NPCs although they cannot identify the three types of the character (reflection - intermediate - impulsivity).

1. はじめに

ポケットモンスター[®] (ポケモン) は、世界一売れたロールプレイングゲーム (RPG) のシリーズであり (2008 年時点で全世界で 1 億 9 千万本の売り上げ), 世界大会も開かれるなど, 非常に人気のあるゲームである. ポケモンは RPG 要素とポケモンを集めるコレクション要素, ポケモン同士を対戦させる対戦要素からなるが, 近年インターネットを用いた遠隔地のプレイヤーと対戦する機能が用意され, 対戦要素が占める割合が大きくなってきた.

対戦ゲームの特徴として, 対戦中に全ての情報が観測可能ではない不完全情報ゲームであることが挙げられる. たとえば, 同じ名前のポケモンであっても, プレイヤーごとにポケモンのパラメータ配分^{*1} や技, 持ち物, 特性が異なるなど, 1 つの局面において考えられる状態数は非常に大きい. そのため, プレイヤーは観測可能な情報のみを元に対戦相手のポケモンの情報を推測しながら行動決定を行う.

また, 各プレイヤーの決定した行動の内容は同じタイミングで反映される (お互いに公開される) ため, ポケモンは同時進行ゲームに分類される. 対戦相手の次の行動が双方ともにわからないため, プレイヤーは対戦相手の行動を予想して自分の行動を決定する必要がある. 前述のとおりポケモンは不完全情報ゲームでもあり, 情報の推測の仕方は人それぞれで異なるため, 対戦相手の性格等も同時に推測する必要がある.

以上のことから, ポケモンの対戦では相手との高度な駆け引きを生じる. 特にはったりを仕掛けて不利な局面を打開したり, 選択を誤れば戦況が大きく悪くなる選択を対戦相手に強い局面を作り出したりなど, 駆け引きの要素はポケモンの対戦を楽しむうえで重要な役割を果たしている. この不完全情報同時進行ゲームと同様の駆け引きややりとりは, 我々の日常でも常に生じている. ポケモンの対戦ゲームは状態数が適度に制

約された不完全情報同時進行ゲームであり, 人とコミュニケーションするロボットなどへも応用できるよいテストベッドになると考えられる.

ポケモンの初心者は, その対戦の基本を Non Player Character (NPC) との対戦によって得る. しかし, 現在提供されている NPC は思考が単純すぎるため, 人間同士の対戦のような駆け引きを生じず, 人間のプレイヤーとの対戦を想定した練習相手として不足である.

ポケモン以外の不完全情報ゲームに対しては, ゲームに勝つための最良の戦略を獲得する既存研究は提案されている [藤田 2005][藤井 2009]. しかし, NPC に常に最良の戦略を選択されてしまうと, 初心者は太刀打ちできず諦めてしまったり, 思考傾向に対応できてしまうため, 人間を相手にするときの駆け引きを含んだ練習にはならない.

本研究では, 駆け引きの生じる NPC の実現を目指して, NPC に熟慮性・衝動性に関する性格を与え, 本手法によって実現される NPC は, その性格に応じて対戦相手の情報や対戦相手の推測内容の推定の仕方 (程度) が異なるため, 人のプレイヤーは相手 (NPC) の性格も推定する必要が出てくる. 評価実験では, (相手が NPC と知らず) NPC と対戦したプレイヤーが NPC の性格の違いを感じるか, また相手を人間と感じたかをアンケート調査によって調べた.

2. 認知的熟慮性-衝動性

本研究で扱うポケモン対戦ルールでは, 各プレイヤーは同じ名前のポケモンが重複しない 3 匹以上 6 匹以下のチームを編成し, 対戦開始時にお互いに相手チームのポケモンを確認する. その後, 各プレイヤーは自身のチームから最初に場に出す^{*2} ポケモン 1 匹と, 控えの 2 匹を選択する. この 3 匹のポケモンは相手には知られない. 対戦が開始されると, 場に出ているポケモンが持つ 1 ~ 4 個の技のいずれを繰り出すか, もしくは, 控えのどのポケモンと交代するかを各ターンの最初に選択する. 両プレイヤーの行動の選択が終わるとゲームが進行し, 両プレイヤーの選択した行動の結果が反映される. ポケモンが倒され

連絡先: 〒 606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1

京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 情報工学専攻
インタラクティブ知能研究室, tsuchisaka@ii.is.kit.ac.jp

*1 HP, こうげき, ぼうぎょ, とくこう, とくぼう, すばやさの数値を決められた範囲で任意に増減ができる.

*2 “場”に出ているポケモン 1 匹のみが戦える.

た場合は控えのポケモンを選択して場に出し、次のターンを開始する。これを繰り返して、先に3匹のポケモンを倒されたほうが負けとなる。

対戦の中で推測すべき情報は、相手が対戦に使用するポケモン(6匹中どの3匹を選ぶか)、ターンの相手の行動である。これらの情報を推測するにあたって、ポケモンの技等に関する知識や戦略の典型パターンに関する知識はもちろん、相手の性格を見抜くことも重要である。ここで我々が注目したのは、対戦相手がはたりに引っかかりやすいタイプか、情勢を慎重に判断するタイプかである。本研究では、これを Kagan が提唱した認知スタイルの概念である認知的熟慮性-衝動性 (Kagan, Roseman, Day, Albert & Phillips, 1964) に当てはめ、このような性格の違いを持った NPC を実現することを考えた。

図1に、実際の人同士の対戦において認知的熟慮性-衝動性がどのような影響を持つのか、ポケモン対戦の経験が豊富なプレイヤーを対象に認知的熟慮性-衝動性尺度 (滝開・坂元, 1991) [堀 2001] を用いた調査を示す。各プレイヤーには、対戦相手のポケモンが持っている可能性のある技について、対戦相手のポケモンが実際に持っていると思われる度合いを10段階(持っていると思うほど大きい)で回答を集めた。図1の横軸はアンケートで得た各プレイヤーの認知的熟慮性-衝動性尺度を示し、縦軸はプレイヤーの思い込みの強さとして求めた外れ値の偏差値を示す。外れ値は各技についての持っていると思われる度合いの回答において最も回答の平均値との差が大きい値である。外れ値の偏差値は、少数の特定の技に高い値、それ以外の多数の技に低い値を回答した(相手の技の候補を少数に絞り、それ以外の技は考慮しなかった)場合に高くなり、逆にいずれの技も同じような値を回答した(いずれの技も同等に考慮した)場合に低くなる。衝動型であるほど偏差値が高くなる様子が見られ、プレイヤーがポケモンが持っていると考えられる技を少数に絞り込むことが示唆される。この結果より、相手の認知的熟慮性-衝動性に関する相手の性格が推測時に重要となる要素の一つであり、NPC に与えるべき性格と考えた。

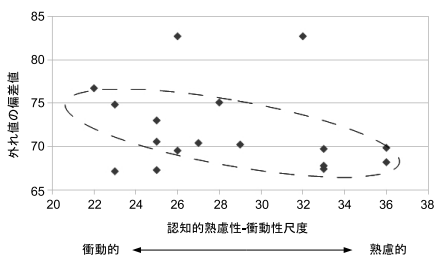


図1: 認知的熟慮性-衝動性尺度と思考の傾向

3. 提案手法

3.1 ベイズ推定

ポケモンの対戦では、ゲーム中に観測できる部分的な情報から残りの観測できない情報を推測する必要がある。ゲームが進むたびに部分的に情報を観測できるため、最新の情報だけ更新することで、元の分布に基づいた結果を求められるベイズ推定を用いた。各ポケモンごとによく使用されるパラメータ配分、技、持ち物、特性の組み合わせを「型」とした。「型」内の各種の情報はそれぞれ関連があると考えられる(図2)。対戦中に観測できる、対戦相手のポケモンの一部の情報に關

連がある「型」を観測したこととした。1匹のポケモンに対して「型」は複数存在するため、分布は多項分布である。対戦相手が使用するポケモンがどのような組み合わせの「型」であるかの推定結果を、対戦中に得られる情報を用いて更新した。また、事前分布の与え方によって事後分布の変化の仕方が変わるため、事前分布の与え方によって熟慮性-衝動性を表現した(図3)。

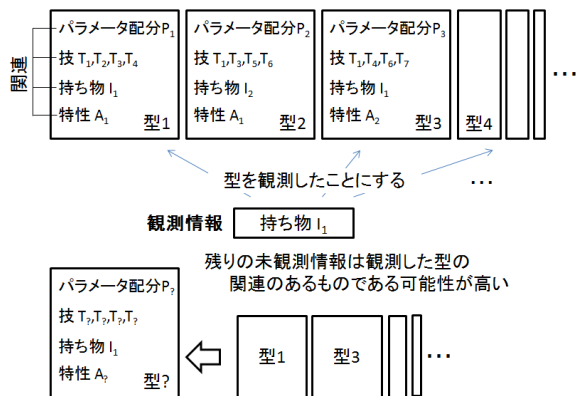


図2: 「型」の観測

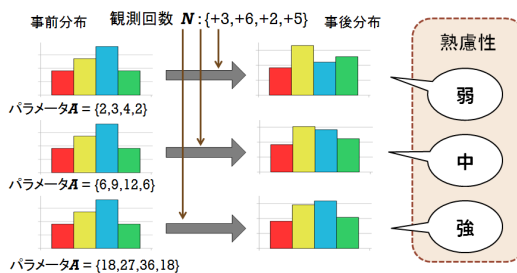


図3: 事前分布による違い

3.2 行動決定

本手法では、対戦相手(人間)のモデル化と対戦相手から見た自分(NPC)のモデル化を行う。それぞれ“対戦相手モデル”, “NPCモデル”と呼ぶこととする。NPCの行動プロセスは、対戦情報、状態評価関数、行動評価関数、情報更新の四つの部分から構成される(図4)。

1. 対戦情報

対戦中に扱う情報は、更に以下の四つの部分から構成される。対戦情報は、対戦相手が予想するこちら(NPC)の行動の推測、対戦相手の行動の推測、こちらの行動決定を行うときの行動評価関数と状態評価関数で使われる。

自分の情報 I_N (観測できる情報)

NPCが使用するポケモンの情報であり、NPCの使用するポケモンの情報を登録した my pokemon データベースから情報を取得する。

対戦相手モデルの情報 I_H (推測すべき情報)

NPCが予想する対戦相手のポケモンの情報であり、対戦相手が使用するポケモンの情報を、一般に使用

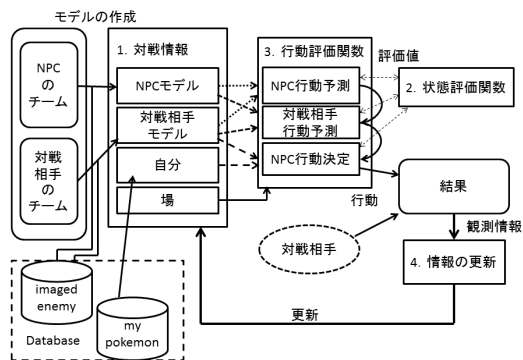


図 4: 構成

されるパラメータ, 特性, 持ち物, 技の複数の組み合わせが登録された imaged enemy データベースから取得する。

NPC モデルの情報 $I_{H \rightarrow N}$ (推測すべき情報)

対戦相手が推測しているだろうこちら (NPC) のポケモンの情報であり, NPC が使用するポケモンの情報を imaged enemy データベースから取得する。

場の情報 I_F (観測できる情報)

対戦中に各プレイヤーのポケモンの特性, 技によって変化する場の情報であり, 両プレイヤーとも観測可能である。

2. 状態評価関数

状態評価関数 $V(S)$ は, 行動決定関数で用いる。対戦を行う 2 人のプレイヤーのうち, 片方のプレイヤーをプレイヤー 1 とし, プレイヤ 1 の対戦相手をプレイヤー 2 とする。状態評価関数は, プレイヤ 1 にとってのゲーム中のある局面の状態 S の価値を出力する。プレイヤー 2 の選出したと考えられるポケモン m_{2j} に対するプレイヤー 1 の選出した (選出したと考えられる) ポケモン m_{1i} の戦略的価値 t_{ij} を総当たりで調べ, プレイヤ 1 のポケモン m_{1i} に対するプレイヤー 2 の各ポケモンの戦略的価値の平均をプレイヤー 1 のポケモン m_{1i} の価値とし, 各ポケモンの価値を状況 S の価値とする。戦略的価値はプレイヤー 1, プレイヤ 2 の各ポケモンの残り「HP」, 状態異常等などゲーム中におけるステータスの変化を考慮したうえで決定する。

3. 行動評価関数

行動評価関数 $C(c_{1i}, c_2)$ は, ゲーム中のある局面における行動を予想もしくは決定されるプレイヤー 1 の行動 c_{1i} の価値を出力する (c_2 はプレイヤー 1 の対戦相手であるプレイヤー 2 の行動の候補の集合)。プレイヤー 1 が行動 c_{1i} , プレイヤ 2 が行動の候補の 1 つである c_{2j} を選択した場合の次のターンの状態 $S(c_{1i}, c_{2j})$ を生成し, 状態評価関数 $V(S(c_{1i}, c_{2j}))$ を用いて評価する。行動の予想および決定は, NPC モデルの行動予測, 対戦相手モデルの行動予測, NPC の行動決定の順に行う。

4. 情報の更新

観測した対戦相手の情報, もしくは対戦相手が観測した NPC の情報から対戦相手モデルの情報, もしくは NPC モデルの情報をベイズ推定を用いて更新する。観測され

た情報と関連のある「型」の観測回数 n_i を更新し, 式 1 で型の確率 u_i を求める。

$$u_i = \frac{n_i + a_i}{N + A} \tag{1}$$

a_i は事前分布のパラメータであり, $N = \sum n_i$, $A = \sum a_i$ である。

情報の更新は観測した情報 1 つにつき 1 回行う。

4. 実験

4.1 目的と方法

本実験では, NPC に設定した性格の違いをプレイヤーが認識するか, 人間と対戦していると感じるかを実験的に調べることを目的とした。ポケモンの対戦にある程度熟練している (ポケモンのパラメータの存在を認知している) プレイヤ 12 名を実験協力者とした。実験協力者には, 対戦相手は人間またはコンピュータであり, 対戦相手は毎回ランダムで決定されると教示した。また, 行動の決定に掛かる時間は, 人間とコンピュータで差が付かないよう, 一定時間が経過してから行うこと教示した。実際には熟慮性を「弱」, 「中」, 「強」として設定した事前分布を入れ替えた NPC との対戦を 3 回行った。

実験協力者には NPC の使用するポケモンの情報を覚えさせないため, NPC 側は対戦で使用するチームを毎回変更し, 実験協力者側は同じ種類のポケモンで交際したチームを使用してもらった。

各対戦ごとに, 対戦相手の印象に関するアンケート (図 5) を行った。アンケートでは, 人間らしさに関する質問と, 熟慮性に関する質問の回答を集めた。いずれの質問も 4 件法で回答を集めた。

熟慮性に関する質問		
相手は自身の次の行動を時間をかけて慎重に決定している		
相手は物事を深く考える (用心深い) ほうだ		
相手はこちらのポケモンの努力値構成や技構成をじっくり判断している		
相手はこちらの次の行動が何であるかをよく考えて予想している		
そう思う	4・3・2・1	そう思わない
人間らしさに関する質問		
相手は人間とコンピュータのどちらであったか		
コンピュータである	4・3・2・1	人間である

図 5: アンケート

4.2 結果と考察

アンケートの回答の平均値を図 6 に示す。人間らしさに関する質問では, 熟慮性が「中」, 「強」のとき人間らしいという印象が多かった。

熟慮性に関する質問の回答の平均値では, いずれの熟慮性の設定においても明確な差が現れず, NPC の熟慮性を低く設定するほど衝動的であり, NPC の熟慮性を高く設定するほど熟慮的であるという印象は得られなかった。

しかし, 質問の回答を実験協力者ごとに見ると, NPC の熟慮性を低く設定するほど衝動的で, NPC の熟慮性を高く設定

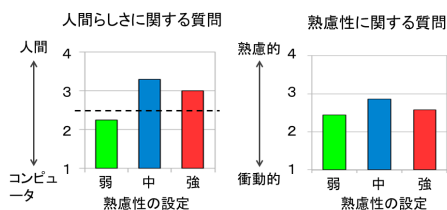


図 6: 回答の平均値

するほど熟慮的であるという印象が得られた場合と、NPC の熟慮性を低く設定するほど熟慮的で、NPC の熟慮性を高く設定するほど衝動的であるという印象が得られた場合とにそれぞれ二分された (図 7)。

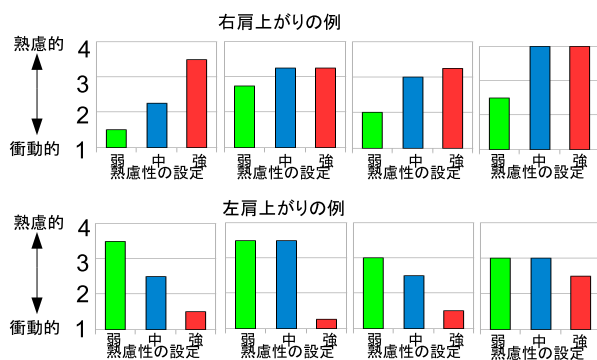


図 7: 実験協力者ごとのグラフ

表 1: 印象の理由と内訳

理由	熟慮的	衝動的
行動の選択が人間のようなと思ったため	2	0
行動の選択が不適切だったため	0	5
行動の選択が安易であったため	2	2
こちらの思考を読まれたと感じたため	3	0
行動の選択に時間をかけすぎたため	1	1
その他 (NPC とは別の要因)	0	2
理由	人間派	COM 派
行動の選択が人間のようなと思ったため	2	0
行動の選択が不適切だったため	0	5
行動の選択が安易であったため	1	3
こちらの思考を読まれたと感じたため	3	0
行動の選択に時間をかけすぎたため	0	2
その他 (NPC とは別の要因)	0	2

一部の実験協力者 6 名から別途集めた、印象の理由を表 1 に示す。NPC の選択した行動が不適切であったとき、衝動的であると評価され、コンピュータであると判断されている。NPC に設定した熟慮性が高いほど、対戦相手のポケモンの考えられる「型」の候補複数の結果を考慮しながら行動を決定する。一方で、衝動性が高いほど、可能性が最も高い「型」についての結果のみを重視する。そのため、衝動性が高いほど「型」の推測結果が実際と異なるときの行動の間違いが目立ちやすくと考えられる。特に、不適切な行動が現状の NPC と類似するためにコンピュータであると判断されやすかったと考えられる。

また、実験協力者に行動選択までの時間は一定であると教示したにも関わらず、特定の行動が有効であることが明確である特定の局面において、行動選択に時間が掛かっていたという理由でコンピュータであると判断された場合もあった。

不適切な行動を行ったときと衝動的に行動を決定する事前分布を設定したとき以外では、コンピュータだと判断されることも少なく、「対戦相手は絶対に人間だと思っていた」といった実験後の感想も複数得られた。また、NPC の熟慮性が「弱」以外に設定したときに、「駆け引きを感じた」という感想が多く得られた。結果から、事前分布によって与えた NPC の性格特性をプレイヤーが断定することまでは困難であるが、プレイヤーに与える印象には違いが表れることから、本手法による NPC が様々な人間を相手にすることを再現し、対戦に駆け引きを生む可能性が示唆された。

5. まとめ

本研究では、駆け引きの生じる NPC の実現を目指すために、NPC に観測できない情報の内容を熟慮的もしくは衝動的に判断するかを性格をベイズ推定の事前分布の違いによって表現した。そして、性格に基づいて対戦相手の情報、対戦相手の考えの推定および対戦相手の行動の予測と行動決定を行った。さらに実験では、NPC と対戦したプレイヤーが NPC の性格の違いを感じるかを調べた。本実験により、事前分布の違いで与えた性格特性の違いを、対戦相手となった人間のプレイヤーが認識できることがわかった。また、NPC の行動決定において用いた戦略的価値は恣意的な値であったが、NPC の思考方法として人間のプレイヤーを模倣したモデルを用いることによって、プレイヤーが思考を読まれたと感じたり、人間らしいと感じるプレイを実現できる可能性が示唆された。

今後の課題として、駆け引きを感じる要因が性格特性の変更によるものなのか、行動決定の方法によるものなのかを検証する必要があると考える。対戦相手が人間であるとわかっているときは、対戦相手がコンピュータであるとわかっているときに比べてゲームが面白いと感じることが知られている [玉越 2006]。そして、コンピュータが人間らしい発話をすることによって楽しさを増すことができるという研究 [塩入 2006] もされているが、コンピュータにどのような振る舞いをさせることによって人間らしく感じるができるかということにも注目していきたいと考えている。

参考文献

- [堀 2001] 堀 洋道: 心理測定尺度集 I,(編集: 山本 真理子), サイエンス社, 東京都, 2001.
- [玉越 2006] 玉越 勢治, 高橋 励, 寺尾 大樹, 今西 明, 森本 文人, 八木 昭宏, 片寄 春弘: fNIRS を用いた対戦型ゲームのエンタテインメント性の初期的検討—対人間とコンピュータにおける比較, 情報処理学会論文誌, Vol.2006, No.134, pp.29-35, 2006.
- [塩入 2006] 塩入 健太, 星野 准一: 仮想対戦プレイヤーの感情的発話生成, インタラクション 2006 論文集, pp.157-164, 2006.
- [藤田 2005] 藤田 肇, 石井 信: 部分観測カードゲームのためのモデル同定型強化学習, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-II, No.11, pp.2277-2287, 2005.
- [藤井 2009] 藤井 叙人, 片寄 晴弘: 戦略型トレーディングカードゲームのための戦略獲得手法, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.12, pp.2796-2806, 2009.