

Title	トレーディングカードゲームにおける対戦中の面白さの予測を用いたゲームバランス自動調整
Author(s)	遠野, 秀駿
Citation	
Issue Date	2024-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/18911">http://hdl.handle.net/10119/18911</a>
Rights	
Description	Supervisor: 池田 心, 先端科学技術研究科, 修士(情報科学)

## 概要

人工知能 (AI) 技術は近年大いに発展しており、社会の中でいろいろな用途に使われるようになってきている。ゲームも応用対象の一つであり、強い AI プレイヤを作成する目的を中心に長年研究が行われてきた。AlphaZero や Deep Q-Network の登場によってこの目的は達成できるようになってきたが、これにより、「人間を楽しませる」「人間を教える」といった目的が重要視されるようになってきている。

楽しませたり教えたりする役割は、必ずしも敵や味方としてゲーム中に登場する AI プレイヤだけが担うわけではない。ゲーム内には直接登場しなくとも、プレイして楽しいステージを作る、プレイして練習になるステージを作るといった、コンテンツの自動生成 (Procedural Content Generation, PCG) もまた、楽しませたり教えたりするために重要な機能である。この分野でも、機械学習や生成 AI などの AI 技術がしばしば使われている。

ゲームコンテンツを完全に自動生成するやり方ではなく、人間と協力・分担して生成する試みもしばしば行われる。人間が作ったコンテンツに対して AI がテストプレイヤとして評価しバランス調整を行うなどはその一例である。それにより、人間デザイナーの意図を尊重しつつ、作業量を低減したり高品質なコンテンツを生成することができるようになる。

トレーディングカードゲーム (Trading Card Game, TCG) は、カードを集め、そこから戦いに出すカードセット (デッキ) を選び、主に 1 対 1 で戦うゲームである。遊戯王や HearthStone など、いくつかの TCG は 10 年以上の歴史を持ち、今でもさかんに遊ばれている。各ゲームには数百から 1 万を超えるカードが準備されており、利用コスト・体力・攻撃力といった基礎的なパラメータのほかに、「2 回攻撃」「味方への敵の攻撃を肩代わり」「味方の攻撃力を 1 増やす」などの“効果”を持つカードも多い。これらの効果は適切に組み合わせると大きな相互作用をもたらすこともあり、カードの適切な組み合わせを考えることが楽しみの一つである。これらのカードは徐々に追加されるのが常であり、その際には、過去のカードとの相互作用を踏まえて、魅力的ではあるがバランスを崩さないようにすることが求められる。これは難しい課題であり、熟練のゲームデザイナーと多数のテストプレイヤが協力して行うコストの高い作業となっている。

そこで近年、カードゲームのバランス調整に AI 技術を活用する研究が行われている。Mesentier Silva らは、多目的最適化アルゴリズムを用いて、(1) デッキ同士の勝率がほぼ 50% になること、(2) デッキのパラメータが、当初定めたコンセプトに合致した値とあまり変わらないこと、という 2 つの目的を満たすような Pareto 最適解集合を得ることを試みた。

しかし我々は、デッキ同士の勝率が 50% になればそれでよいという点が問題であると考えた。カードゲームに限らず、ゲームをプレイしていて面白いと思うために必要なことはさまざまにありうる。カードゲームで言えば、「あるカードが序盤で引けるかどうかで勝敗が決まってしまう」「大勝や大敗になりやすい」といったことは、不満の原因となりやすい。

そこで本研究ではまず、カードゲームの面白さにはどんな要素があるのかを考察した。多くの要素の候補の中には、カードのパラメータ調整とは関係が薄いものもあり、あるいはコンピュータによる数値化が困難なものもあった。本研究では、先述の2つに加えて、(3) 試合が完勝や完敗で終わりにくいこと、(4) 長すぎる試合が少ないこと、(5) 短すぎる試合が少ないこと、(6) めったに使えないカードが少ないこと、(7) それを引けるかどうかで勝敗が決まるような強すぎるカードが少ないこと、を良いカードセットの要件とした。

そのうえで、これらの条件が満たされるように、遺伝的アルゴリズムを用いてパラメータ調整を行った。対象ゲームはHearthStoneを簡略化したものであり、3つの特徴の異なるデッキ（速攻、妨害、魔法）からなる。最適化対象は16枚のカードであり、合計38次元の最適化となる。7目的最適化を行うと候補解が多くなりすぎるので、今回は重みを定めて単目的最適化を行った。

その結果、(1)(2)だけを最適化した場合は(3)から(7)が犠牲になりやすいこと、(1)から(7)全てを考慮した場合には(1)(2)をそれほど犠牲にせず多くの項目を改善できることが分かった。これらは38パラメータのうち平均5つのパラメータを上下させただけであり、元のデッキのコンセプトを大きく崩してはいない。最適化されたパラメータを見てみたところ、速攻型デッキのマナコスト（カードを場に出すためのコスト）が高く調整されることが多かった。これにより、妨害型デッキに高速に一方的に勝利する割合を減らし（要素1,3,5）、高コスト魔法が使われる機会を増やす（要素6）ことを達成していた。また、速攻型の場に出るミニオンが結果的に減り、魔法型の全体攻撃魔法の効果を抑制する（要素7）ことにも成功していた。本研究は小規模なカード群のパラメータ調整を行ったが、より大規模なパラメータ調整を行えるようにアルゴリズムの改良や被験者実験を通して、楽しいデッキのための評価関数を改善することが今後の展望である。