

対戦型格闘ゲームにおけるゲームバランスの自動調整 Automatic game balance adjustment in fighting games

江口雄貴¹, 藤井叙人², 片寄晴弘¹,

概要 :対戦ゲームにおけるゲームバランス(強さに関連するパラメータ)の調整は「楽しさ」の提供視点での根幹的な要求事項の一つである。キャラクターを選択して対戦を実施する格闘ゲームにおいては、一部キャラクターが絶対的に強いものにならないよう、キャラクター毎との複数のパラメータを同時並行的に調整していかなければならない。このパラメータ調整は極めて煩雑であり、その回避手段として、ゲーム AI 同士を対戦させた自動パラメータ調整が実施されつつある。自動パラメータ調整後、最終的に構成されたキャラクターには、人間がプレイする上で、自然で、かつ「適切なゲームバランス」と、いわゆる「キャラ付け」がなされていること求められる。本稿では生物学的制約による「人間らしい」振る舞いを考慮したゲーム AI の利用と島モデル遺伝的アルゴリズムの利用によって人手を介さずに「適切なゲームバランス」と「キャラ付け」とを同時に実現する手法を提案した。実験の結果、提案手法は 3 種類のキャラクターの特徴を維持したまま、平均勝率を 50%に近づけることができた。

Abstract: The adjustment of game balance (parameters related to strength) in competitive games is one of the fundamental requirements from the perspective of providing "fun". In fighting games, where players select characters to play against each other, it is necessary to simultaneously adjust multiple parameters for each character to prevent some characters from becoming absolutely stronger than others. In order to avoid this complicated parameter adjustment process, automatic parameter adjustment is being implemented by having the game AI play against each other. In this paper, we propose a new method of automatic parameter adjustment for game AI. In this paper, we propose a method to achieve both "appropriate game balance" and "characterization" without human intervention by using a game AI that takes into account "human-like" behavior due to biological constraints and an island model genetic algorithm. As a result of experiments, the proposed method maintains the characteristics of the three types of characters, and the average winning rate is close to 50%.

1.はじめに

人対人の対戦ゲームの開発においてゲームバランスの調整は面白いゲームを開発する上で不可欠な要素である。ここでいうゲームバランスとは、対戦ゲームにおいてプレイヤーが操作するキャラクターの強さの公平性を意味する。特定のキャラクターがほかのキャラクターに比べて圧倒的に強い場合、プレイヤーがゲームに勝つためには強いキャラクターを選ばざるを得なくなり、多様性という観点からゲームの「楽しさ」が低下してしまう。近年では対戦ゲームをスポーツとして楽しむ「Esports」も盛んであり、競技性という面でもゲームバランスは重要である。適切なゲームバランスとは、プレイヤーがどのキャラクターを選択したとしても、同程度の強さが保証されていなければならない。キャラクターの強さを示す指標としてわか

りやすいのが勝率であり、各キャラクターの勝率が 50%に近ければ同程度の強さであると言える。しかし、対戦ゲームにおける各キャラクターにはそれぞれ相性があり、得意不得意によって勝率が変動してしまうため、すべての相手に対してそれぞれの勝率を 50%にすることは難しい。そこで本研究では全キャラクターを総当たりで戦わせた時の各キャラクターの平均勝率がそれぞれ 50%に近い状態を同程度の強さであると定義し、各キャラクターの強さを同程度にすることが適切なゲームバランスにつながると考える。

現在、ゲーム開発においてゲームバランスの調整は主に 2つの工程があり、1つはゲームを何度もプレイしてゲームバランスを分析する工程、2つ目は分析結果をもとにキャラクターのパラメータを変更する工程がある。それぞれゲーム開発者が自分の感覚を元に時間をかけて調整するため、時間的なコストが多くかかってしまう。そこで、コスト削減を図るため近年ではゲーム AI 同士を対戦させてゲームバランスの分析を行う手法が検討されている。

¹ 関西学院大学

² 福知山公立大学

本研究では格闘ゲームを対象にゲームバランスの自動調整手法を提案する。格闘ゲームは数あるゲームの中でも人気のジャンルの一つであり、キャラクターを構成するパラメータの種類が多さからゲームバランス調整が難しいと言われているため、本研究の対象として相応しいと考える。実装に伴いゲーム内部に干渉する必要があるため、オープンソースの格闘ゲーム「FightingICE」を研究対象とする。

2. 関連研究

既存のゲームバランス自動調整の研究として、山本らの研究 [2] では、Stochastic Genetic Algorithm(StGA)[3] と呼ばれる遺伝的アルゴリズムを使ってゲーム AI を実装し、オープンソースの格闘ゲームである「FightingICE」上でゲーム AI が操作するキャラクター同士を対戦させ、対戦結果からキャラクターの強弱を明らかにしている。ゲーム AI 同士で対戦させることで、ゲーム開発者が何度もゲームをプレイしてゲームバランスを分析する必要を無くし、ゲーム開発コストの削減に貢献している。また、遺伝的アルゴリズムを用いることで特定のゲームに依存せず、他のジャンルのゲームへの汎用性を示している。

2.1 既存研究の課題

山本らの研究[2]ではStGAによって戦略を自動獲得するゲーム AI 同士を対戦させ、対戦結果をもとにゲームバランスを分析しているが、対戦させるゲーム AI に人間とゲーム AI のゲーム操作における入力精度や情報の認識精度の差が考慮されていない。本来は人間がテストプレイを行い、それをもとにバランス調整を行っているが、テストプレイをゲーム AI が行うことで、人間がプレイする上で自然でかつ適切なゲームバランスにならない可能性がある。例を挙げると、格闘ゲームにおいてゲーム AI は毎フレーム情報を取得することができるため反応速度が速く、相手のどんな攻撃でも容易にガードすることが可能である。この場合ゲーム AI の視点でバランス分析を行うと、ガードという行動が強すぎるため弱体化する必要があると判断する。しかし人間の視点でバランス分析を行うと、人間の反応速度では容易にガードすることは難しく、弱体化する必要はないと判断する。このように人間とゲーム AI でバランス分析の判断に差が生まれると、人間にとって適切なゲームバランスとは言えなくなってしまう。

また、山本らの研究ではキャラクターのパラメータを調整する部分が人間に委ねられており、完全な自動化には至っていない。

2.2 課題への対策

本研究では、人間とゲーム AI のゲーム操作における入力精度や情報の認識精度の差が考慮されていないという既存研究の課題を藤井らの研究[4]を参考にしてゲーム AI に生物学的制約を与えることで解決を試みた。藤井らの研究はゲーム AI に人間の生物学的制約を与えることでゲーム AI に人間らしいプレイをさせることに成功している。ゲームバランスの分析を行うゲーム AI に生物学的制約を与えることで、より人間に近いゲームバランス評価を行うことができると考える。

また、本研究ではキャラクターのパラメータ調整の部分も自動化を行う。ゲームバランスの調整を行う過程でキャラクターの「キャラ付け」が無くなるのを防ぐため、多峰解を導出するのに長けた島モデル遺伝的アルゴリズム(以下島モデル GA)を採用する。島モデル GA は多次元パラメータの最適解を探索的に導き出す GA の一種で、通常の GA と比べ多峰解を導出することに長けている。島モデル GA を用いてそれぞれのキャラクターの平均勝率が 50% に近づくようキャラクターのパラメータを最適化する。

3. 対象とするゲーム

「FightingICE」(図 1)は研究目的で開発されたオープンソースの格闘ゲームである。「FightingICE」には 3 種類のキャラクターが存在する。このゲームにおいてキャラクターを構成するパラメータは HP などのステータスに関するものと、各キャラクターが持つ 30 種類の攻撃技に分類され、攻撃技は 30 種類がそれぞれ技のダメージ・技の射程・技の発生速度などのパラメータを持っており、パラメータによってキャラクターに特徴がつけられている。本研究では、各キャラクターが持っている技のパラメータを調整することでバランス調整を行う。



図 1. FightingICE

4.提案手法

本研究では、ゲームバランス調整におけるゲームを何度もプレイしてゲームバランスを分析する工程と、分析結果をもとにキャラクターのパラメータを変更する工程の自動化を行う。

ゲームを何度もプレイしてゲームバランスを分析する工程においてはキャラクターの強さを十分に発揮させる必要があるため、2018年に行われた、「FightingICE」でゲームAIの強さを競う大会で優勝したゲームAIにも採用されているモンテカルロ木探索をゲームAIに実装する。その後、実装したゲームAIに人間らしさを与えるため、生物学的制約を課す。

次にキャラクターのパラメータを変更する工程の自動化を行うため、完成したゲームAIを使って3種類のキャラクターをそれぞれ操作し、総当たりで対戦させる。対戦結果を評価値としてパラメータの最適化を行い、各キャラクターの平均勝率を50%に近づける。その際各キャラクターの「キャラ付け」が無くなるのを防ぐため、多峰解を導出することに長けている島モデルGAを用いる。

4.1 モンテカルロ木探索

モンテカルロ木探索は、乱数を用いてシミュレーションを何度も繰り返すことで最適値を求めるモンテカルロ法とゲーム木探索を組み合わせた手法である。あらかじめ設定した時間や回数を経過するまで選択・拡張・シミュレーション・逆伝播の4つのステップを繰り返し実行する。その後評価基準に従って、ルートノードから最も評価が良かったノードに紐づけられた行動を入力とする。一般的なモンテカルロ木探索ではノードがゲームの状態を表しているが、格闘ゲームのようなゲームの状態を表す変数が膨大な場合、探索効率が悪くなり、ゲームAIの性能を発揮できない。そこで吉田ら[5]は各ノードを攻撃・移動・防御といったキャラクターが行うことのできる行動に限定することで探索効率を上げ、強いゲームAIの開発に成功している。本研究でも吉田らの研究[5]を参考にモンテカルロ木探索の実装を行う。モンテカルロ木探索における各ノードの評価値は以下の式で表す。

$$X = (difHP_i^m - difHP_i^o)Bef$$

X はプレイアウトによって求めた各ノードの評価値、 $difHP_i^m$ は*i*番目のシミュレーション前後での自身のHPの変化量、 $difHP_i^o$ で対戦相手のHPの変化量を表す。これにより、自分のHPを減らさず、相手

のHPをより減らすことができる行動ほど評価が高くなる。

4.2 生物学的制約

次に生物学的制約をゲームAIに与える。人間は、ゲームの局面を認識してから、実際に動作するまでに遅れが発生したり（眼と手の協応動作における遅延など）、見間違いが発生したりする。人間の視覚刺激の反応速度は約0.2秒である。そこで、ゲームAIが観測するゲームの情報を0.2秒過去の情報にすることで再現する。また、ゲームAIが観測する対戦相手の位置情報にガウス分布による乱数を誤差として付与することで、人間の誤認識を再現する。人間はゲームのコントローラの複数のキー操作をきわめて短時間で行うのは難しいため、AIに連続したフレーム間で異なる入力ができないようにすることで再現する。

4.3 パラメータ調整システム

本研究では、島モデルGAを用いて各キャラクターのパラメータを調整する。遺伝子は各キャラクターのパラメータの数値を表しており、3種類のキャラクターのすべてのパラメータを配列として繋げたものを個体とする。本来適応度は3種類のキャラクターの総当たりでの勝率の均等さを表すが、正しい勝率を求めるには何度も対戦して確率を収束させなければならない。そこで実験を効率よく行うため、相手に与えたダメージの割合を勝率として近似する。相手に与えたダメージの割合が1:1なら勝率50%と50%、与えたダメージの割合が1:2なら勝率33%と66%とする。適応度*E*は以下の式で表す

$$E = \frac{1}{W_1 - W_2} + G$$

W_1 は最も高いキャラクターの平均勝率、 W_2 は最も低いキャラクターの平均勝率を表しており、勝率の差が少ないほど適応度が高くなる。また、 G は「キャラ付け」の反映率を表している。あらかじめ各キャラクターに特徴となる技のダメージ・技の射程・技の発生速度といったパラメータの種類を設定しておき、設定したパラメータの値がほかのパラメータの値に比べて高いほど、「キャラ付け」の反映率である*G*の値も高くなる。

適応度に応じて遺伝的操作を行い、次の世代の個体を生成する。生成した個体の遺伝子に基づいてキャラクターのパラメータを「FightingICE」に設定し、ゲームAIを使って対戦させ、その個体の適応度を求める。これらの手順を設定した世代数になるまで繰り返す。

5.実験

本研究の提案手法がキャラクターのパラメータを調整し、「Character1」「Character2」「Character3」の3種類のキャラクターの勝率を50%に近づけることができるかを検証する。本実験では島モデル GA における遺伝子をキャラクターの技のパラメータとし、その遺伝子を3キャラクター分繋げたものを個体とする。世代交代モデルは MGG-bets2[6]を用いる。また、パラメータの収束効率の関係から、島の数を10、島あたりの個体数を4、島の移住間隔を4世代、最大世代数を100とした。また、「キャラ付け」に関して「Character2」を技の射程が長い「長射程型」、 「Character3」を技のダメージが高い「パワー型」と設定した。一般的な格闘ゲームにおける「長射程型」は技の射程が長い代わりに技のダメージが低く、「パワー型」は技のダメージが高い代わりに射程や発生速度の値が低めに設定されていることが多い。こういった特徴が反映されているかどうかを実験によって確かめる。

実験ではランダムに初期個体を生成し、個体の遺伝子の数値を「FightingICE」へ反映させる。反映後、ゲーム AI を使って3種類のキャラクターを総当たりで対戦させ、各キャラクターの平均勝率を計算する。最も勝率の高いキャラクターと低いキャラクターの勝率の差を評価値として遺伝的操作を行い、次の世代を生成する。これを100世代まで繰り返す。実験結果を図2、最終世代の適応度の高い個体の技のダメージの例を表1、最終世代の適応度の高い個体の技の射程の例を表2に示す。

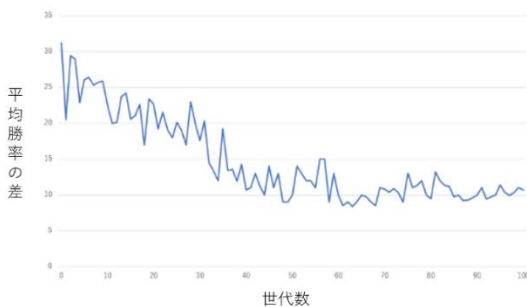


図2. 実験結果

表1 適応度の高い個体の技のダメージの例

	Character1	Character2	Character3
Attac_A	32	18	41
Attac_B	72	47	61
Attac_C	48	70	56
Attac_D	59	45	93
Attac_E	27	6	44

表2 適応度の高い個体の技の射程の例

	Character1	Character2	Character3
Attac_A	41	99	30
Attac_B	31	54	32
Attac_C	37	8	78
Attac_D	23	69	27
Attac_E	88	84	44

図2は横軸が世代数、縦軸は各世代におけるキャラクターの平均勝率の差を表している。初期世代では平均勝率の差が約30%あったものの、世代が進むにつれて約10%まで縮まっている。このことから、本研究の提案手法がキャラクターのパラメータを自動で調整し、各キャラクターの平均勝率を50%に近づけることができると示された。

また、表1と表2から分かるように「Character3」は技のダメージの値が高い傾向がある一方で技の射程は他の2キャラクターに比べて低い傾向がある。逆に「Character2」は技の射程は長い、技のダメージは低い傾向がある。このことから、実験前に設定した「キャラ付け」をパラメータに反映させたままバランス調整することが可能であると示された。

6.今後の課題

今後は被験者による評価実験を行い、ゲームバランスを自動調整した結果が人間にとってバランスが良いと感じるか、「キャラ付け」を維持したままバランス調整を行うことができているかを確かめていく。具体的な手法としては被験者にバランス調整後のゲームをプレイしてもらい、従来手法と比較してゲームバランスが適切で、かつ自然に感じるかをアンケートによって評価してもらう。それに加えキャラクターの特徴を被験者が見分けることができるかを確かめる。パラメータの数値上の傾向は確認できたが、人が実際に特徴として認識できるかどうかを確かめる必要があると考える。

また、本稿では適切なゲームバランスを各キャラクターの平均勝率50%の状態としたが、実用を考えた時に、全体的な勝率だけでなく各キャラクター間の相性による勝率の変化も制御できることが理想である。今後はキャラクター間の相性なども考慮しつつバランス調整を行うことができる手法を検討していく。

7.まとめ

本研究では対戦ゲームの開発において重要な要素であるゲームバランスに着目し、格闘ゲームを人間がプレイする上で、自然で、かつ「キャラ付け」が施

された「適切なゲームバランス」になるよう自動調整する手法を提案した。人間がプレイする上で自然だと感じるゲームバランスにするため、バランス分析を行うゲーム AI に入力精度や認識精度といった人間の生物学的制約を課した。実装したゲーム AI を使ってキャラクターを操作し、互いに対戦させ、対戦結果をもとに島モデル GA によってキャラクターのパラメータを最適化した。その結果、各キャラクターの平均勝率が 50%に近くなり、予め設定した「キャラ付け」を維持したまま適切なゲームバランスに近づけることができた。

参考文献

- [1] 「FightingICE」
<https://www.ice.ci.ritsumei.ac.jp/~ftgaic/index.htm>
- [2] 山本界人, 水野峻介, ターウォンマットラック:”対戦型ゲームにおける戦略多様性についての StGA 法を用いた自動分析手法の提案とその評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.55 No.11 2328-2335(Nov.2014).
- [3] Munetomi, M., Takai, Y. and Sato, Y.: StGA: An application of a genetic algorithm to stochastic learning automata, Vol. 27, No. 10, Wiley Online Library (1996).
- [4] 藤井 叙人, 佐藤 祐一, 中畠 洋輔, 若間 弘典, 風井 浩志, 片寄 晴弘. 生物学的制約の導入による「人間らしい」振る舞いを伴うゲーム AI の自律的獲得. The 18th Game Programming Workshop 2013(2013)
- [5] Shubu Yoshida, Makoto Ishihara, Taichi Miyazaki, Yuto Nakagawa, Tomohiro Harada, Ruck Thawonmas. Application of Monte-Carlo Tree Search in a Fighting Game AI. 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics(2016)
- [6] 佐藤 浩, 小野 功, 小林 重信: “遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提と評価”, 人工知能学会誌, Vol.12, No.5, pp.734-744(1997)