

2008年度 卒業論文

格闘ゲームにおいてプレイヤーの戦術に応じた
より効果的な行動を決定するAIに関する研究

指導教員：渡辺 大地 講師

メディア学部 ゲームサイエンス

学籍番号 m0105440

光木 彩

2008年度 卒業論文概要

論文題目

格闘ゲームにおいてプレイヤーの戦術に応じた
より効果的な行動を決定する AI に関する研究

メディア学部

学籍番号： m0105440

氏名

光木 彩

指導
教員

渡辺 大地 講師

キーワード

格闘ゲーム、AI、戦術、駆け引き、行動パターン

ゲームにはロールプレイングゲームやカードゲーム、シューティングといった様々なジャンルがある。カードゲームやシューティングにおける AI はより人間に近い判断をするよう優秀な AI が実装されていることが多い。しかし格闘ゲームにおけるほぼ全ての AI は行動のパターン化が顕著に表れる。この行動パターンに慣れてしまうとプレイヤー側としては物足りなくなったり飽きにくることに繋がる。行動パターン化の要因として、格闘ゲームの本質は対人間戦における全体的なシステム調整にあるために AI の優秀さに関しては二の次になっていることが挙げられる。そのためプレイヤーの動きの特徴を詳細に捉えて対応を行うよう設計が行われていない。

そこで格闘ゲームにおける対コンピュータ戦での飽きを問題点として挙げ、解決策を考えていくことを本研究の目的とした。解消方法として、対人間戦のように相手の次の手を考えながら自身の行動を決めていく駆け引きを AI で表現できれば良いと仮説を立てた。具体的な手法は初めにゲーム中のプレイヤーのデータからそのプレイヤーの行動を分析して特徴を抽出する。次にその特徴に対して AI がより効果的な行動を決定することで目的達成できるのではないかと考えた。プレイヤーの特徴ある行動として本件では間合いによるものと攻撃と防御の癖によるものの3つを挙げた。各々の特徴を回数で取得し、回数が多いものに対して効果的な対応法を AI に反映していく。だがこの時に対処方法が1つのみでは行動のパターン化を避けたとは言えない。そこで同じ行動に対する対応でも複数の方法をランダムに選択することによってパターン化を回避しつつ駆け引きが行えるようにした。

最後に検証として行動決定が全てランダムの AI と本手法の実装を行った AI 同士で対戦、次にランダム AI と本手法の AI を被験者にプレイしてもらい、どちらがより人間らしい駆け引きを行ったのかを調査し、本手法の有効性を確認した。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	本論文の構成	3
第2章	格闘ゲームのルールと戦術	4
2.1	一般的な格闘ゲームのルール	4
2.2	格闘ゲームの特徴	4
2.3	戦術	5
2.3.1	戦術の意味	5
2.3.2	戦術の特徴と必要性	6
2.4	戦術を取得する際のデータの種類	7
第3章	AIのアルゴリズムと本研究用テストプログラムの概要	9
3.1	本件で取得するプレイヤーの戦術について	9
3.2	間合いが関係するプレイヤーの行動	10
3.2.1	近距離	10
3.2.2	中距離	11
3.2.3	遠距離	11
3.3	間合いとは無関係なプレイヤーの行動	12
3.3.1	攻撃の種類	12
3.3.2	防御の取り方	13
3.4	各種行動に対する返し方	13
3.5	プレイヤーデータの反映方法	14
3.5.1	間合いに関する反映方法	14
3.5.2	攻撃と防御の癖に関する反映方法	14
3.6	本研究で使用した格闘ゲームのシステム	15
3.6.1	実装環境	15
3.6.2	システム	16
第4章	検証と考察	18
4.1	検証	18
4.1.1	ランダム AI と本手法の AI を比べた時の優位性の検証	19

4.1.2	対人戦における有効性の検証	19
4.2	検証の考察	21
4.2.1	ランダム AI と本手法の AI の優位性	21
4.2.2	対人戦における有効性と問題点	21
第 5 章	まとめ	23
	謝辞	25
	参考文献	26
付録 A	章研究用格闘ゲームの行動表	29

第 1 章

はじめに

1.1 研究背景と目的

AIに関する研究はこれまで盛んに行われ続け、情報検索や音声認識といった幅広い分野で利用されている。これら利用分野の1つにはゲームも含まれており、本件ではゲームにおけるAIについて取り上げていく。ゲームにはRPGやシューティングゲームといったような多数のジャンルが存在していて、アーケードや家庭用ゲーム機など長年にわたって高い人気を集めている。また、近年ではハード技術の向上によって家庭用ゲーム機でもインターネット回線を接続することでオンラインゲームがプレイできるようになった。各ジャンルのAIに関しても近年の研究によってより人間らしい判断ができるようになった。例えば将棋 [1][2][3] やカードゲーム [4][5][6][7]、サッカー [8][9][10] やシューティング [11] といった多くのものに対してはプレイヤーによって難易度を自動的に変更したり、より人間らしく動作するAIの研究 [12][13] が積極的に行われている。

今回はその中で格闘ゲームと呼ばれるジャンルに注目した。格闘ゲームとはキャラクターが主に1対1でパンチやキックなどその他多彩な技で相手キャラクターを攻撃する対戦型ゲームである。操作するキャラクターには体力が設定されており、対戦時間が初めから決められている。相手を攻撃することで相手の体力を0にするか、制限時間内により多くの体力を減らした方が勝利となる。

格闘ゲームを含む多くの対戦型アクションゲームにはプレイヤーが操作するキャラクターと AI を搭載したコンピュータが制御するキャラクター（以下 COM）が対戦をする対 COM 戦と、プレイヤー同士で対戦をする対人戦と呼ばれる 2 つのモードが存在している。対人戦では、相手キャラクターの行動パターンは相手プレイヤー毎に異なり、また同一対戦相手でも試合毎に行動が異なる場合が多い。このためお互いの戦い方の方針や、技を使用するタイミングを計るなどといった駆け引きが発生し、この駆け引きそのものが格闘ゲームの醍醐味となっている。しかし、オンラインゲームやアーケードでプレイする際は作品の人気や時間帯によっては必ずしもその場に対戦相手がいるとは限らず、オフラインゲーム機においても友人や家族といった身近なプレイヤーがいないと対人戦をすることができない。そのためほとんどのプレイヤーは COM を相手に対戦を行う機会が多い。このことから本研究では対 COM 戦における AI について考えた。対人戦とは違い、現状の AI は相手の状態や間合いといった情報を元に行動するものの対戦相手の特徴を捉えるようなことはせず、あらかじめスクリプトで書き込まれている等 [14][15] の理由で行動パターンの変化に乏しい。従って AI を相手に戦う際は駆け引きが発生することもなく、プレイヤーが AI の行動パターンを覚えると飽きてしまうという問題点がある。

格闘ゲームにおける AI の改善や研究は今までもいくつか行われている。これまでに販売したソフトの中に各プレイヤーの特徴に応じて行動を変化する AI を実現している作品はあったがアルゴリズム等に関する学術的な理論は論じられていない。また、服部 [16] と田中 [17] の研究においてプレイヤーの行動の中でも特徴的なものを抽出して AI に反映させることで AI の行動パターンの変化を実現することはできた。しかし、このパターン変化はプレイヤーの模倣によるものであって、行動パターン自体は模倣学習によって増えていくものの各プレイヤーのとある操作に対して効果的な手を返すといった駆け引きを再現している要素が見られない。更に他の格闘ゲームに関する研究 [18][19] も同様に駆け引きの部分を再現することが目的にはなっていない。そこで本研究ではこの駆け引きを再現するために、プレイヤー

の戦い方の特徴に応じてより効果的な行動を決定する AI に関する研究を行った。

初めにどのような要素がプレイヤーの行動に対して影響を与えるのかを分析した。その結果、対戦相手との距離によって行動パターンを変化する傾向にあることと、間合い以外にもよく使う攻撃などそのプレイヤーの癖が対戦中に出ることの2つがわかった。間合いが関係する場合はその距離毎にどのような行動パターンが見られたのか分類を行い、それぞれに対して効果的な行動をするように AI の構築を行った。プレイヤーの癖によるものは攻撃などの出現回数を常に取得し、出現回数が多いものに対してはそれに対応する行動を取るようにした。最後に本手法の有効性の実証を行った。行動決定が全てランダムな AI と本手法の実装を行った AI 同士で対戦、次にランダム AI と本手法の AI を被験者にプレイしてもらいどちらがより人間らしい駆け引きが行えたかの2つの検証を行い、本手法の有効性を確認した。

1.2 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。2章では格闘ゲームのルールとその特徴を示し、3章からプレイヤーの動きにより柔軟に対応する AI のアルゴリズムの詳細と本研究用に作成した格闘ゲームのシステムの説明を行う。4章でその検証を行い、最後に5章で本研究の成果をまとめる。付録には今回実験用に作成したテストプログラムにおいてプレイヤーが行える行動をまとめて記載した。

第 2 章

格闘ゲームのルールと戦術

2.1 一般的な格闘ゲームのルール

格闘ゲームとはプレイヤーと COM、またはプレイヤー同士が操作をするキャラクターが主に 1 対 1 で戦う対戦型ゲームである。操作するキャラクターには体力が設定してあり、対戦時間があらかじめ決まっている。パンチやキックなどその他多彩な技で相手を攻撃し相手の体力を 0 にするか、制限時間内により多くの体力を減らした方が勝利となる。

格闘ゲームという作品が出回り始めた頃には技を出したり防御行動を駆使して戦うシンプルな形であるが、近年の作品は技ゲージを溜めて強力な必殺技を出したり独自のシステムが多数あったりとゲームシステム自体が複雑になってきている。しかし相手の体力を 0 にした方が勝つという勝敗のルール自体は変わらない。また 2D 表示のみではなく 3D 表示で表現をしている格闘ゲームもある。奥行きが存在やリングから外に出たらそのラウンドは負けになるリングアウトの概念等、2D とはまた異なるルールがあるが本研究では 2D 格闘ゲームを想定して進めていく。

2.2 格闘ゲームの特徴

対 COM 戦においてはそのゲームのシステムを理解して操作練習を重ねれば勝てるようになるが対人戦を想定した場合、それだけではまだ不十分である。対戦

相手は勝つために何かしらの狙いがある行動を起こしているのであり、その意図が掴めなければ対処し辛い。そのため、格闘ゲームでは相手プレイヤーが次にどんなことをしてくるのかを常に意識しながら自分の次の行動を考えていかなくてはならない。そして相手の行動を瞬時に予測するためにはその時のプレイヤーや対戦相手がどのような状況であるのかということから判断していく。このような瞬時の予測を駆け引きまたは読み合いと言う。どの状況情報を重要視するのかやそこから何をするのかという選択はプレイヤーによって千差万別であり、ここで各々の特徴が現れてくる。

本研究ではプレイヤーに応じてより効果的な行動を決定する AI の作成が目標となるが、効果的な行動を決定するためには各プレイヤーの特徴を取得し、それに対応していくことが必要になる。以降は特徴を調べるために必要な情報について述べる。

2.3 戦術

個々のプレイヤーの特徴を得るためには戦術と呼ばれるデータが必要になる。この項目では格闘ゲームにおける戦術の意味とその特徴、必要性を順に示していく。

2.3.1 戦術の意味

格闘ゲームに関する研究として田中 [17] は、プレイヤーのプレイデータを収集してその特徴を AI に模倣させるアルゴリズムの提案を行った。その中でプレイヤーの特徴的行動を抽出するために分析に使われたデータが戦術である。論文中では「戦術 = 直前の状況 + プレイヤーが実行した行動」と定義付けている。互いの体力差を考えながら間合いを計る・相手の動きを見てから自分の行動を決める等も戦術の1つであり、何も考えずにただ闇雲に攻撃や移動を繰り返すこともそのプレイヤーの戦術に含む。戦術はそれが自体が強いのか弱いものであるかは関係なく、純粋にプレイヤーの考え方を反映する。

ここで戦術の定義を「今の状況」ではなく「直前の状況」としているのは、プレイヤーが何かに反応を返すまでには微少なながらも時間がかかることに起因している。これを含めて考えると、プレイヤーが判断材料として扱っているのは行動をした瞬間の状況ではなくその直前の状況とした方が自然である。

また、データを取得していくと戦術に含むべきではないものが出てくる。それはプレイヤーの意思に反した行動が実行されている時、つまりダメージを受けて操作不能になっている時間である。従ってプレイヤーの被ダメージ中は戦術ではないため除外する。

2.3.2 戦術の特徴と必要性

実際にプレイ中の状況から戦術とは、例えば対戦相手 B の残り体力が少ない状況にあるとする。この時にプレイヤー A が取ることのできる行動の選択肢はいくつか存在する。

- 相手の体力を削るために積極的に攻めていく
- 制限時間いっぱいまでけん制しながら逃げ切る
- 相手が攻めてくるのに対して迎え撃つ
- 逆転されないように相手の出方を伺いながら攻める など

これらの選択肢の中で A は「積極的に攻めていく」ことを選んだとするとそれは A 自身の戦術となり、この時に B は攻めてくる A をいかに向かえ撃つかが勝敗の肝となる。ここで B はこの状況下では A が積極的に攻撃を仕掛けてくる傾向にあるということに気がついていれば迎撃しやすくなる。この場合は相手の行動パターンを深く読めれば裏をかくことができ、優位に立ちやすくなる。ただしここで注意したいのは同じ状況下でも常に相手が同じような行動を取るわけではないことである。例に挙げたようにその場で行える行動としていくつかの選択肢が大半の状況において存在している。従ってプレイヤーは次の手を読まれないために安

易に同じ選択をするのではなく、時には違った動きをして相手をかく乱する場合もある。更には操作におけるミスや判断の間違いでもそれまでとは異なった行動をする。

上記のように戦術には様々あり、各々のプレイヤーの考え方や特徴を色濃く反映している。そのため戦術データを収集して分析することでプレイヤーの特徴を的確につかむことが出来ると判断した。

2.4 戦術を取得する際のデータの種類の種類

戦術のデータを取る際に必要な項目は直前の状況とプレイヤーが実行した行動の2つである。プレイヤーが実行した行動についてはプレイヤーの行動をそのまま持ってくれば良いので問題はない。しかし、状況に関係するデータを無造作に取得しようとするとうと本当に必要なものが不足していたり、逆に余計なものまで含んで膨大な数になってしまうことが考えられる。そのためどの状況データを反映するのか吟味する必要がある。ここで田中 [17] は直前の状況として抽出したデータをプレイヤーの行動、相手の行動、自分の残り体力、相手の残り体力、残り時間、間合い、相手の行動フェイズの7項目と定めていた。

ここで行動フェイズとは、攻撃ボタンやコマンドを行って技を出すときには「発生 持続 硬直」といった流れを通ることである。この流れの1つ1つをフェイズと呼び、発生の際は発生フェイズなどといった呼ばれ方をする。以下の表 2.1 は各々の言葉の意味、図 2.1 は流れを表している。

表 2.1: フェイズの流れ

発生	ボタンを押してから攻撃が出るまでの時間 立ち状態から足を上げるまで
持続	攻撃の判定が出ている時間 足を上げきって攻撃の判定が出ている時間
硬直	攻撃判定が終わって元の待機状態に戻るまでの時間 足を下げて立ち状態に戻るまで

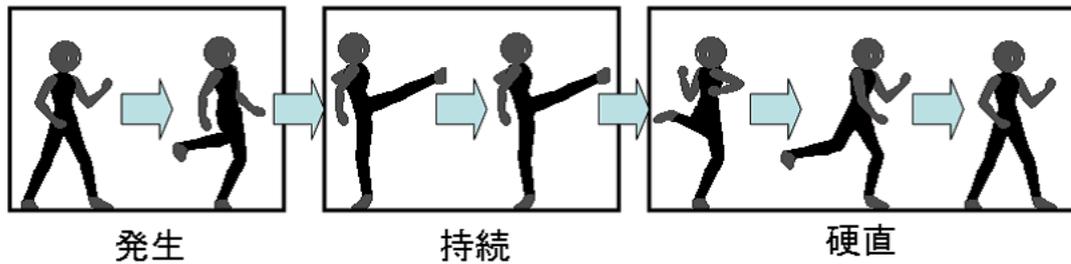


図 2.1: 行動フェイズの例

どの程度のスピードで各フェイズが切り替わるかはフレーム(1フレーム = 1/60秒)で表す。上の図のキックの攻撃が発生：3、持続：5、硬直：10と設定されている場合は攻撃が出るまで3フレームかかり、5フレームの間ずっと攻撃判定が出て、攻撃判定が終わってからの無防備な状態が10フレーム続くという意味である。

一度攻撃を出したら発生～硬直の流れを全て終えるまで他のボタン操作は一切受け付けない。これによって各々のフェイズの時間を調整して場面ごとに技を使い分けられるようにしたり、理不尽に強い技を作らないようにしている。例えば発生が早い攻撃は相手の行動に割り込みやすい特徴を持つ分与えられるダメージを低めにする。逆にダメージの大きな技は硬直を増やして当てた時のリターンと外した時のリスクを同時に持つ。持続を長くすれば相手の行動を抑制するけん制に使えるというように様々な設定が可能になる。

第 3 章

AIのアルゴリズムと本研究用テストプログラム の概要

本研究の最大の目的はAIの行動がワンパターンになることによる飽きを解消することである。その解消方法としてAIが対人戦のような駆け引きを行えば良いと考えた。ここで重要となる駆け引きを行うためには個々のプレイヤーの特徴が何なのかを調べてその特徴に対処するアルゴリズムを実装する必要がある。まず、どのような要素がプレイヤーの行動決定に関わり特徴を出しているのかを調査し、それに基づいて構築したAIのアルゴリズムを示していく。その後、本件で使用した格闘ゲームテストプログラムの概要を述べる。

3.1 本件で取得するプレイヤーの戦術について

プレイヤーの特徴からより効果的な行動を決定するためにはプレイヤーの傾向を割り出す必要がある。その上でその傾向をAIに反映することがより効果的な行動かつパターンの変化を生み出すことに繋がる。そこで各々のプレイヤーの傾向が明確に表れた3項目を下に挙げる。

1. 互いの間合い
2. よく使う攻撃の種類

3. 防御の取り方

以降は1の間合いに関係するものと、2以降のそうでないものを分けて詳細を述べていく。

3.2 間合いが関係するプレイヤーの行動

間合いとプレイヤーの行動変化に関わりがあるということは間合いによってプレイヤーが異なる行動パターンを示すことに繋がる。今回は分析結果から間合いを近距離、中距離、遠距離の3種類に分けて各定義を表3.1のように定めた。図3.1、図3.2、図3.3は各々近距離、中距離、遠距離時のゲーム画面を表す。

表 3.1: 本件における間合いの定義

近距離	全ての攻撃が届く
中距離	飛び道具のみが届く
遠距離	全ての攻撃が届かない



図 3.1: 近距離



図 3.2: 中距離

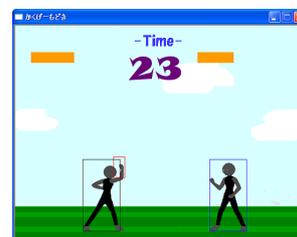


図 3.3: 遠距離

次に各間合いによってプレイヤーがどのような行動パターンを取るか大まかな分類を行った上で各々に対するAIの対応方法の詳細を示していく。

3.2.1 近距離

近距離におけるプレイヤーの行動は攻撃をするか防御をするかの2つである。そのためプレイヤーの攻撃と防御の癖からAIの行動を決定する必要がある。攻撃と防御の癖に関しては3.3節で詳しく触れる。

3.2.2 中距離

この距離でプレイヤーが取り得る行動として以下の4パターンを挙げる。

1. 飛び道具

安易に相手が近づいてこないよう、飛び道具のような攻撃範囲の広い技でけん制を行う。この時に攻撃ボタンを適当に押していたり前方移動を行うと飛び道具が当たってしまうため、AIはプレイヤーが飛び道具を出した時には防御行動を優先するようにした。

2. 前移動で距離を縮める

突然接近してくる行為は互いの攻撃が届かない程度の間合いを離れた後で行われることが多い。この行動を予測していない相手にとっては不意打ちになり、接近からの攻撃が成功した場合はそのままプレイヤーの攻めが継続できる。今回前移動として想定した行動は前ジャンプであり、プレイヤーが前ジャンプ移動を行った時、AIは上に対して判定の強い対空中攻撃で迎え撃つ対応をする。

3. 様子見、または距離を離す

間合いが離れた場合の相手の行動を見るため、もしくは相手の接近を警戒して前後移動を繰り返したり遠距離まで間合いを離す。この状態で近づこうとすると逆にプレイヤーの反撃を受けることがあるので、AIが積極的に接近を行わずに飛び道具でけん制をする。ただしプレイヤーの体力が勝っている場合はそのまま時間切れまで逃げ切られてしまうことも考慮しなければならない。そこでAI側の体力が少ない場合は接近を行う。

3.2.3 遠距離

プレイヤーが行ってくることは中距離と変わらない上に遠距離ではどの攻撃も届かないので大抵のプレイヤーは近～中距離に移動しようとする。そのためプレイヤー

が遠距離にい続けるということはあまりない。従ってAIは防御体制を取りながら待つことになるが、中距離と同じようにプレイヤー側が体力勝ちをしている場合は中距離まで間合いをつめる。

3.3 間合いとは無関係なプレイヤーの行動

間合いだけではなくプレイヤー自身が今どんな状況におかれているかを特に考えずに実行した戦術、もしくは相手が特定の行動を行った場合プレイヤーは必ずこの行動を行うといった戦術もそのプレイヤー固有の特徴、癖として捉えることができる。本件では近距離におけるプレイヤーの攻撃と防御の癖を分析してAIにその分析結果を反映する。次からは具体的な項目を挙げて各々に対する効果的なAIの行動について述べていく。

3.3.1 攻撃の種類

格闘ゲームにおける防御には立ちとしゃがみの2つが基本として存在するがそれに対して攻撃は上段・中段・下段攻撃と3つに分かれている。本件で攻撃技の種類と言っているのは上中下段3つの攻撃の種類のことである。

それぞれの攻撃には特徴があり、上段攻撃は立ち・しゃがみ防御ともに防御可能であるが下段攻撃はしゃがみ防御でしか対処できない。これだけでは下段防御さえしていれば防御行動は完璧になってしまい攻撃が一切入らなくなるが、ここで上段防御でしか防御ができない中段攻撃の要素を加えることで攻撃側と防御側共に駆け引きの要素を持たせることができる。表3.2は各攻撃の種類と防御行動を示している。○はある攻撃の種類に対してその状態の防御行動が有効であり、×は防御ができずにダメージを受けることを示す。

プレイヤーが下段を出すか中段を出すか等の選択は相手の防御傾向に関わる部分もある。しかし手始めに下段から攻める戦術を行うプレイヤーや、つい押してしまうボタンなど癖による影響も受ける場合がある。今回は攻撃の種類が何だったの

かを取得し、傾向が見られた場合はそれに対応する防御体制を AI が行う。ここで中段攻撃の発生フェイズが他と比べて遅いことを利用して、中段のみは防御だけでなくパンチやキックといった発生の早い技を出すことによって攻撃を潰しつつ反撃をする対応も行う。

表 3.2: 攻撃と防御の種類とその関係

	立ち防御	しゃがみ防御
上段攻撃		
中段攻撃		×
下段攻撃	×	

3.3.2 防御の取り方

ここでの防御の取り方というのは先の攻撃の種類でも触れたように立ち防御かしゃがみ防御かということを目指す。攻撃同様、防御の取り方についてもプレイヤーの癖が出てくる。更に下の入力が苦手でしゃがみ防御が出にくいというプレイヤーの操作上における特徴も考慮に含むことができる。仮にとあるプレイヤーはしゃがみ防御よりも立ち防御を多めに使っているという傾向が出た場合、AI は下段攻撃を優先的に行うようにして対処をする。

3.4 各種行動に対する返し方

プレイヤーの特徴が表れる各種行動に対して 3.2 節や 3.3 節で挙げたような効果的な返し方があるが、この返し方を 1 つしか設定しないと結局はパターン化に繋がることになる。そこで今回は複数の返し方からランダムで 1 つを決定することによって同じ行動に対する対処でも異なる行動を行うようにした。例えば AI が中段攻撃を防御する際には立ち防御を行う他に、発生の早い技で反撃、後ろへジャンプするといったようにいくつかの行動を持つことになる。

3.5 プレイヤデータの反映方法

プレイヤーの間合いの特徴や攻撃・防御に関する特徴はプレイ中に取り、それを常にデータとしてAIに反映していく。以下からは間合いに関係するものと攻撃と防御の癖に関係するものと2つに分けて反映方法を挙げ、図3.4にその流れを表している。

3.5.1 間合いに関する反映方法

互いの間合いから近距離か中距離か等の情報を常に取得する。中～遠距離については3.2.2節のように飛び道具が接近してくるか様子見かの3パターンが考えられる。そこで間合いが離れている状態においてプレイヤーが飛び道具を多用するか、ジャンプ等で飛び込んでくるか、それ以外かで各々行動回数を取得した。仮に飛び道具の行動回数が他よりも多い場合は防御を優先し、またジャンプの場合はプレイヤーが近づいた所で対空中攻撃を行う。様子見の場合は体力差でプレイヤーが有利な場合以外はAIも様子見を行うことにしている。

3.5.2 攻撃と防御の癖に関する反映方法

攻撃と防御に関しても間合いと反映方法は変わらない。攻撃の場合はプレイヤーが行った攻撃の上中下段の回数を常に取得し、上中段攻撃が多い場合は立ち防御を、途中で下段攻撃が多くなった場合にはしゃがみ防御を行う。また、防御の場合はプレイヤーが立ちガードを多用するなら下段攻撃を、しゃがみ防御を多用するなら中段攻撃を中心に行っていく。

回数で取得する他にもプレイヤーがボタンを押した瞬間にAIの行動を決める方法も存在する。しかし通常のプレイヤーは相手がボタンを押した瞬間に何を押したのかがわかるのではなく、相手のモーションの出始めや傾向を見た上で判断し行動を決定する。このようなプレイヤーの反応速度に対する公平性を保つために今回は回数取得による反映方法を行った。

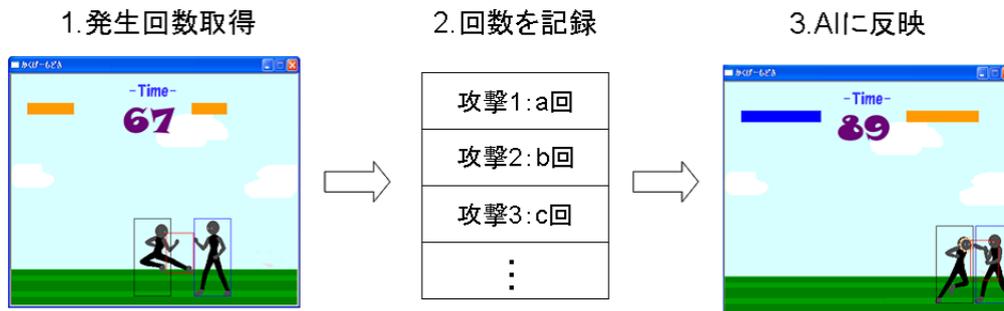


図 3.4: データの反映方法

3.6 本研究で使用した格闘ゲームのシステム

以下に本件の検証と実証を行うために作成した格闘ゲームのテストプログラムの実装環境とシステムの詳細を示す。図 3.5 はプログラムの実行画面である。



図 3.5: テストプログラム

3.6.1 実装環境

提案アルゴリズムの実装と検証のために格闘ゲームのテストプログラムを作成した。開発言語は C++、環境は Microsoft VisualStudio 2005 を利用し、実装をす

るにあたっては2D ゲーム製作支援ライブラリ「Dx ライブラリ」[20]を使用した。

3.6.2 システム

以下に本テストプログラムのシステムを挙げる。

- 使用可能キャラクターは1種類のみ
- 制限時間は99秒と設定
- 一部のゲームにしかないシステム（ゲージの概念など）は実装しない
- 大きなダメージの取れるような長い連続攻撃は組み込まない
- 連続攻撃中における複雑な技の分岐は作らない

近年作品として売り出されている格闘ゲームと比べてかなりシンプルなものではある。しかし汎用性を出したいという点を踏まえると一部のゲームでしか使われないような要素を取り入れてしまえばそのシステムを搭載したゲームの枠内では理論の展開ができないためにあまり好ましくないと考えた。

また、格闘ゲームのタイプには2Dか3Dか以外にもコンボゲームかそうでないかという違いがある。コンボゲームとは長い連続攻撃を重ねることでダメージを与えていく作りになっており、見た目の派手さや操作の爽快感から近年はこのタイプを基盤としたゲームの数が多い。逆に非コンボゲームは長い連続攻撃がないものの単発技の攻撃力が高く、技の長所と短所を考えながら的確に攻撃を出して相手にダメージを与えていくようになっている。本件のテストプログラムはコンボゲームではなく非コンボゲームという形を取っている。コンボゲームの問題点は何か攻撃を当ててしまえば連続攻撃で大きなダメージが取れるので互いの行動を予測する駆け引きの部分がどうしても薄くなる点にある。駆け引きというよりもコンボでのダメージ量やコンボ成功率に勝敗が左右されやすい。このように駆け引きの要素が少ないということは本件での肝となるプレイヤーの特徴、戦術のデー

タが取りにくくなる。そのためコンボゲームベースでは今回の目的達成は難しいと判断した。勝敗のルールは通常の格闘ゲームと同様に体力がなくなるか制限時間経過後の体力の少ない方が敗北となる。

第 4 章

検証と考察

3章で提案したアルゴリズムを実装することにより AI の行動がプレイヤーの特徴によってより効果的なものへと変化し、駆け引きが実現できているのかを検証した。本手法における有効性の判断を行うため、初めにランダムで動作する AI と本手法を実装した AI を比較する。ここではランダムで動くものとプレイヤーの特徴を見て動くもののどちらが優位なのかを調べる。次に本当に駆け引きが実現しているのかを調べるためにランダム AI と本手法の AI の 2 つを実際にプレイしてもらい、両者の行動・残り体力・行動フェイズ、間合い、残り時間といったプレイ中の情報を 1 フレーム毎にデータとして取得した。更にこれらのデータだけではなくアンケートも取ってどちらがより戦いにくかったか、人間らしい動きをしていたのかを聞いた。

4.1 検証

今回は 2 つの方法を用いて検証をした。まず第 1 に本手法を実装した AI とランダム AI とで対戦した時の優位性を調べた。次に数人の被験者に本手法の AI とランダム AI とを交互にプレイしてもらい、各々の対戦データを取った。

ここでランダム AI の実装内容を述べる。まず近距離での行動と中～遠距離での行動と 2 つの行動パターンを設定する。近距離では攻撃か防御を行い、中～遠距離

では移動か飛び道具を行う。近距離においてどの種類の攻撃や防御を行うか、中～遠距離で移動するか飛び道具攻撃を行うか等は本手法の AI とは異なり全てランダムで決定する。

各検証の詳細と結果は以降に示していく。

4.1.1 ランダム AI と本手法の AI を比べた時の優位性の検証

本手法に基づいて実装を行った AI と完全にランダムで動作を行う AI とで対戦をし、計 3 回分のデータを取った。結果は 3 回共に本手法の AI が勝利している。ランダム AI の防御は、特に中～遠距離時は飛び道具に対する警戒がランダムのためにほとんど見られなかったので飛び道具でダメージを受けていることが多かった。更に全体的にあまり攻撃を行わず下段防御が多かったために本手法 AI による中段攻撃も高確率で受けていた。

4.1.2 対人戦における有効性の検証

数人の被験者に対してランダム AI と本手法の AI を交互にプレイしてもらい、その時のデータを取得した。データは互いの間合い、行動、体力、残り時間といった要素を 1 フレーム毎に取っている。プレイヤーにはどちらが本手法の AI なのかは知らせていない。その他の詳しい実験方法は以下の通りである。

1. 初めに練習としてランダム AI、本手法の AI を 1 回ずつプレイしてもらう
2. 練習が終わった後にランダム AI を 1 回、本手法の AI を 1 回で 1 セットとして交互にプレイしてもらい、計 2 セット分のデータを取る
3. 終わりに、何回目のものが人間らしいと感じたかアンケートを行う

今回は 6 人の被験者を対象に実験を行って計 12 セット分のデータを取得した。勝敗に関する結果は表 4.1-4.6 で a-1 を例として説明を行う。a-1 はプレイヤー a の 1 回目のデータということを示し、 \times は各々の AI に対してプレイヤー a が勝利し

たか否か表している。体力の最大値は 150 と定め、ゲームが終了した時点でのプレイヤー a の体力 : その AI の体力となっている。a-1 のランダム AI の項目ではプレイヤー a の体力がなくなった時点でのランダム AI の体力は 76 で、ランダム AI の勝利という形でゲームが終了していることを表している。

表 4.1: プレイヤ a の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
a-1	×	0:76	×	0:136
a-2		80:0	×	0:15

表 4.2: プレイヤ b の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
b-1		48:0	×	0:121
b-2	×	0:20		90:0

表 4.3: プレイヤ c の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
c-1		90:0		16:0
c-2		61:0	×	0:70

表 4.4: プレイヤ d の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
d-1		104:0	×	0:126
d-2		120:0	×	0:140

表 4.5: プレイヤ e の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
e-1	×	0:125	×	0:30
e-2	×	0:20		70:0

表 4.6: プレイヤ f の勝敗

	ランダム AI	体力	本手法の AI	体力
f-1		11:0	×	0:30
f-2		40:0	×	0:130

プレイヤー a、b、c、d、f は本手法の AI の方が人間らしい、もしくは戦いづらいつと感じたと答えた。しかしプレイヤー e はランダムの方が戦いづらかつたと答えた。

4.2 検証の考察

2つの検証からわかったことと問題点を以下に挙げていく。

4.2.1 ランダム AI と本手法の AI の優位性

3回共本手法の AI が勝利したということは完全にランダムで動作を行うよりもプレイヤーの特徴を捉え、対応を行う AI の方が優位であることがわかった。

4.2.2 対人戦における有効性と問題点

本手法の AI の方が人間らしく感じたという回答を多く得ることができた。

本手法の方が人間らしいと答えたプレイヤーから取得したゲームデータを分析すると下段攻撃を多用するプレイヤーに対して下段防御の回数を多くしたり、ジャンプ飛び込みに対して対空攻撃を行っていた。実際に多用した攻撃を防御されるようになって戦いにくさを感じたと答えたプレイヤーもいた。このことからランダムよりもプレイヤーの特徴を掴み、それに対応するよう AI が動作することで人間らしさややり辛さを感じることができるという有効性が出た。逆にランダムの方が人間らしいと答えたプレイヤーのデータを分析したところ、データを初めに取った回（表 4.5、e-1 ランダム AI の項目）においてプレイヤー e は下段攻撃を多用していた。対するランダム AI 側は下段防御を比較的多く行っていたのでプレイヤー e の攻撃がなかなか通じなかった。次のゲーム（表 4.5、e-1、本手法の AI の項目）以降でプレイヤーは下段攻撃の他に中段攻撃を混ぜて攻撃を行っていた。

ここで今回の問題点として挙げられるのはこのように攻撃の種類を混ぜた時の対処である。ランダム AI は防御の種類も全てランダムで決定するので下段中段を交互に混ぜても運が良ければ防御ができる。しかし本手法の AI は設計上、下段回数が多いと判断した時は中段の回数がそれを上回るまで下段防御を行うようになっている。下段と中段を混ぜた場合は交互に回数が上書きされるために下段に対応した所で中段、中段に対応した所で下段と攻撃に対応できなくなる。プレイヤー e は

このように交互に混ぜて戦っていたために本手法の AI が対応できず、すぐに勝ててしまったことで人間らしさを感じなかったと推測した。このことを証明するために表 4.5 の e-2 を含めて本手法の AI が負けた 3 回分のデータを分析した所、いずれも攻撃の種類などを交互に混ぜることで AI にダメージを与えていたことがわかった。つまり本手法の AI は行動の種類を交互に変えることに対して弱いと言える。

第 5 章

まとめ

本研究では格闘ゲームの対 COM 戦において行動のパターン化からくる飽きを解消するために AI がより人間らしい動作、駆け引きを行うことができれば解決すると仮説を立てた。そこでプレイヤーの間合いや攻撃・防御といった特徴を分析してその特徴に対応するように AI の行動を決定するアルゴリズムの提案と実装を行った。その結果、4 章の検証から本手法の AI はより人間らしい動作を行うことが可能であると証明することができた。

現状の問題点の 1 つとして挙げるのは 4.2.2 節のように攻撃の種類といった行動を交互に変えるプレイヤーに弱いことである。中には AI が自分の癖を読むということを知った時にそれに対して裏をつくような行動をするプレイヤーもいる。そのためこのようなフェイントにも対応する必要がある。他にも技の種類やキャラクターを増やした上で AI のアルゴリズムの提案があれば今回よりも現在の格闘ゲームにより近い状態のものに利用できるだろう。

また近年の格闘ゲームは新しく始めようとするプレイヤーにとってはかなり難しいほどに敷居が高くなっている。ゲームの操作性やシステムの複雑さという問題もあるが、駆け引きの仕方がわからなくて勝てないという点も難しく感じてやめてしまう理由の 1 つである。駆け引きを学ぶには対人戦が 1 番ではある。しかし自分よりもレベルが高いプレイヤーと積極的に戦う気はそう起きるものではない。本研究はプレイヤーに飽きさせないことを目的としていたが、今回のようなアルゴリ

ズムが対人戦でなくても駆け引きの取り方の練習になるような目的で利用されれば良いと考えている。本手法が少しでも格闘ゲームの発展の助けになるようお願いつつ、本論文のまとめとする。

謝辞

本論分を締めくくるにあたり、本研究を進める上で多大なるご指導を頂きました本校メディア学部の渡辺大地講師、及びゲームサイエンスプロジェクトのスタッフの三上浩司講師に心より感謝いたします。また、研究について親身に相談に乗って下さった本校メディア研究科博士課程の竹内亮太先輩、阿部雅樹先輩をはじめとするゲームサイエンスプロジェクトの先輩方にも深く御礼申し上げます。そして共に研究を進めてきた友人達にも感謝いたします。

最後にたくさん心配をかけた家族に謝罪と感謝をいたします。ごめんなさい。それでも温かく見守ってくれて、本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 三輪誠, 横山大作, 近山隆, ”駒位置と効き関係に注目した詰み評価関数の自動生成”, 第10回ゲームプログラミングワークショップ2005, 2005.
- [2] 伊藤毅志, 松原仁, ライエル・グリーンベルゲン, ”将棋のプレーヤーの棋力の違いによる読みの広さと深さ”, 情報処理学会研究報告, 2002.
- [3] 加藤俊明, 鈴木豪, 小谷善行, 堤正義, ”対戦相手に合わせた評価関数の学習システム”, 情報処理学会研究報告, 2000.
- [4] 藤田 肇, 松野 陽一郎, 石井 信, ”マルチエージェントカードゲームのための強化学習法の改良”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2003/3.
- [5] 藤井叙人, 橋田光代, 片寄晴弘, ”戦略型カードゲームのための戦略獲得法”, 情報処理学会研究報告 エンタテインメントコンピューティング, 2008/3.
- [6] 赤堀将吾, ”3人以上で対戦するインディアンポーカーのAIの思考パターンを形成する手法の提案”, 東京工科大学卒業論文, 2007.
- [7] 長谷川昂, ”多人数対戦型カードゲームにおける戦略の学習”, 岐阜大学応用情報学科 卒業論文, 2006.
- [8] 武田勉, 小野廣隆, 山下雅史, ”RoboCup サッカーシミュレーションにおける移動戦略最適化”, 2002.

- [9] 國岡将弘, 亀井且右, ”サッカー型ゲーム環境における強化学習による犠牲的戦略獲得に関する研究”, 第 11 回インテリジェントシステムシンポジウム講演論文集, 2001.
- [10] 河原林友美, 川尻圭介, ”気の利くサッカーエージェント作成の試み”, 情報処理学会研究報告, 2008/10.
- [11] 松浦健一郎, ”シューティングゲームアルゴリズムマニアックス”, ソフトバンクパブリッシング, 2004/06.
- [12] 逢坂 翔太, 八朔 宏樹, ターウォンマット ラック, ”ビデオゲームにおける AI のルールベース適正化”, 情報処理学会研究報告, 2006/03.
- [13] 田淵一真, 谷口忠大, 榎木 哲夫, ”模倣学習と強化学習の調和による効率行動獲得”, 第 20 回日本人工知能学会全国大会”, 2006.
- [14] 松浦健一郎, ”3D 格闘ゲームプログラミング”, ソフトバンククリエイティブ, 2007/06.
- [15] David M. Bourg, Glenn Seemann, ”ゲーム開発者のための AI 入門”, オーム社, 2005/01.
- [16] 服部裕介, 田中彰人, 星野准一, ”格闘ゲームキャラクタの模倣学習”, 情報処理学会研究報告, 2007/11.
- [17] 田中彰人, ”対戦型アクションゲームにおけるプレイヤーの模倣行動の生成”, 筑波大学大学院博士課程修士論文, 2006/01.
- [18] 長久勝, ”NPC 動作アルゴリズムの自動生成に関する考察”, 情報処理学会研究報告, 1998/03.
- [19] 中川明紀, Ruck Thawonmas, 逢坂翔太, 柴崎智哉, ”ニューラルネットワークによる格闘ゲーム AI の難易度調整及び行動多様性向上手法”, 情報処理学会第 70 回全国大会予稿集 vol. 3 ,no.1 第 4 分冊 pp801-802, 2008/03.

[20] 山田巧,Dx ライブラリ,<http://homepage2.nifty.com/natupaji/DxLib/>.

付録 A

研究用格闘ゲームの行動表

赤枠で囲っている箇所は攻撃判定が出ている範囲を表している。

立ち状態 	立ち防御 	下段弱攻撃 
歩き・ダッシュ 	しゃがみ防御 	下段中攻撃 
ジャンプ 	弱攻撃 	下段強攻撃 
しゃがみ 	中攻撃 	中段攻撃 
ダメージ中 	強攻撃 	飛び道具 

図 A.1: キャラクターの行動