

2019年度 卒業論文

疑似プレイヤーの
感情モデルに関する研究

指導教員：渡辺 大地 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス プロジェクト
学籍番号 M0116283
宮坂 百永

2020年2月

2019年度 卒業論文概要

論文題目

疑似プレイヤーの
感情モデルに関する研究

メディア学部

学籍番号：M0116283

氏名

宮坂 百永

指導
教員

渡辺 大地 准教授

キーワード

ゲーム AI、感情、ゲーム、
疑似プレイヤー、キャラクター AI

昨今、人工知能の研究が盛んに行われている。その中で、「人間らしい振る舞い」をコンピューターの操作するキャラクターに行わせるという研究がある。プレイヤーが、AIの行動にパターンを見出すなどで「機械らしい振る舞い」と感じてしまうと、ゲームをプレイする際に飽きにつながってしまうため、回避しようとする研究である。解決案として、キャラクターを司る AI に感情を持たせるという手法や、プレイヤーの現在がどんな感情であるかを推定しゲームの状況の管理に用いるという手法があるが、キャラクターを操作する AI そのものに感情を搭載するという研究は少ない。

本研究では、プレイヤーと同条件で戦闘する AI を「疑似プレイヤー」と呼称する。心理学を参考にした、周囲の状況と自身の状況から感情を遷移する感情モデルによって、疑似プレイヤーの感情を決定する手法を提案する。

目的は、制作者の意図によって AI を制御することと、疑似プレイヤーによって操作されたキャラクターに「人間らしい振る舞い」をさせることである。

提案手法の評価としては、簡単な 3D のシューティングゲームを開発し、2 パターンの戦闘後のアンケート結果によって行った。提案手法による戦闘と、比較検証の手法として一定の条件で行動を決定する疑似プレイヤーによる戦闘の 2 パターンであり、各戦闘は 2 試合行った。その結果、本手法である疑似プレイヤーによって操作されたキャラクターが「人間らしい振る舞い」であると多く感じたというアンケート結果になった。本手法によって「人間らしい振る舞い」をさせることができ、また制作者の意図によって AI の制御を行うことができたと言える結果が得られた。

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	論文構成	4
第 2 章	提案手法	5
2.1	疑似プレイヤーの感情モデル	5
2.1.1	Watson らの 2 次元感情マップ	6
2.1.2	里井の 2 次元感情マップ	7
2.1.3	感情と行動の内容	9
2.2	一定の条件に従って遷移する場合	12
2.3	検証するゲームについて	12
2.3.1	ゲームルール	13
2.3.2	戦闘の仕様	14
2.3.3	勝利と敗北条件	15
第 3 章	結果と考察	16
3.1	結果	16
3.2	考察	18
3.2.1	本手法の場合	18
3.2.2	一定の条件でステータスが変わる手法の場合	18
3.2.3	統括	19
第 4 章	まとめ	20
	謝辞	21
	参考文献	22

目 次

2.1	Watson らにおける 2 次元感情マップ (Watson. 1985)	7
2.2	里井における 2 次元感情マップ (里井. 2019)	8
2.3	シューティングゲームのプレイ画面	13
2.4	シューティングゲームのマップを上から見た図	14

表 目 次

3.1	本手法でのアンケート結果	16
3.2	一定の条件でステータスが変わる手法での結果	17
3.3	t 検定	17
3.4	t 値と p 値	17

第 1 章

はじめに

1.1 研究背景と目的

昨今、国内外でゲームに関する研究が盛んに行われている。その中でも、人間であるプレイヤーが操作するのではなく、コンピューターが操作する Non Player Character（以下、NPC と表記する）で、三宅 [1] [2] は、敵 NPC や味方 NPC の動きを司っているキャラクター AI や、ゲームの管理を行っているメタ AI という名称が聞かれるようになったと述べている。

そして、近年はオープンワールドのゲームが多く開発されており、ゲーム内容やプレイが複雑化してきているとも三宅 [3] は述べた。それに伴い味方 NPC だけでなく敵 NPC は、ゲームを行っているプレイヤーが不自然だと感じないように複雑な動作が要求されている。

不自然だと感じやすいのは、プレイヤーが敵 NPC と戦う際や味方 NPC と協力して戦う際である。しばらく戦闘をしている内に、NPC の動きにパターンを見出して、プレイヤーは「機械らしい振る舞い」であると感じてしまい、ゲームをプレイするの楽しみや没入感が薄くなってしまいうという問題点があり、服部ら [4] によっても指摘されている。これは、ゲームへの没入感と飽きを招いている。そのため、「機械らしい振る舞い」ではなく、「人間らしい振る舞い」の実現が望まれている。「人間らしい振る舞い」を行う AI の先駆けとしては、ゲーム AI の学習に人が意思決

定をする際に直感で素早く解に到達する手法 [5] [6] [7] を導入した研究や、人間らしい振る舞いを機械学習によって自動獲得する研究 [8] [9] が行われている。しかし、これらのような模倣型の AI は、元データの特性しか持たせることができないため、制作者が AI の制御を行うことができないという問題点がある。

本研究の目的は、AI が操作する NPC に、より「人間らしい振る舞いをさせる」ことと、制作者が AI の行動を自由に制御できるようにすることの 2 点とする。目的を達成するために、「感情」によって振る舞いの向上を目指す研究について着目する。長谷 [10] は、現在どれだけプレイヤーがハラハラしているかという緊張度を、プレイヤーが入力するコントローラーのボタン入力から推測した。推測したものは敵の数のコントロールに使用する。また、Left 4 Dead[11]（以下、L4D と表記する）というゲームでは、プレイヤーが現在どういう感情であるかを、プレイヤーの操作やゲーム世界の環境から推定してゲームを管理した。敵が辺りに居ない場合はリラックスしている状態、戦闘している場合は緊張している状態とした。リラックスしている場合は、敵として登場するゾンビの配置や数を多くして戦闘状態を作り出す。また、戦闘後など緊張した後であればゾンビの出現数を抑えてリラックスする状態を作り出すということをメタ AI に行わせた。この「緊張と緩和」と管理することでプレイヤーを飽きさせないよう感情の揺らぎを作り出した。L4D は「緊張と緩和」を AI に作り出させることで得られる、感情の揺らぎによってプレイヤーが「面白い」と感じると考え方を適用したゲームである。「緊張と緩和」の推定によって敵の出現数をコントロールしており、続けていくうちに、プレイヤーは敵の出現数に波があると感じて、敵が出現するタイミングと出現しないタイミングをあらかじめ予想し対処をとることができる。そして、ゲームの今後の流れを予測してしまい、プレイヤーの思う感情として「緊張と緩和」が生まれにくくなってしまいう問題点がある。また、プレイヤーの感情の推定からの敵の出現数や出現位置は AI に委ねられており、人の手による介入が困難であるという問題点もある。

また、白鳥ら [12] は、対戦型格闘ゲームにおいて、自動対戦キャラクターである仮想プレイヤー

にゲームの状況やプレイヤーの行動に応じた音声を出させる手法を提案した。格闘ゲームをプレイ中であるプレイヤーの発話を、Plutchik[13]の「感情の輪」を参考に快-不快の2つに分類し、プレイヤーのプレイ中の発話状況や動作を参考にしながら仮想プレイヤーのために発話のモデルを制作して発話を実現した。感情を用いて状況にあった発話を促すという類似の研究も行われている。人間プレイヤーでは、危機的な状況下であるため弱気になるプレイヤーと、その状況を利用して逆転を狙い強気になるプレイヤーという、真逆の発想をもったプレイヤーが存在する。しかし、発話のモデルは、プレイヤーの多くが行う発話と行動を分類し設定したために、人間らしく感情的に振舞うことはできないという問題点と、AIが発話のモデルと条件から判断し行う発話を選択するため、制作者の意図した発話を選択できないという問題点がある。

上記の研究のように「プレイヤーの現在の感情」を推定し、AIによって変化を加える手法がある。また、ロボットに感情モデルを実装する試みや、プレイヤーの行動をNPCに模倣させる研究も多くある。しかし、NPCを操作するAIに感情を持たせるという研究は少ない。

人間ならば感情によって「逃げたい」「まだ戦える」といった、操作するプレイキャラクターの周囲の状況や、プレイキャラクター自身の状況から判断をして「人間らしい振る舞い」をする。それを感情モデルとして定義し、NPCを操作するAIの行動決定の条件として実装することでより「人間らしい振る舞い」で制作者にもAIの行動を制御できると考えた。

本研究では、プレイヤーと同条件で自動対戦するかつNPCを操作するAIを「疑似プレイヤー」と呼称する。疑似プレイヤーは、プレイヤーと同じ条件で戦闘を行うため、ゲーム全体の管理を行うメタAIから情報が伝わる事がなく、NPCのステータスや視認範囲の情報のみで戦闘を行う。視認範囲は、人間の両目の視野と同等とし、疑似プレイヤーを中心とした正面120度とする。この疑似プレイヤーによって、NPCが「人間らしい振る舞い」になることを目指す。そして、心理学を参考にした「感情モデル」を提案する。感情モデルとは、疑似プレイヤーの感情を外的要因から影響を与えるものである。外的要因とは、NPCの周囲の状況とNPC自身の状況のことである。

る。各状況から条件を設定し、条件と合致した感情に疑似プレイヤーの感情を変更する。例えば、敵を撃破し「嬉しい」という感情であったが、周囲に敵が見え、その敵からの攻撃に当たってしまいダメージを負ったため、「怯え」の感情に遷移するなどである。

検証方法としては、3人称視点で行うシューティングゲームを開発し、プレイヤー1名と疑似プレイヤー3名による試合と、一定の条件で疑似プレイヤーの行動が変化する手法による試合を、男女12名にプレイしてもらいアンケートを取ることで検証を行った。試合数としては、各10試合を行った結果から考察を行った。アンケートの結果は、本手法によって「人が操作している」と「感じた」「やや感じた」と答えた人は8名であり、一定の条件で行動が変化する手法に「人が操作している」と「感じた」「やや感じた」と答えた人は5名となった。本手法によって、AIが操作するNPCにより「人間らしい振る舞いをさせる」ことと、制作者がAIの行動を自由に制御することができたと言える結果となった。

1.2 論文構成

本論文は全4章で構成する。本章では研究背景と目的、そして論文構成について述べる。次に、第2章では疑似プレイヤーに実装する感情モデルの提案と検証するゲームについて述べ、そして第3章では提案手法における評価とその分析と考察を述べる。最後に、第4章ではまとめを述べる。

第 2 章

提案手法

本章では、提案手法について述べる。

本研究では、心理学のモデルを参考にした感情モデルを提案する。心理学におけるモデルは「感情のモデル」と呼称し、本研究の目的である意思決定の条件として組み込むモデルを、「感情モデル」と呼称する。

第 2.1 節では、参考にした 2 人の感情のモデルについて解説し、疑似プレイヤーに搭載する感情モデルについて述べる。第 2.2 節では、比較検証するために、一定の条件で行動を決定する感情をのせていない疑似プレイヤーの行動内容について述べる。そして、第 2.3 節では、検証を行うための簡単なシューティングゲームのルールについて述べる。

2.1 疑似プレイヤーの感情モデル

岡田ら [14] は、感情研究において、個々の感情に注目し、それぞれの感情が引き起こされる場面や各感情に関連した行動の違い等に基づいて、感情を特定するという流れが最近は取り上げられるようになったと述べている。つまり、感情によって行動を定めることができるということである。

感情については、心理学によって多く研究されており、様々な見解を参考にできる。よって、疑

似プレイヤーに感情を基にしたモデルを制作するにあたり、心理学における代表的な感情のモデルについて調べた。

心理学において代表的な感情のモデルは、Ekman[15] [16] による表情から読み取った「基本6感情」と、Russelら [17] による「円環モデル」などがある。これらは人間の感情にどのようなものがあるかを分類したものだが、他にも、Watsonら [18] による、感情を2次元平面のマップに置き換えて考えたものがある。この2パターンある感情のモデルのうち、EkmanらやRusselらによる感情のモデルは感情には何があるかを分類し、仕分けたものである。一方、後者のWatsonらによる2次元感情マップは、感情を分類しただけでなく、2次元空間上に配置し、正と負の軸で感情の度合いを表現したものである。今回は、意思決定の条件として感情モデルを制作するため、後者を参考に感情モデルを考案する。具体的には、Watsonらの感情マップを参考にしたスクウェア・エニックスのAIリサーチャーである里井 [19] の2次元感情マップをもとに考えた。

2.1.1 Watsonらの2次元感情マップ

図2.1はWatsonらによる2次元の感情マップである。

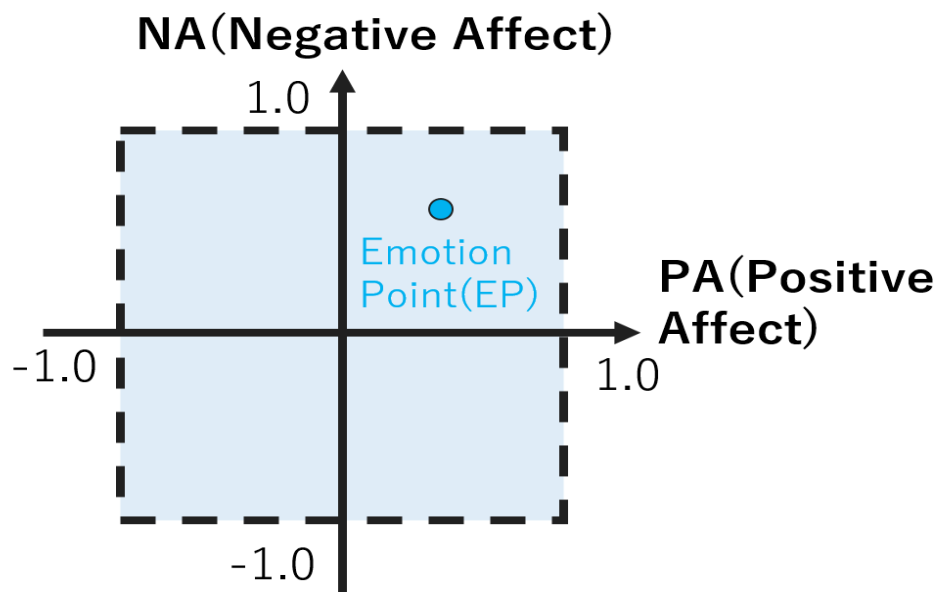


図 2.1 Watson らにおける 2 次元感情マップ (Watson. 1985)

「ポジティブ情動 (PA:Positive Affect)」を横軸、「ネガティブ情動 (NA:Negative Affect)」を縦軸とした 2 次元平面である。「ポジティブ情動」とは幸せや喜びといった感情であるのに対し、「ネガティブ情動」とは怒りや悲しみ、恐れといった感情が該当する。また、その平面において、現在の感情がどの位置にあるかはベクトルで示され、Emotion Point (以下 EP) と名付ける [18]。これを参考に、里井は少し変化を加えた 2 次元感情マップを用いた。

2.1.2 里井の 2 次元感情マップ

図 2.2 は里井による 2 次元感情マップである。縦軸と横軸である名称を変更し、平面を 8 つに分けてそれぞれがどういう感情なのかをより具体的に置きなおした感情マップを提案した。

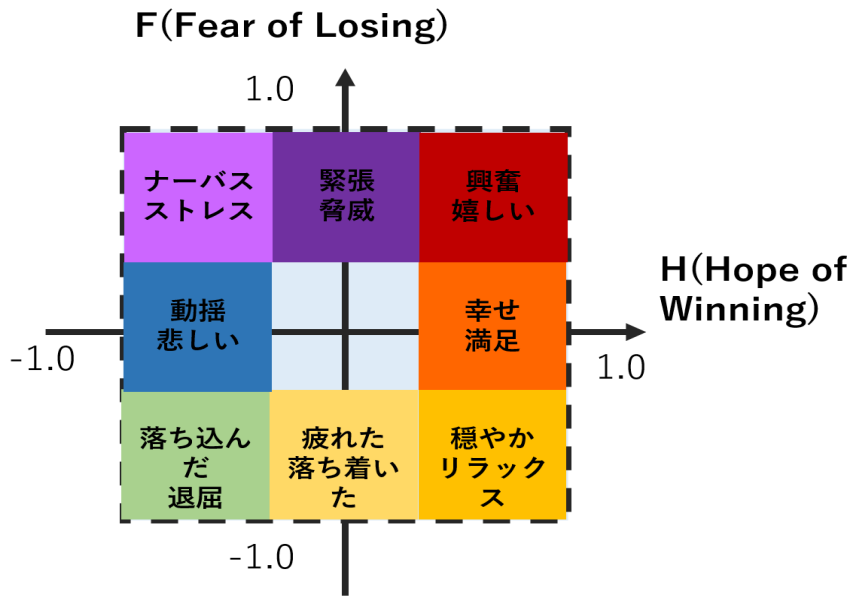


図 2.2 里井における 2次元感情マップ (里井, 2019)

NA に該当とする部分を「敗北への不安感 (F:Fear of Losing)」と呼称し縦軸に、また PA に該当する部分を「勝利への期待感 (H:Hope of Winning)」と呼称し横軸とした 2次元平面である。縦軸において、上へいくほど敗北への不安感が強く、下へ行くほど弱い。横軸においては、右へ行くほど期待感が高く、左へ行くほど低くなる。プレイヤーが現在どれほど「負けそうだ」と思っているのかが「敗北への不安感」であり、プレイヤーが現在どれほど「勝てそうだ」と思っているのかが「勝利への期待感」である。例えば、自分と敵で 1 対 1 の対戦を行ったとする。自分の残りの HP が少なくなってしまったが、敵にも攻撃を当てたため敵の HP が減っている。そのため、再びお互いに攻撃しあえばどちらかが HP が 0 となり勝利となる場合は、敗北への不安感が強いが、また、勝利への期待感も高くなる。よって「興奮・嬉しい」と「緊張・脅威」の間の位置に EP がくるという具合である。

ゲームに応用された感情のマップには以上のものがある。

2.1.3 感情と行動の内容

心理学者である Plutchik[13] は「感情の輪」を提唱した。感情を立体図のように考えたものであり、8つの基本感情がもとになっている。感情の対になるものがあり、感情の強さによってさまざまな感情を作り出すと考えたものである。各感情ごとに条件を考案する。8つの基本感情とそれぞれどういう感情であるのかは下記の通りである。

喜び

希望が達成されたときや、優しさを感じた時の爽やかな気持ちであり、「興奮・嬉しい」に該当する。

信頼

心配することなく、信じて安心できる気持ちであり、「穏やか・リラックス」に該当する。

恐れ

害悪や危険な事柄に対して逃避したいと感じる気持ちであり、「緊張・脅威」に該当する。

驚き

予期しない事象を体験したときの瞬間的な気持ちであり、「動揺・悲しい」に該当する。

悲しみ

物事がうまくいかなかった時や、大切なものを失った時に感じる残念な気持ちであり、「疲れた・落ち着いた」に該当する。

嫌悪

憎しみ嫌い、不快に感じる気持ちであり、「落ち込んだ・退屈」に該当する。

怒り

侮辱されたり傷つけられたりした時に起こる不愉快な気持ちであり、「ナーバス・ストレス」

に該当する。

期待

事柄が自分の思い通りになることを望む気持ちであり、「幸せ・満足」に該当する。

このことから、本研究の疑似プレイヤーに取り入れる感情モデルを、各感情ごとによる条件を考案した。それぞれで周囲の状況と自身の状況の1つずつとし、合計16個の条件を設定した。NPCの周囲の状況による条件は「周囲」と表記し、NPC自信のステータス状況による条件は「自身」と表記した。また、今回は「周囲」と「自身」の条件の両方が満たされた場合に行う行動を設定した。

興奮・嬉しい(喜び)

周囲：敵が周りに居ない。

自身：敵を撃破した。

行動：その場で2秒待機した後、移動する。

穏やか・リラックス(信頼)

周囲：20秒間、視認範囲に敵がいらない。

自身：20秒間、HP(ヒットポイント、ダメージを与えられて0になると死亡するもの)の変動がない。

行動：その場で3秒待機した後、移動する。

緊張・脅威(恐れ)

周囲：敵が一人以上いる。

自身：HPの残量にかかわらず、戦闘中である。

行動：戦闘をし続ける。

動揺・悲しい(驚き)

周囲：自身もしくは敵が撃破される。

自身：戦闘中に、攻撃によって HP が 1 減った。

行動：戦闘中ならば続行、戦闘中でなければ逃亡。

疲れた・落ち着いた (悲しみ)

周囲：敵を発見したら逃げ、敵を発見したら戦闘を行う。

自身：HP が減って 10 秒経っていない。

行動：敵がいなければその場で 3 秒待機し、3 秒後か敵を発見したなら、移動し攻撃する。

落ち込んだ・退屈 (嫌悪)

周囲：20 秒間、敵が周りに居ない。

自身：20 秒間、HP の増減もなく、戦闘も行っていない。

行動：敵と出会うまで移動する。

ナーバス・ストレス (怒り)

周囲：敵が視認でき、こちらに向かって移動もしくは攻撃をしている。

自身：戦闘を行い、自身の HP が 4 以上減った。

行動：障害物に隠れながら逃亡。

幸せ・満足 (期待)

周囲：敵が周りに居ない。

自身：敵を撃破した。

行動：その場で 4 秒待機した後、移動する。

以上が、本研究における提案手法の感情モデルである。次に、検証で比較する場合のモデルについて述べる。感情を搭載するのではなく、一定の条件に従って行動を選択するモデルにした。

2.2 一定の条件に従って遷移する場合

シューティングゲームにおいて、プレイヤーの多くが実行する行動を想定し、主に3つの行動を軸にした。移動と攻撃と逃亡である。そこにさらに、ダメージを受けた際の条件をプラスして4つの行動を設定した。

「敵を発見するまで移動する」、「敵がいた場合、攻撃する」、「NPCのHPが4以下になったら逃亡する」、「NPCのHPが4以下になり、敵と出会ったら攻撃を行う」の4つを、条件に合わせて行動するよう設定した。

2.3 検証するゲームについて

今回はプレイヤーと疑似プレイヤーが同条件で戦闘を行い、かつ性格が出やすいゲームで検証を行いたいと考えた。そこで、様々なジャンルのゲームがある中、今回用いるゲームはシューティングを選択した。

近年では PLAYER UNKNOWN'S BATTLE GROUNDS (通称、PUBG) [20] や Apex Legends[21] など、オープンワールドにおいてリアルタイムで複数プレイヤーと、一人もしくは数名のチームで対戦を行い勝ち上がっていく3Dのシューティングゲームが人気を博している。これらのゲームは開始する際、装備や回復アイテムなどを拾い集め強化していく途中で銃による戦闘を行う。物陰に隠れる場面や攻撃を仕掛ける判断、漁夫の利を狙うか撤退するかなどの判断は各個人にゆだねられている。またゲームクリア条件は全ての敵の撃破で自身が生き残っていることであり、ゲームオーバー条件は自身もしくはチーム全員の死亡である。よく隠れるのか攻撃するのかなどの判断による性格が出やすく、また敵も味方も同条件下で戦闘をする。武器を拾い集めるなど特定の行動を省いてプレイ時間の短縮をすることによって、より検証しやすいようにする。3Dのシューティングゲームであり、3人称視点で行ういわゆるサードパーソン・シュー

シューティングゲーム（Third Person Shooter。通称、TPS）を開発し、感情モデルを搭載した疑似プレイヤーの検証に用いた。

プレイ時間を短く設定でき、また性格が出やすいという条件に合致しているため、3人称視点で行うシューティングゲームを選択した。

2.3.1 ゲームルール

複数の疑似プレイヤーとプレイヤーは、自身以外はお互いに敵同士であり、一人で戦うものとした。また、プレイヤーも疑似プレイヤーも、それぞれ HP を 10 だけ持つ。疑似プレイヤーはプレイヤーから一定の距離が保たれた場所にランダムに配置し、プレイヤーは固定の位置からスタートする。図 2.3 は実際のゲーム画面であり、図 2.4 は上から眺めた全体のマップである。

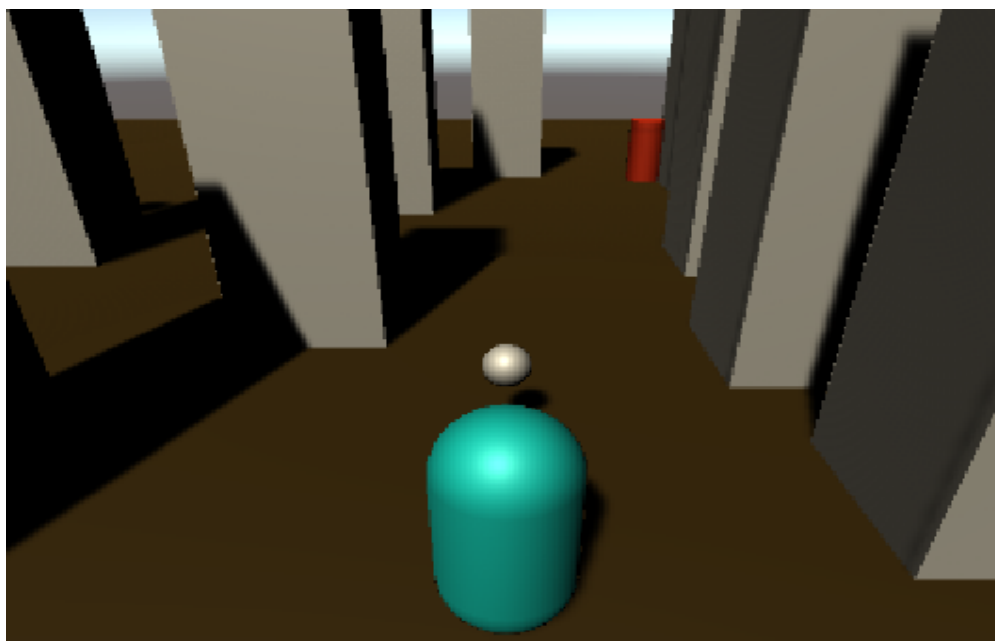


図 2.3 シューティングゲームのプレイ画面

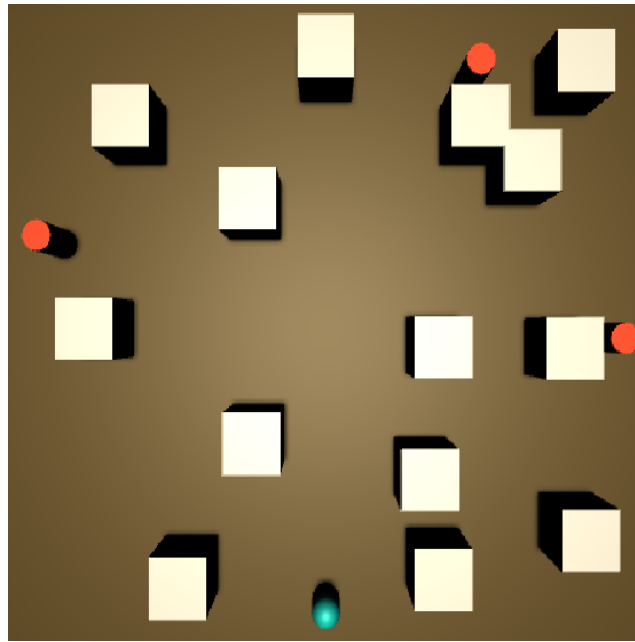


図 2.4 シューティングゲームのマップを上から見た図

図中のうち、青いオブジェクトがプレイヤーで、赤いオブジェクトが疑似プレイヤーである。フィールドは土のような茶色とし、障害物を白い直方体のオブジェクトとして配置した。障害物の配置はまんべんなく、お互いが一定の距離間を保ち、整列しないようにバラバラに配置した。敵の人数はマップの狭さから 3 人とした。

2.3.2 戦闘の仕様

攻撃手段は、プレイヤーも疑似プレイヤーも 4 方向に発射できる銃撃のような弾による攻撃のみである。プレイヤーはスペースを押した回数だけ弾を放つことができる。移動は上下と左右方向への移動であり、斜めに移動することも可能だが、弾は上下と左右にしか発射できないものとした。疑似プレイヤーも同様の弾を発射し攻撃する。移動もプレイヤーと同様の条件で行うことができる。

2.3.3 勝利と敗北条件

勝利条件は自身を除く全ての敵の撃破かつ自分自身の生存であり、敗北条件は HP が 0 になり死亡することである。制限時間は特に設けないが、検証のため 10 分以上経過するならば試合は強制終了し、残った HP と与ダメージの高い者を勝利とした。

第 3 章

結果と考察

本章では、提案手法の実行結果から考察を行う。第 3.1 節では提案手法での実行の結果について述べる。第 3.2 節では、プレイヤーと疑似プレイヤーで行った試合と、疑似プレイヤーのみで行った試合の 2 パターンの結果と考察を述べる。

3.1 結果

プレイヤー男女 12 名によって、プレイヤー 1 人と疑似プレイヤー 3 人の計 4 人で行ってもらい、そのあとにアンケートに答えてもらった。表 3.1 は、本手法におけるシューティングゲームをプレイしてもらった後に行ったアンケート結果である。男女 12 名に、プレイヤーとして疑似プレイヤー 3 名と試合を行ってもらった。その後、疑似プレイヤーに対して「人が操作していると感じたか」についてアンケートを行ったものである。また、表 3.2 は、一定の条件でステータスが変化する手法におけるシューティングゲームを行ってもらい、そのあとにアンケートに答えてもらったものの集計である。項目は表 3.1 と同様である。

表 3.1 本手法でのアンケート結果

	感じた	やや感じた	やや感じなかった	感じなかった
人が操作していると感じた	2	6	4	1

表 3.2 一定の条件でステータスが変わる手法での結果

	感じた	やや感じた	やや感じなかった	感じなかった
人が操作していると感じた	3	2	6	2

また、以上の結果から t 検定を行う。

帰無仮説を「提案した疑似プレイヤーの行動と一定でステータスが変わる疑似プレイヤーの行動には差がない」とした。優位水準は 5 % とした。疑似プレイヤーが操る NPC に「人が操作していると感じたか」と質問した、本手法におけるアンケート結果と一定の条件でステータスが変わる手法のアンケート結果を用いた。表 3.3 と表 3.4 は計算結果である。

表 3.3 t 検定

	提案した疑似プレイヤーの行動	一定でステータスが変わる疑似プレイヤーの行動
平均	3.000	3.250
分散	3.333	3.333
観測数	4	4

表 3.4 t 値と p 値

値	計算結果
t	2.446
P	0.855

帰無仮説としては「提案した疑似プレイヤーの行動と一定でステータスが変わる疑似プレイヤーの行動には差がない」であったが、p 値において 5 % 以上となったため、帰無仮説は棄却され、「提案した疑似プレイヤーの行動と一定でステータスが変わる疑似プレイヤーの行動には差がある」という結果となった。

3.2 考察

3.2.1 本手法の場合

感情モデルによって NPC の周囲や NPC 自信の状況から疑似プレイヤーの感情を決定し行動をさせたため、予想と違う行動を起こすことがあった。そのため、「人のような動きをしていると感じた」とアンケートにもコメントがあった。変わっていく戦況から臨機応変に行動するということができたと考えられる。また、疑似プレイヤー同士の戦闘を目撃した際、勝利した方の疑似プレイヤーの動きが一瞬止まってから動き出すという行動に「人間らしい」と感じたというコメントもあった。制作者の意図としては、「余韻に浸る」様子であったが、その意図を伝えることができたと考えられる。

試合の決着方法としては、プレイヤーと疑似プレイヤーの 1 対 1 である場合が多かった。疑似プレイヤー同士で戦闘を行う場面は少なく、また疑似プレイヤー同士の戦闘でどちらかが撃破される場合も少なかった。互いに攻撃を与えあったが、倒しきる前に逃亡する場面が多かった。プレイヤーがいる場合は最初の戦闘で相手を撃破、もしくは自身が撃破されることは 10 試合の中 4 回であった。感情モデルの条件において、傷を負ったら逃亡するという行動を設定してしまったためであり、倒せそうなら深追いするなどの条件設定不足であると考えられる。

3.2.2 一定の条件でステータスが変化する手法の場合

多くのコメントに、「同じ行動しかしていないように見えた」とあり、また、それがつまらなかったというコメントがあった。一定の条件でステータスを変化させた手法での行動パターンは、簡単な 4 つで定められており、戦闘においても歩き回り攻撃するというシンプルな動きになってしまったため、そのようなコメントが来たのだと考えられる。ただ、「多くのダメージを与えたのに立ち向かって来るのは人間らしいと感じた」というコメントがあった。条件としては HP が 4

以下になると逃亡するように設定したが、逃亡の行動をする前に撃破したためそのように感じたと考えられる。感情モデルでは細かく設定したために、HP が 0 になる前に逃亡することができたが、こちらの手法ではそれが行えなかったためである。意図や条件としては設定していないものの、ダメージを受け続けていても攻撃し続けるという、今回の感情モデルに搭載しなかった行動に人間らしさを感じたという結果が得られた。

3.2.3 統括

以上の結果と考察を踏まえて、最後に統括した考察を行う。

本手法における考察のまとめ

1 対 1 において、プレイヤーの予測と違う行動を起こさせることに成功し、人間らしい振る舞いだと感じさせることができた。

制作者のが意図した動きに、人間らしいと感じさせることができた。

一定の条件でステータスが変化する手法における考察のまとめ

同じような行動しかしていないように見える。

機械的な動きに感じた。

NPC の周囲や自身の状況から感情モデルで、疑似プレイヤーの感情を決定させることができた。プレイヤーは、周囲の状況から疑似プレイヤーがどのように行動するのかを予測し、戦闘を行うことができた。NPC 自身のステータスだけでなく、周囲からも感情を左右させ、行動を起こさせることに成功することができた。感情モデルを持たせることによって、疑似プレイヤーの振る舞いに改善が見られた。しかし、感情モデルであっても「シンプルで機械的な動きに感じた」という人がいた。それは、今回提案した感情モデルの条件不足によるものと考えられる。今後は、感情による行動をさらに分類わけをし、条件のパターンを増やしていく必要があるだろう。

第 4 章

まとめ

本研究では、疑似プレイヤーの感情を感情モデルによって決定させ、より人間らしい振る舞いの獲得と製作者の意図によって AI を制御するという 2 つを目的とし、心理学を参考にした感情モデルの提案と検証を行った。結果、疑似プレイヤーが周囲の状況から感情を獲得することに成功し、プレイヤーとの対戦でも予測していない行動を起こし、意表を突くなど人間らしい振る舞いをさせることができた。しかし、瀕死の相手を深追いするなどの瞬間的な判断をさせることは設定していなかったため、行うことができなかった。提案した感情モデルでは、条件の設定が不足していたためである。今後は、感情ごとにより行動のパターンを作り、条件を増やしていく必要がある。

謝辞

本研究についての相談、本論文に対する指導をしていただいた渡辺先生、そして阿部先生に心より感謝いたします。そして、研究や論文についての相談、協力してくれた研究室メンバーと先輩方に感謝いたします。また、本研究をするにあたり、題材提供をしていただいた株式会社スクウェア・エニックスのテクノロジー推進部、AI リサーチャーである里井大輝さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] 三宅陽一郎. デジタルゲームにおける人工知能技術の応用. 人工知能, Vol. 23, No. 1, pp. 44–51, 2008.
- [2] 三宅陽一郎. デジタルゲームにおける人工知能技術の応用の現在. 人工知能, Vol. 30, No. 1, pp. 45–64, 2015.
- [3] 三宅陽一郎. デジタルゲームにおける可視化技術. 可視化情報学会, Vol. 38, No. 151, pp. 28–33, 2018.
- [4] 服部裕介, 田中彰人, 星野唯一. 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. 情報処理学会研究報告ゲーム情報学, Vol. 23, No. 20(2007-GI-017), pp. 1–8, 2007.
- [5] 杵渕哲彦, 伊藤毅志. 手の流れを考慮して自然な手を選ぶ将棋 ai の試作. 研究報告ゲーム情報学, Vol. 2015-GI-33, No. 12, pp. 1–8, 2015.
- [6] 池田心, Simon Viennot. モンテカルロ碁における多様な戦略の演出と形勢の制御～接待碁 ai に向けて～. ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集, Vol. 2012, No. 6, pp. 47–57, 2012.
- [7] 伊藤毅志, 杵渕哲彦, 藤井叙人. ゲームにおけるヒューマンエラー – 将棋における考察 –. ゲームプログラミングワークショップ 2014 論文集, Vol. 2014, pp. 196–201, 2014.
- [8] 藤井叙人. 人間らしい振る舞いを自動獲得するゲーム AI に関する研究. 博士論文, 関西学院

大学・理工学部・理工学研究科, 2016.

- [9] 藤井叙人, 佐藤祐一, 若間弘典, 風井浩志, 片寄晴弘. 生物学的制約の導入によるビデオゲームエージェントの「人間らしい」振舞いの自動獲得. 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 7, pp. 1655–1664, 2014.
- [10] 長谷洋平. 汎用ゲーム ai エンジン構築の試みとゲームタイトルでの事例. 人工知能, Vol. 32, No. 2, pp. 189–196, 2017.
- [11] Michael Booth. The ai systems of left 4 dead. *Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference at Stanford, 2009*, 2009.
- [12] 白鳥和人, 塩入健太, 星野准一. 感情表現生成を行う仮想ゲームプレイヤー. 芸術科学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 65–74, 2008.
- [13] Robert Plutchik. The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *Sigma Xi, The Scientific Research Honor Society*, Vol. 89, No. 4, pp. 344–350, 2001.
- [14] 岡田顕宏, 阿部純一. 心理学における感情研究の歴史と動向. 日本フエジィ学会誌, Vol. 12, No. 6, pp. 730–740, 2000.
- [15] P.Ekman and W.V.Friesen. *Emotion in the Human Face [Guidelines for Research and an Integration of Findings]*, Vol. 11. Pergamon General Psychology Series, 1972.
- [16] P.Ekman and W.V.Friesen. 表情分析入門—表情に隠された意味を探る, 第 19 巻. 誠信書房, 2015.
- [17] James A Russell. A circumplex model of affect. *Personality and Social Psychology*, Vol. 39, No. 6, pp. 1161–1178, 1980.
- [18] Watson and Tellegen. Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bullentin*, Vol. 98, pp. 219–235, 1985.

- [19] 里井大輝. 感情を揺さぶるメタ ai ～ゲームへの実装方法とバランス調整への応用事例～.
https://cedil.cesa.or.jp/cedil_sessions/view/2013. 参照:2019.12.15.
- [20] DMM.com. Pubg 公式: プレイヤーアンノウズバトルグラウンズ - dmm.com. <http://pubg.dmm.com/>. 参照:2020.01.17.
- [21] ea.com. Apex -legends- : Ea 公式サイト. <https://www.ea.com/ja-jp/games/apex-legends>. 参照:2020.01.17.