

プレイヤーのリアクションの音響的特徴量に基づく動的難易度調整

原田和明^{1,a)} 兼松祥央^{1,b)} 茂木龍太^{2,c)} 三上浩司^{1,d)}

概要: 近年、様々なゲームにおいてプレイヤーの感情に沿ったゲームデザインをする工夫やその研究がなされている。その中で本研究では、プレイヤーがプレイ中に発する音声に注目した。ゲームプレイ中、プレイヤーは無意識に音声を発することがある。それらの音響的特徴量を入力情報として感情を推察する。その感情を考慮し、動的に敵の発生頻度や発生上限、攻撃頻度を制御するシステムを開発した。

1. はじめに

近年、様々なゲームにおいてプレイヤーの状況やその感情に沿ったレベルデザインをする工夫やその研究がなされている。プレイヤーのボタン入力や、ゲーム内部でのキャラクターの情報から状況を判断し、メタ AI が指示を送るなどをしてデザインをする。本研究では、これらの情報に追加できる要素として、プレイヤーがプレイ中に発する音声に注目した。ゲームプレイ中、プレイヤーは無意識に音声を発することがある。また、個人差はあるが感想等をその場で簡潔に述べるプレイヤーもいる。それらの音声から、音響的特徴量を入力情報として感情を推察する。その感情を考慮することで、プレイヤーの感情をより正確に推定すること期待でき、よりプレイヤーの感情に沿ったレベルデザインをすることが可能になるのではないかと考えた。

本稿では、前述したシステムの”プレイヤーのリアクションから感情を推察し、ゲームの難易度を調節する”ことに焦点を当てたゲームデモを Unity と Web Empath API^{*1} を使用して制作した。

2. 先行研究

プレイヤーの現在の状況がをゲームの制御に取り入れる先行研究として、Booth [1] らはプレイヤーの現在の緊張度を測定し、それに基づく制御をするメタ AI を開発した。

このシステムは、ゲームのプレイログから各プレイヤー



図 1 Left4Dead におけるプレイヤーの感情強度と敵出現数の例 [1]

の現在の感情強度 (emotional intensity) を測定する。その値が、図 1 のように周期的に上昇と下降を繰り返すようにゲームをコントロールする。コントロールの方法は、新しく出現する敵 NPC の数や種類、位置などがある。これによって、プレイヤーチームを完全に圧倒することなく、難しすぎない難易度を生成できる。また、プレイヤーによって感情強度の変動に差があるため、ゲームをプレイする度に難易度の上下のタイミングが変わるため複数回プレイしても楽しむことができるようになっている。

しかし、この感情強度に基づくメタ AI での調整は使用することのできるゲームに限られており、扱うことのできる感情が少ない。そこで里井 [2] は、認知心理学での感情分類モデル [3] を参考に”勝利への期待 (Hope of Winning)”と”敗北への不安感 (Fear of Losing)”の 2 つを軸とした図 2 の 2 次元感情マップを作成した。この 2 次元平面上に、アクションログやキャラクターの状態、ゲームワールドの状態からベクトル (Emotion Point) としてプレイヤーの感情を推察し表した。その後、2 次元感情マップ上にプレイヤーに感じてほしい感情ベクトルを決め、そこに少しづつ向かうようにゲームをコントロールする。これによって、デザイナーの意図した感情をプレイヤーに与えやすくなった。また、現在の感情ベクトルを推察するための要素や次の感情ベクトルに向かわせるための要素をゲームの種類によって変えることで様々なゲームに使用することが可

¹ 東京工科大学メディア学部

² 東京都立大学システムデザイン学部インダストリアルアート学科

a) m0117227dc@edu.teu.ac.jp

b) kanematsuyh@stf.teu.ac.jp

c) h486823a@edu.teu.ac.jp

d) mikami@stf.teu.ac.jp

*1 <https://webempath.net/lp-jpn/>

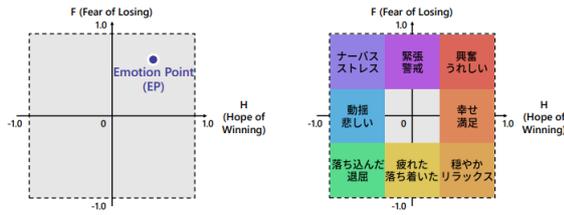


図 2 里井の 2 次元感情マップ [2]

能となった。しかし、現在の感情ベクトルを推察する要素として挙げられているものから推察することのできる感情は、あくまで一般的なプレイヤーの感情で、同状況における感情の個人差を推察できているとは言い難い。そこで、本研究では感情を推察する要素としてプレイヤーのリアクションの音響的特徴に注目した。この要素を追加することによって同状況における感情の個人差を推察することが可能になることが期待される。

また、音声と感情の研究は多くなされている。中でも飯高ら [4] らは、未学習の短文データの図 3 のような音響的特徴から平静と喜び、悲しみ、怒り、嫌々の 5 つの感情を推定するシステムを作成した。結果は、5 感情の平均正答率 8 割と高い数値を示したが、システムの作成にとどまっている。このようなシステムを応用し音響的特徴から感情を推定しゲームを制御するための要素として使用できるのではないかと考えた。

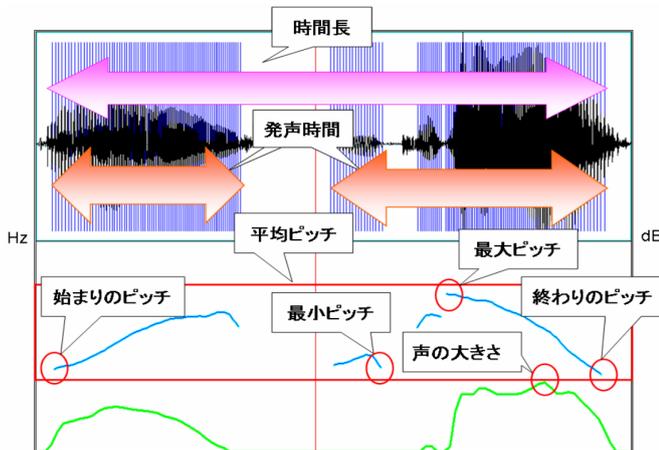


図 3 飯高らの音響的特徴解析 [4]

3. 本研究の手法

本研究では、プレイヤーのリアクションから感情を推察し、ゲームの難易度を調節するシステムとそれを利用したゲームの制作を行った。また、今回は制作の容易さから音響的特徴から感情を推定するシステムを作成するのではなく Web Empath API を使用して制作を行った。Web Empath API は 5 秒未満の音声を POST することで、平常と怒り、喜び、悲しみ、元気度の 5 感情を 0~50 の値で表した結果が返ってくる API である。

3.1 制御の流れ

今回の感情推定システムは図 4 のようになっている。

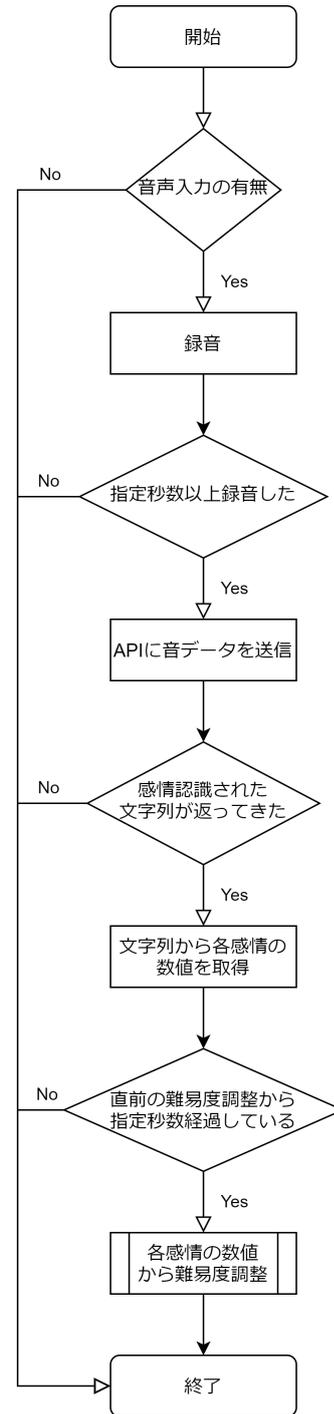


図 4 動的難易度調整のフローチャート

マイクから一定以上の音の入力があった場合、その音声を指定時間 (今回は 1 秒間) 録音する。その後、その音声を Web Empath API に POST する。API から返ってきた文字列を各感情ごとに切り分け、それぞれの感情の数値を取得する。ここから得た各数値を制御側に渡し、難易度を調整してく。

3.2 手法を取り入れて制作したゲーム

今回は、下記の2点から、制限時間内を生き残るシューティングゲームを制作し、難易度調整のシステムを導入することにした。ゲーム画面は図5のようにになっている。

- (1) 制作の容易さ
- (2) 連続した危険による声の出やすさ



図5 デモゲームの画面

画面中央下の青い球がプレイヤーで矢印キーを使って操作し、Spaceキーで弾を発射する。上から降ってくる赤い四角が敵で難易度に応じた頻度で弾を発射する。

次にUI部分は、ゲーム面と音声面の2つがそれぞれ画面上部と右側にある。ゲーム面のUIは画面上部の緑の四角で囲われた部分にある。左側に現在の難易度と難易度の初期値、現在のHPを表示し、右上側にクリアまでの残り時間を表示している。次に、右上側の赤い四角で囲われた部分に音声面のUIを表示している。内容は、入力されている音声の波形と、1秒ごとに録音した音声の感情識別結果を出力するようになっている。

また、実装内容として難易度は調整しやすいように難易度の数値を全体で共有し表1の様動的に調整できるように実装した。

表1 デモ調整箇所一覧

調整値	初期値	計算式
難易度 (以降 diff)	50	0~100
敵の出現上限	50体	初期値 * diff / 50
敵の頻度	2秒毎	初期値 * (101 - diff) / 50
敵のHP(最小値1)	1	(int)(初期値 * diff / 25 - 1)
敵の攻撃頻度	2秒毎	初期値 * (101 - diff) / 50
敵の弾の速度	1倍	初期値 * diff / 50

さらに、Web Empath APIから返ってきた各感情の数値の利用方法は表2を上から順に参照していき、最初に条件が整った条件の変更を適応している。

4. 実証実験

今回制作したデモゲームをプレイ後、アンケートに回答してもらった。また、今回は実際にプレイヤーがどのよう

表2 各感情の数値からの調整法則

感情	条件	変化
喜び or 元気度	25以上	難易度維持
平常度	25以上	難易度2上昇
怒り or 悲しみ	25以上	難易度2減少

に感じるのかに焦点を当てて実験をするため、声によって変化するシステムが実装されていることを説明した上でゲームをプレイしてもらった。

4.1 アンケート内容

今回のアンケートの項目を次に示す。

- (1) ゲームのログデータをアップしてください
- (2) 普段シングルプレイのゲーム中に声を出しますか?
- (3) 普段シングルプレイのゲーム中に声が出やすい条件があれば教えてください
- (4) 難易度の変化はどの程度実感できましたか?
- (5) 敵の出現上限の変化はどの程度実感できましたか?
- (6) 出現頻度の変化はどの程度実感できましたか?
- (7) 敵のHPの変化はどの程度実感できましたか?
- (8) 敵の移動速度の変化はどの程度実感できましたか?
- (9) 敵の攻撃間隔の変化はどの程度実感できましたか?
- (10) 敵の弾の速度の変化はどの程度実感できましたか?
- (11) プレイヤーの弾の速度の変化はどの程度実感できましたか?

(1)は実験を遠隔で行ったため、プレイログファイルをアンケートと同時にアップロードしてもらった。(2)は、とてもよく出す、時々出す、ほとんど出さない、意識したことが無いの4段階で解答してもらった。(3)は自由記述になっており、今後のデモ作成の参考にするためにアンケートに加えた。(4)~(11)はゲームプレイ中にどれだけ変化を感じたかを5段階のリッカート尺度(1:まったく実感できなかった-5:とても実感できた)によって解答を行ってもらった。実際に調整を加えたのは3.2の表1で示したもので、(9)(11)はダミーとして項目に追加している。

4.2 アンケート結果

今回は3名の男子学生に協力してもらい、デモのプレイとアンケートをしてもらった。その結果図6の様難易度の変化が実感しにくいデモであったことがわかった。

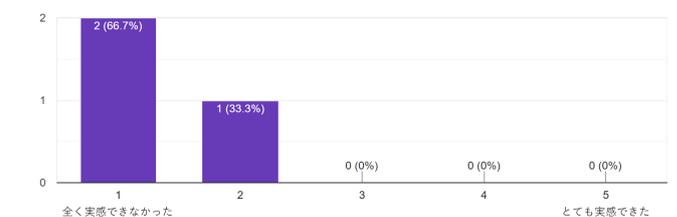


図6 難易度を実感できたか

しかし、続く敵の出現頻度の変化に関する質問では、図 7 の様にある程度変化を感じさせることができていたことが明らかになった。

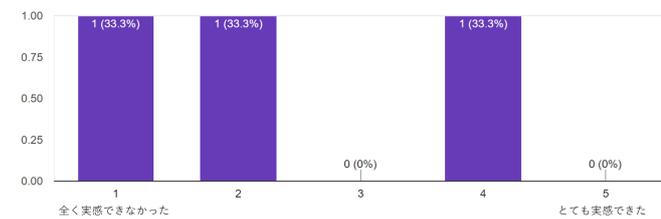


図 7 敵出現頻度の変化を実感できたか

また、アンケートにて提出されたログデータから難易度の変更された回数を確認したところ表 3 の様に個人差が大きいことが分かった。また、難易度調整のほとんどが加算であることも明らかになった。しかし、今回のデモの目的は 1 で述べたように、“プレイヤーのリアクションから感情を推察し、ゲームの難易度を調節する”ことにある。表 3 を見ると、プレイヤーのリアクションによって難易度の調節ができていたことがわかるため、デモの目的は果たすことができています。

表 3 各学生の難易度変更回数

学生	難易度変更	難易度加算	難易度減算	最終難易度
1	4 回	4 回	0 回	58
2	16 回	15 回	1 回	80
3	14 回	13 回	1 回	76

5. 考察と将来展望

4.2 から、今回のデモは初期の難易度が低く難易度の調整結果がわかりにくいということがわかった。また、難易度の変化量が少ないことや、調整の方法が検討不足であった可能性も考えられる。そのため、今後は里井 [2] が行っているようなアクションゲームでの実装をして直観的に調整がなされていることを感じるができるデモの作成をする必要がある。

また今回は、3 で述べたように Web Empath API を使用した。しかし、前述のとおり偏った 5 つの感情のみの推定をする内容となっており、レベルデザインに向いているとは言えない。また、推定の内容を自分で調整をすることもできない。そこで今後は、この感情推定の部分を Plutchik の感情の輪 [5] を参考にしつつ、ディープラーニング等を用いて独自の推定システムを制作していく必要がある。

6. おわりに

本研究は、メタ AI が状況判断する要素としてプレイヤーがプレイ中に発する音声に注目した。その制御の一部であ

る”プレイヤーのリアクションから感情を推察し、ゲームの難易度を調節”する部分に焦点を当て、プレイヤーのリアクションから感情を推定しゲームに利用するシステムと、それによって難易度を動的に調節するシステムの制作行い実証実験を行った。その結果、プレイヤーのリアクションから感情を推定し、ゲームの難易度を調節することができた。一方で、初期難易度や難易度の変化量、調整箇所が検討不足であることや感情を推定するシステムの制作の必要性が明らかになった。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP20K12516 の助成を受けたものです。また、実験に際し株式会社 Empath の協力を受けたものです。

参考文献

- [1] Michael Booth. From COUNTER-STRIKE to LEFT 4 DEAD: Creating Replayable Cooperative Experiences. *Game Developers Conference 2009*, 2009.
- [2] 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～. *CEDEC2019*, 2019. https://cedil.cesa.or.jp/cedil_sessions/view/2013.
- [3] Auke Watson, David Tellegen. Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98(2):219–235, 1985.
- [4] 飯高 智美, 斎藤 正寛, 金子 正人, 武内 惇, 藤本 洋. FLVQ を用いた複数短文音声の感情認識に関する一考察. 第 69 回全国大会講演論文集, 2007(1):19–20, mar 2007.
- [5] Robert Plutchik. A general psychoevolutionary theory of emotion. *Theory, research, and experience*, 1:333, 1980.