

## 1. 序論

シューティングゲーム(以下 STG とする)は,敵の動きが予測しにくく,攻撃パターンも多様であるため,戦略的な判断が求められる.また,多くの STG ではプレイヤーが操作する機体(以下自機とする)は異なる特性を持つ武器を複数持ち,状況に応じて武器を選択することが求められる.例えば,広範囲にダメージを与える武器や速い弾を撃つ武器など様々な武器があり,それぞれの使用タイミングはプレイヤーの判断に依存する.そのため,STG は複雑な状況での意思決定を要するゲーム AI の評価や検証に非常に適した題材である.

強化学習は,こうした複雑な環境下での意思決定に強みを発揮する.は野村らは,DQN(Deep Q Network)を活用し,入力データを自機周辺の情報に限定して学習することで,学習効率を向上させている 2).この手法は弾幕 STG に適用され,狭い観測範囲での学習が効果的であることが示されたが,人間のプレイにはまだ及ばないとの結果も得られている.平井らは周辺視野に焦点を当てた人間の視覚特性を取り入れることで,AI の意思決定に人間らしい要素を追加し,よりリアルな動作が可能となること手法を提案している 3).

本研究では,強化学習を活用して複数の武器を持つ自機を操作し,敵の出現パターンに応じて武器を自律的な意思決定のもと選択し,効率的に敵を撃破しながら自機が生存できる柔軟な戦略を取る AI を開発することに挑戦する.

## 2. 研究内容

本研究では,強化学習の手法を用いて,特定のゲームにおける人間らしい動きを行える可能性を検証する.

人間らしい動きを本研究は明確な理由のもと武器を選択することと定義し選択する武器と理由は以下のものとする.

- 通常弾:敵を倒すとき
- スピード弾:対象に短い時間で多く当てるとき
- 拡散弾:敵の弾が自機を囲っているとき

本研究では自作の STG に対して自機を操作するゲーム AI を,python を用いて作成する.本研究で作成する STG の自機は上記の 3 種類の弾を発射できる.本 STG では,それぞれ異なる HP や攻撃パターンを持つ複数のタイプの敵が出現し,自機との衝突や弾の命中によってダメージを与える.また,敵は一定時間が経過すると再出現し,無敵状態の管理やゲームオーバーの判定も行われる.このようなゲーム環境を基盤にして,強化学習アルゴリズムである DQN を適用することで,自機が最適な行動を学習できるかを評価する.

## 3. 結果・考察

DQN を用いて 10000 回の学習を行い 100 回ごとのスコアの平均と学習回数をもとに学習回数とスコアの間を関

1 に示す. 図 1 のように, AI のスコアは安定せず,学習の進行に伴うスコアの増加は見られなかった.また敵・敵の弾の撃破数はスピード弾が最も多かったが,スピード弾を選択している時間は最も少なかった.この結果から,報酬の増加と敵や敵の弾の撃破に関する関連性を AI が十分に学習できていないことが示唆される.また,画面を分割し,各エリアにおける敵や敵弾の数を計測し,その数が最も少ないエリアや多いエリアに自機がいる時間を計測し,報酬との関連性を見ると敵や敵の弾が多いところにいる時間の割合が高くなるとスコアが低くなる傾向があった.しかし安定ではないため報酬の増加と敵弾の回避に関する学習も不足していると考えられる.原因として,報酬設計における増加要因が回避行動と攻撃行動の両方に存在するため,AI は報酬の増加の原因を明確に理解できていないと考える.また,これらの要因を理解するための学習エピソード数が不足していた可能性がある.したがって,報酬をより単純化し,エピソード数を増加させることで,スコアを安定させ,状況に応じた明確な武器選択が可能になると考える.

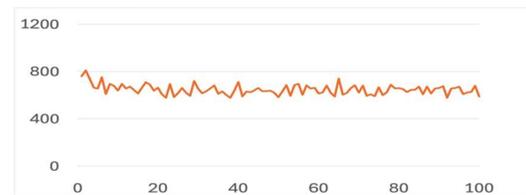


図 1 学習回数とスコア

## 4. 結論

本研究では,DQN を用いて STG における武器選択の学習可能性を検証した.結果として,AI のスコアは安定せず,弾選択や敵撃破の学習にも課題が見られた.特に,スピード弾の使用頻度が他の弾より少なく,報酬と敵撃破や弾回避の関連性を十分に学習できなかった.報酬設計における複数の増加要因や学習エピソード数の不足が影響したと考えられる.今後は報酬設計を単純化し,エピソード数を増加させることで,効率的な学習と武器選択の向上が期待される.

## 参考文献

- 1) 松浦健一郎, 司ゆき:シューティングゲームプログラミング, Softbank Creative (2006)
- 2) 野村直也, 橋本剛:弾幕シューティングゲームを対象とした汎用的学習法, 情報処理学会 研究報告ゲーム情報学, Vol.2018-GI-39, No.4, pp.1-7 (2018) <http://id.nii.ac.jp/1001/00186014/>
- 3) 平井弘一, Reijer Grimbergen: 弾幕の認識に人間の視覚特性を取り入れたシューティングゲーム AI の研究, 情報処理学会 ゲームプログラミングワークショップ 2016 論文集, Vol.2016, pp.158-161 (2016) <http://id.nii.ac.jp/1001/00175321/>