

## 熟練プレイヤーレベルを目指す弾幕シューティング AI の開発

## A Development of Shooting Game AI like an Expert

栗谷 拓哉<sup>†1</sup> 橋本 剛<sup>†2</sup>Takuya Kuwatani<sup>†1</sup> Tsuyoshi Hashimoto<sup>†2</sup>

## 1. はじめに

スペースインベーダーの大ヒット以来、数多くのシューティングゲームが製作されてきた。中でもシューティングゲームの「避ける」要素を追及したものが弾幕シューティングである。初心者は迫り来る弾幕をどう避けてよいか分からず被弾してしまうことが多い。しかし、熟練プレイヤーはどのように避けるべきか瞬時に判断し、安全な位置へ移動することができる。

本研究の目標は熟練プレイヤーの動きを目指すプレイヤーAIの開発である。しかし、シューティングゲームの研究は少なく、プレイヤーAIに関する研究は無かった。そこで、近いものとして人工知能コンテストで優勝したアクションゲーム AI を参考に経路探索を用いて弾幕シューティング AI の開発を行った。アクションゲームに比べ、弾幕シューティングには考慮すべき敵や敵弾等のオブジェクトが多く、探索に時間が掛かることが分かった。その問題点を解決するためにあらかじめ危険だと分かる位置のマップを用いた手法を提案し、提案手法と経路探索を組み合わせ、少ない探索量で熟練プレイヤーの動きを目指す。

## 2. 弾幕シューティング

90年代後半から敵弾を避けることを主体とするシューティングゲームが作られるようになってきた。代表的なものとして怒首領蜂シリーズ(図1)や東方Projectなどが有名である。当時、ハードウェア、ソフトウェアの処理能力による限界はあったものの、近年では処理能力の向上により大量の画像が描画可能となった。弾幕シューティングの特徴[1]を以下に示す。

- (1) 膨大な量の弾が画面を覆いつくす
- (2) 多数の弾が美しい幾何学模様形成される
- (3) 弾幕を避けやすいように自機の当たり判定の領域が非常に小さい
- (4) 弾幕を回避することがゲーム性の中心となる

また、自機や敵、敵弾等の当たり判定の領域は見た目よりも小さいものとなっている。大多数の弾幕シューティングが当たり判定の領域を見た目よりも小さいものとしている。

<sup>†1</sup> 松江工業高等専門学校 電子情報システム工学専攻  
Advanced Engineering Faculty of Electronic and Information Systems, Matsue College of Technology

<sup>†2</sup> 松江工業高等専門学校 情報工学科  
Department of Information Engineering, Matsue College of Technology



図1 代表的な弾幕シューティング

## 3. アクションゲーム AI

弾幕シューティング AI の関連研究を調査したがシューティングゲームに関する研究が殆ど無かった。しかし、近い研究としてアクションゲーム AI がある。アクションゲーム「マリオ」を題材にした「Mario AI Competition 2009」という人工知能コンテストで優勝した AI は最短経路問題を効率的に解くアルゴリズム A\*アルゴリズムを用いたものであった。図2のように画面の右端をゴールと仮定し、複数ある経路から目的地までの敵や障害物が考慮された最短経路を求める [2]。



図2 A\*アルゴリズムを用いたマリオ AI

## 4. 弾幕シューティング AI の設計

マリオ AI を参考に A\*アルゴリズムを用いて弾幕シューティング AI の開発を行った。AI の設計にとって重要なゲームシステムの違いや開発する際の問題点、それを解決するために提案した手法を述べる。

## 4.1 基本設計

目的地まで敵弾を避けながら最短経路を移動することを実現するためにマリオ AI と同様に A\*アルゴリズムを用い

て最短経路を求めることにした。目的地となる座標は任意とし、避けるべき敵弾を考慮して自機の移動方向を決めた。

自機の移動方向の選択肢は上下、左右、斜め、停止の9つである。目的地に最も近くなる移動方向を選択する。また、敵弾と衝突してしまう移動方向は選択肢から外す。

#### 4.2 問題点

弾幕シューティングにはマリオに比べ障害物は少ないが敵や弾などの探索時に考慮すべきオブジェクトが大量にある。また、多くの弾幕シューティングのフレームレートは60fpsとなっているためゲームに関する計算、描画、それに加えてAIの探索、これらに掛かる時間の合計を1/60秒に抑えなければならない。よって、探索時間をなるべく少なくしなければならない。図3に示すように探索する深さを大きくすると探索時間が非常に長くなる。逆に探索する深さを小さくすると近い未来しか予測できず、敵弾を回避できなくなってしまう状況に陥る。

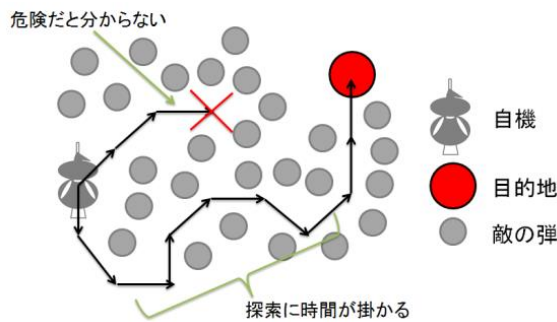


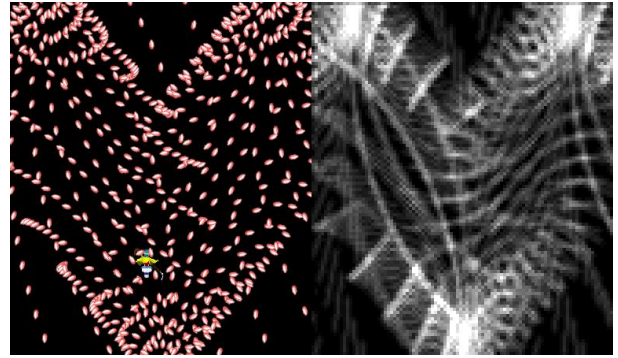
図3 AIの問題点

### 5. Influence Map

4.2で述べた問題点を解決するために安全な座標についてのInfluence Mapを用いた手法を提案する。

#### 5.1 提案手法

Influence Mapとは、セル分割されたマップに問題とする性質の評価値を記録していく方法である[3]。図4(a)に示すように弾幕シューティングの敵弾は一定な方向、ランダムな方向、自機に向かう方向など発射される角度は様々である。しかし、一度発射角度が決められればその方向に一定速度で移動するという特徴がある。この特徴を利用して敵弾の来る位置を予測し、安全な経路探索の目的地を決めるためのInfluence Mapを作る。一定時間敵の弾が来ないかつ自機になるべく近い座標を経路探索の目的地とする。これにより安全な座場所へ必要最低限の移動をする熟練プレイヤーに近い動きが可能になると考えた。



(a) ゲーム画面 (b) Influence Mapの視覚化

図4 Influence Mapの例

#### 5.2 実装

図4(a)のゲーム画面をセル分割し、一定時間ごとに更新する。各セルの幅・高さは自機の移動が1セルごとになるように自機の移動速度と同じ4ピクセルとした。画面上にある敵弾が各セルの領域を通過するなら該当セルの危険度を表す値を増やす。視覚的に分かり易くした図4(b)に示すように危険度の高いセルを白く塗りつぶす。そして、自機に近く、危険度の一番低いセルの中心座標を経路探索の目的地とすることで予測することのできる敵弾に対してはInfluence Mapは有効であると考えられる。

#### 6. まとめ

本論文ではマリオAIを参考に経路探索を用いて弾幕シューティングAIを開発した。また、マリオと弾幕シューティングのゲーム性の違いから探索時間の問題点が明らかとなった。さらに、探索時間を減らすために敵弾に着目したInfluence Mapを用いた手法を提案した。

#### 7. 今後の課題

現在の設計では、Influence Mapを作成する時点で画面上にある敵弾の軌道を予測するので、後に発射される敵弾までは予測できない。敵弾の発射地点が自機から遠い位置なら問題はないが、自機に近い位置に発射地点があると被弾してしまう可能性が高い。敵弾は敵から発射されるので敵のいる位置から一定範囲の危険度を上げることで発射地点をある程度予測することができると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 松浦 健一郎, 司 ゆき, 弾幕 最強のシューティングゲームを作る!, ソフトバンククリエイティブ株式会社, (2009).
- [2] Robin Baumgarten, Mario AI Competition @ CIG 2009, IEEE CIG, pp. 17-31, (2009)
- [3] 三宅 陽一郎, キャラクターAIの基礎理論「環境と思考」, pp. 81-85, (2008)