

# 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

平井 弘一<sup>1</sup> Reijer Grimbergen<sup>2</sup>

**概要:** 近年, ユーザーが見ている重要な情報をアイコンが覆い隠さないように, 焦点付近からずらして表示する研究が行われている。今後, アイコン位置を動的に決定することもあると思われる。このようにアイコン等の表示位置を自動的に調節する場合, 人間の視覚特性を理解した AI が行うことが有用であると考へ, AI に人間の視覚特性を付与する。本研究では人間の視覚特性のうち, 周辺視と呼ばれる部分における特性の一つである正確な位置や形が認識できないという特徴を再現することとした。研究の第一歩として単純な環境であるゲームを用いる。ゲームのジャンルは視野全体を使う弾幕シューティングを選んだ。弾幕シューティングをプレイする AI に人間の周辺視の特徴の一つである, 位置を正しく認識できない特性をつける。AI は「ゲーム情報の認識」, 「移動すべき位置の割り出し」, 「移動方向の決定」を繰り返す。この三つの行動のうち, ゲーム情報の認識に関して, 正しく認識できない処理を施す。ゲーム情報を正しく認識できない AI とゲーム情報を正しく認識できる AI の動きを比べ, 正しく認識できない AI が人間的な動きを行うようになっているか評価する。AI の試験環境として弾幕シューティングゲームを作成し, AI の性能を評価する。

## A 2D shooting game AI with characteristics of human vision

HIROKAZU HIRAI<sup>1</sup> REIJER GRIMBERGEN<sup>2</sup>

**Abstract:** In recent years, research in interface design has been investigating methods to show icons away from the focal point so important information is not blocked. In the future, it is believed that the position of icons will have to be decided actively. To make these decisions, an AI that understands characteristics of human vision will be useful. In this research, the feature of human vision that states that information from peripheral vision is less accurate is investigated. As a first step, an AI for the environment of a simple shooting game is designed and implemented. The AI for a shooting game will loop through three stages: information retrieval, finding the next location to move to and decide how to move to this desired location. In order for this AI to have features of human vision, it will have less accuracy in information retrieval further from the focal point. An AI without this inaccuracy in information retrieval will be compared with this AI and it will be evaluated which AI has the more human-like movement.

### 1. はじめに

現実の映像などに対しコンピュータで情報を追加した Augmented Reality(以下, AR) は, 情報を分かりやすく伝

える方法として様々な分野で期待されている [1][2]。一方, 石黒らは Head Mounted Display を用いた AR は, 歩行中にアイコンが表示され障害物を覆い隠すなどし, 危険が発生する可能性を指摘している [3]。この問題に対し, 石黒らは周辺視の領域に AR のアイコンを表示する手法を提案している。

周辺視とは視線方向から外れた周囲の部分のことで, 視野中心に比べ以下の様な特徴がある。

1) 正確な形などを認識することが難しい [4]

<sup>1</sup> 東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科 コンピュータサイエンス専攻

Tokyo University of Technology, Graduate School of Bionics, Computer and Media Sciences, Computer Science Program

<sup>2</sup> 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部

Tokyo University of Technology, School of Computer Science

## 2) 高速度の動きを知覚しやすい [5]

周辺視の領域に対しアイコンの表示などを行う事により、視界中央を塞ぐことなく情報の提示が行える。一方で、アイコンは焦点に近い方がアイコン自体の視認性は良い。その為、問題にならない範囲内で焦点の近くに表示させる方が良いと思われる。また、利用者や周囲の状況などにより、最適な位置は変化すると考えられる。刻々と変わる状況や利用者の違いに合わせて表示する為には人の視覚を理解する必要があると思われる。

そこで、本研究ではより使いやすいインターフェースの助力となるよう、人間の周辺視の特性を AI において再現することを目的とする。最終的には AR に使用される映像に対する AI の作成を行うべきであるが、研究の第一歩として単純な環境に対する AI の作成を行う。作成する AI は弾幕シューティングゲームをプレイする AI とした。ゲームジャンルの選択については 2 章、AI の内容については 3 章、AI の評価方法については 4 章で説明を行う。

## 2. 試験環境

実際の映像に対する認識を行う場合、各物体を個別に認識する為の画像処理が必要となる。この処理は高度な処理を必要とし、完璧に機能するとは限らないと思われる。その為、認識に何らかのズレが発生した場合、必ずしも本研究で試す人間の認識の模倣によるものか切り分けができない可能性がある。そこで、本研究では AI が各物体を問題なく認識できるテレビゲームを用いることとした。

中心視と周辺視の違いを再現した AI のテスト環境として適したゲームのジャンルとして次にあげる 2 点を考えた。

- 1) 画面全体に必要な情報が提示される
- 2) 時間的な制約により必要な情報すべてに焦点を当てることができない

これらの条件を選んだ理由として以下の 2 点がある。1 については注視方向との角度差が大きい場所ほど周辺視と中心視の違いが大きく表れる為、角度差が比較的大きくなる画面端にも必要な情報が表示される方が試験環境として好ましいと思われる。また、2 については時間的な制約がなければ必要な情報すべてを注視することが可能となり、周辺視で見る必要がなくなると考えられる。

先にあげた 2 つの条件を併せ持つテレビゲームのジャンルとして、弾幕シューティングゲームが挙げられる。弾幕シューティングゲームは弾やアイテムという必要な情報が画面全体に表示され、かつ、リアルタイムにゲームが進行し、必要な情報すべてに焦点を当てることができない為である。また、弾幕シューティングは他のジャンルと比較し、ゲーム及び AI の制作が容易である。そのため本研究では弾幕シューティングゲームを AI の試験環境として選択した。

## 3. 提案手法

シューティングゲームをプレイする AI として、乗谷らの「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」[6]がある。この研究では Influence Map を用いて安全な地点を割出し、移動経路を A\*アルゴリズムにて決定している。この研究はより強い AI の作成を目指すものであったが、本研究では強さではなく、人間の特性を再現することを目的としている。

本研究で行う人間の視覚特性の再現は、「中心視から遠ざかるほど正確な認識ができなくなる」とした。「周辺視には動きに対する反応が中心視より優れる」という特性があるが、現在の AR などのアイコンは高速で動くものはほぼ存在しない。その為、再現する特性を中心視から遠ざかるほど正確な認識ができなくなるものとした。本研究の提案する AI は「ゲーム情報の認識」、「移動すべき位置の割り出し」、「移動方向の決定」の三つの工程を繰り返す。各工程の細かな動きについては以下の各節で述べる。

### 3.1 ゲーム情報の認識

ゲーム AI はゲームから AI が操作するキャラクター（以下、自機）の位置、敵キャラクターの位置と種類、そして自機と敵が撃った弾の位置などの情報を受け取ることができる。これらの情報を受け取る際に、正しい位置情報に乱数から導き出した値を加える。乱数を用いズレを生じさせて AI に認識させることで、人間の周辺視の特徴である正確な位置を認識できないことを再現する。また、周辺視は焦点から遠ざかるほど正確な認識が難しくなる為、焦点から遠い部分ほど、乱数による変化を大きくすることとする。また、焦点は自機に固定されていると仮定する。

乱数による変化を大きくする方法として、本研究では二種類の方法を予定している。一つは「距離比例型 AI」とし、もう一つは「値累積型 AI」とした。距離比例型 AI は焦点から遠ざかるほど乱数の発生する値を増やす。例えば、近距離においては発生する乱数が -3 から +3 とし、中距離においては -6 から +6 とし、遠距離においては -9 から +9 とする。実際は近中遠の 3 段階ではなく細分化する。一方値累積型 AI は焦点からある地点の間にある乱数を足し合わせた上に、乱数を加えることにより焦点から遠ざかるほど累積した値が大きくなるようにする。例えば、近距離において発生させた乱数の値が 2 である時、中距離の時は近距離で発生させた 2 に加え新たに乱数を発生させる。この時 1 が出たならば、2+1 となり中距離の値は 3 となる。また、遠距離においては中距離の 3 という値に対し、さらに乱数を加えることになる。こちらも距離比例型 AI と同じく、3 段階以上に細分化する。

ここでの処理で生まれた誤差を残した位置情報を元に、

以後の移動すべき位置の割り出し及び移動方向の決定を行っていく。

### 3.2 移動すべき位置の割り出し

ゲームの情報を得た AI は次に移動すべき位置を割り出す。目的地は以下のことを踏まえ決定する。まず、弾幕シューティングは敵及び敵の弾に当たるとそこで1ゲームが終了してしまう為、敵及び敵の弾に当たらないことを最優先として目的地を決定する。そしてゲームをクリアする為には敵を倒す必要がある為、自機の発射する弾が敵に当たることを考慮する。細かな手順は、最初に敵及び敵の弾に当たらない地点を割り出し、その中から敵に対して弾を命中できる位置を選ぶ。このようにして割り出した地点の中にアイテムが取れる場所があればそこを優先する。また、複数の地点が候補に上がった場合は、自機に近い地点を優先する。これは本研究の AI において、自機から遠い地点ほど情報に信頼性が置けない為である。

### 3.3 移動方向の決定

最後に移動方向を決定する。その為にはまず移動すべき位置の割り出しにより決定した目的地に移動できるルートの探索が必要となる。ルートの探索は関連する研究にて実績のある A\*アルゴリズムを用いることとした。探索を行う際は、ゲーム情報を数ピクセル単位で区切り、各ノードに割り当てる。また、各ノードは上下左右斜め四方向の計8ノードとつながっている。そして、自機のいるノードが始点で、移動すべき位置の割り出しで決定した地点があるノードが終点となる。ノードからノードに移動する時にかかるコストは上下左右にあるノードの場合は1。そして斜め四方向にあるノードは $\sqrt{2}$ を小数点以下一桁で四捨五入した1.4とする。また、敵や敵の弾があるノードは移動不可能とする。各ノードの目的地までの予測移動コストはユークリッド距離とする。

A\*アルゴリズムを用いた探索で導き出したルートを進むための方向に移動を開始する。そして、割り出された移動経路を進む為の方向に移動する。

## 4. 実験内容

本研究では AI の試験用のゲームを作成する。このゲームは弾幕シューティングゲームと呼ばれるジャンルのゲームで、松浦健一郎、司ゆき共著の「弾幕 最強のシューティングゲームを作る！」[7]などを参考に主な内容を決定する。現在、試験用のゲームのシステム部分は完成している。残る部分は敵の出現パターンや動き方などの種類を増やすのみとなっている。このゲームの画像を図1に示す。図右側の部分はゲームの進行速度を変更させる機能などのインターフェースとなっている。また図左側の部分が本研究で

作成しているゲーム画面である。AI の試験用である為、グラフィックは簡素なものとなっている。中に丸の描かれた四角が自機で、大きな丸が敵のボスである。

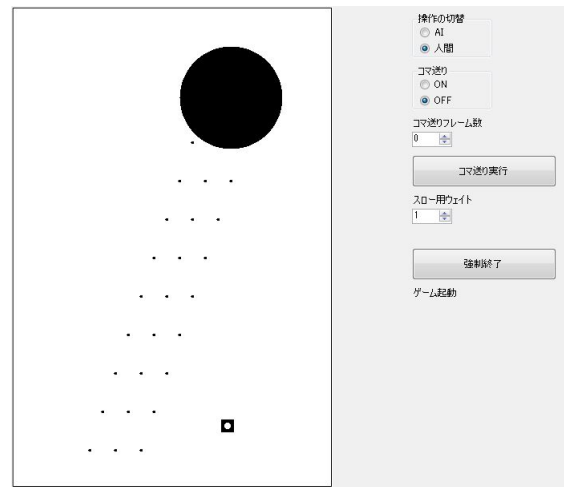


図 1 ゲーム画面

先に挙げた「距離比例型 AI」と「値累計型 AI」の2種類の AI に加え、ゲーム情報の認識の段階で、情報にズレを生じさせない「正確な位置を認識できる AI」の3種類を作成する。正確な位置を認識できる AI に対して、距離比例型 AI と値累計型 AI のどちらがより人間に近い比較を行う予定である。ここで言う人間に近いかとは周辺視の特徴のひとつである、焦点より遠ざかるほど位置や形が正しく認識できなくなる特性がゲームプレイに現れているのである。

比較内容は二つあり、一つ目は目的地までの移動時に無駄が発生しているかである。移動すべき位置を常に正確に認識していれば、より無駄のない動きで移動すると思われる。ここで言う無駄とは、正確な位置を認識できる AI の動きと比較した際にどの程度不要な動きを行っているかである。例えば正確な位置が認識できる AI と比較して、目的地までの移動距離が長くなる場合や移動する方向が頻繁に変わる場合は不要な動きがあると考えられる。

二つ目は発射した弾の命中率である。人間は周辺視の領域において、位置のズレが発生する為、命中率が低下すると考えられる。

上記の二項目に関して、距離ごとに AI の動きを比較し、どちらの AI の方が人間のように位置を正しく認識できていないか判定を行う。人間に近い場合は、焦点付近においては正確な位置を認識できる AI との差は少なく、焦点から遠ざかることにより動きの無駄が増えていくことと思われる。

## 5. おわりに

本研究ではゲームから得られる各種位置情報に乱数を用

いたズレをつけることで進路変更が増えるなどの動きが増えることを狙っている。一方で、予備実験の結果から経路探索アルゴリズムになんらかの工夫を凝らさなくては、進路変更を繰り返すルートを選択してしまう可能性があることが分かっている。例えば、図2のような状況の場合を考えてみる。

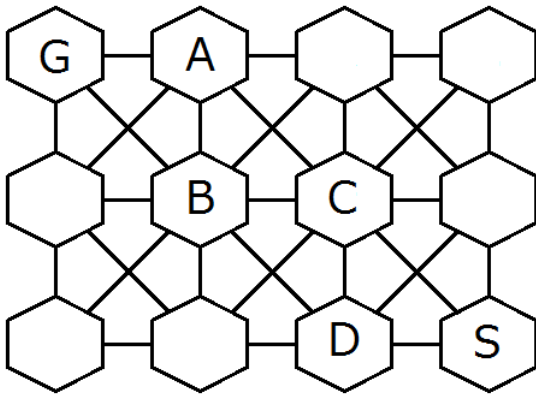


図2 複数の最短ルートがある経路探索

この図2の六角形はノード，そして線は各ノードのつながりを示している。斜めの線はコスト1.4で上下左右の線はコスト1とする。この図2においてSからGへと移動する時，最短コストで移動できるルートは3種類ある。各ルートが通るノードの順番を以下に示す。

- S,D,B,G
- S,C,A,G
- S,C,B,G

これらのルートは全てコスト3.8である。一方でS,C,B,Gと移動する場合は進路変更の回数が2回で，他のルートと比較して多くなっている。このように探索アルゴリズムの動き自体で進路変更を繰り返してしまう場合，本研究で実装する人間の視覚特性を模した事による進路変更なのか，経路探索アルゴリズム自体に起因する動きなのかかわからず，評価ができなくなってしまう。そこで，本研究ではA\*アルゴリズムを元に可能な限り進路変更が少なくなる実装を試みる予定である。

#### 参考文献

- [1] 石井裕剛：「応用2:プラント保守作業支援」，情報処理学会会誌，情報処理 Vol.51,No.4,pp.392-397,(Apr. 2010).
- [2] 原豪紀：「応用4:ミュージアムへの展開 AR技術を活用したインタラクティブメディア開発」，情報処理学会会誌，情報処理 Vol.51,No.4,pp.403-407,(Apr. 2010).
- [3] 石黒祥生，暦本純一：「Peripheral Vision Annotation:拡張現実感環境のための視線計測による周辺視野領域情報提示手法」，情報処理学会論文誌，Vol.53,No4,pp.1328-1337,(Apr. 2012).
- [4] 福田忠彦：「図形知覚における中心視と周辺視の機能差」，テレビジョン学会誌，第32巻，第6号，pp.492-498，(1978).

- [5] 福田忠彦：「運動知覚における中心視と周辺視の機能差」，テレビジョン学会誌，第33巻，第6号，pp.497-484，(1979).
- [6] 栗谷拓也，橋本剛：「熟練プレイヤーレベルを目指す弹幕シューティング AI の開発」，情報科学技術フォーラム，pp.383-384，(2012).
- [7] 松浦健一郎，司ゆき：「弹幕 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).