

## Robocode における予測に基づいた戦略

横山 徹也†

内海 哲史‡

† 鶴岡工業高等専門学校専攻科 機械電気システム工学専攻

‡ 鶴岡工業高等専門学校 制御情報工学科

### 1 はじめに

本研究では Robocode において、直前の敵ロボットの行動、状態から敵ロボットの次の行動を予測し、有効な戦略を導くプログラムの開発を行なった。Robocode [1][2] とは、IBM が提供するフリーゲームであり、プレイヤーが作成したプログラムに従い戦車ロボット同士が自律的に対戦するゲームである (図 1)。プログラミング言語には、Java 言語を用いる。戦車ロボットの構造は車両、レーダー、大砲の3つであり、レーダーより敵の座標を読み取り、大砲より弾丸を発射し敵のロボットを撃破する。戦車ロボットは弾丸を発射するとエネルギーを消費し、弾丸を敵に当てた場合はエネルギーを得ることができる。対戦はバトルフィールド内で数ラウンド行われ、先に敵のロボットを撃破した方がそのラウンドの勝利者となる。対戦結果はスコアによって判定され、全ラウンド終了後にスコアの合計が高い方がその対戦の勝利者となる。スコアは次の3つによって構成されており、得点の大部分は Survival, Bullet Dmg が占めている (図 2)。

- ・ Survival: 生き残ったことによるポイント
- ・ Bullet Dmg: 弾丸を敵の車両に当てたことによるポイント
- ・ Ram Dmg: 敵の車両に体当たりしたことによるポイント

したがって、より高いスコアを得るためには、敵の車両に攻撃を当て、かつ生き残ることが重要となる。そこで本研究では、様々な戦車ロボットに対し効率的に戦うことのできる適応型 AI の戦車ロボットの作成を試みた。適応型 AI とは相手の情報から次の動きの予測、または学習することで最適な行動を選択するものであり、本研究では特に相手の行動を予測することに重点を置いた。

### 2 提案する予測システム

提案する予測システムの機能は、「敵の車両の動きを予測した攻撃」と「敵の攻撃を予測した回避」である。

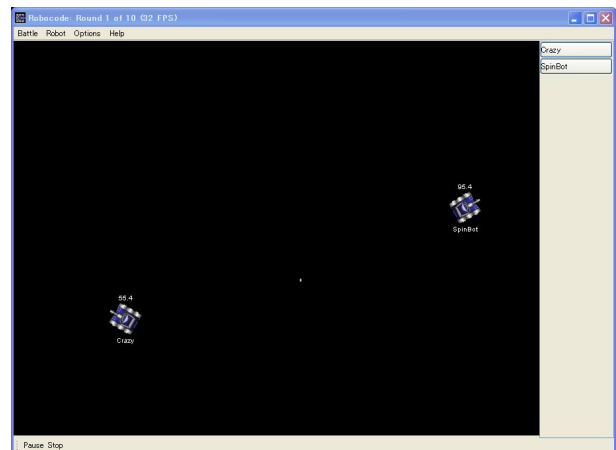


図 1: Robocode の対戦画面

#### 2.1 敵の車両の動きを予測した攻撃

「敵の車両の動きを予測した攻撃」とは、敵の移動軌道を判定し、敵の車両の移動方向、移動速度、自分の弾丸の速度及び敵の車両との距離などから、弾丸が当たると予測される敵の移動座標を求めて、弾丸を発射することである。敵の移動軌道は敵の車両の直前の移動座標3点より軌跡を求め、線形移動しているか、円形移動しているかによって判定する。線形移動と判定した場合、自分と敵の車両との距離、敵の車両の移動速度とその方向を得ることで、敵の車両の移動座標を求めて弾丸を発射する。円形移動と判定した場合、円運動の中心座標、半径、そして角速度とその方向を得ることで、敵の車両の移動座標を求めて弾丸を発射する。

#### 2.2 敵の攻撃を予測した回避

「敵の攻撃を予測した回避」とは、敵が弾丸を発射するタイミングを予測し、弾丸を回避することである。Robocode ではレーダーが敵を捕捉したとき、敵のエネルギー情報を得ることができる。またロボットが弾丸を発射するとき 0.1 から 3.0 の範囲でエネルギーを消費する。そのため、レーダーによって得た直前のエネルギー情報と今回のエネルギー情報の差が 0.1 から 3.0 の場合、敵が弾丸を発射したと予測し回避動作を行う。自分の車両の動きを予測した敵ロボットの攻撃に対し

Prediction-based Strategy in Robocode

†Tetsuya YOKOYAMA ‡Satoshi UTSUMI

†Tsuruoka National College of Technology, Department of Mechanical and Electrical Engineering

‡Tsuruoka National College of Technology, Department of Control and Information Systems Engineering

| Results for 10 rounds     |             |          |                     |            |       |             |       |               |               |               |  |
|---------------------------|-------------|----------|---------------------|------------|-------|-------------|-------|---------------|---------------|---------------|--|
| Robot Name                | Total Score | Survival | Last Survivor Bonus | Bullet Dmg | Bonus | Ram Dmg * 2 | Bonus | Survival 1sts | Survival 2nds | Survival 3rds |  |
| 1st: sample.Walls         | 7394        | 4250     | 800                 | 2079       | 220   | 34          | 9     | 8             | 0             | 0             |  |
| 2nd: sample.SpinBot       | 6721        | 3950     | 200                 | 2367       | 154   | 49          | 0     | 2             | 5             | 0             |  |
| 3rd: sample.Tracker       | 5575        | 3200     | 0                   | 2042       | 275   | 57          | 0     | 0             | 2             | 3             |  |
| 4th: sample.MyFirstRob... | 4191        | 3400     | 0                   | 739        | 23    | 28          | 0     | 0             | 2             | 2             |  |
| 5th: sample.RamFire       | 4027        | 1850     | 0                   | 1463       | 40    | 535         | 137   | 0             | 0             | 0             |  |
| 6th: sample.Crazy         | 3757        | 3000     | 0                   | 636        | 5     | 115         | 0     | 0             | 0             | 5             |  |
| 7th: sample.Fire          | 3403        | 2450     | 0                   | 887        | 60    | 6           | 0     | 0             | 1             | 0             |  |
| 8th: sample.Corners       | 2923        | 1800     | 0                   | 1036       | 80    | 7           | 0     | 0             | 0             | 0             |  |
| 9th: sample.TrackFire     | 2842        | 1450     | 0                   | 1297       | 95    | 0           | 0     | 0             | 0             | 0             |  |
| 10th: sample.Target       | 1807        | 1800     | 0                   | 0          | 0     | 7           | 0     | 0             | 0             | 0             |  |
| 11th: sample.SittingDuck  | 300         | 300      | 0                   | 0          | 0     | 0           | 0     | 0             | 0             | 0             |  |

図 2: 対戦スコア

ては、敵が弾丸を発射した直後に自分の車両の移動方向、速度を変えることで回避することができる。

### 3 シミュレーション方法

提案する予測システムを備えた戦車ロボット (Testrobot) の有効性の検証のために、実際にロボット同士の対戦を行なった。

対戦用ロボットとして、線形移動をする戦車ロボット (Wall)、円形移動をする戦車ロボット (SpinBot)、敵の車両の動きを予測して攻撃する戦車ロボット (Prediction) を用意し、各ロボットと 1 対 1 の対戦を 10 回ずつ行い、対戦結果より提案する予測システムの有効性を検証する。

### 4 シミュレーション結果

Wall や SpinBot との対戦結果 (表 1 及び表 2) において、Testrobot の Bullet Dmg が高く、提案する予測システムを備えたロボットは、敵の車両の移動軌道を求め、敵の車両の動きを予測した攻撃が行えていることが分かった。また、Prediction との対戦結果 (表 3) において、Prediction の Bullet Dmg が非常に低いことが分かり、「敵の攻撃を予測した回避」は、「車両の動きを予測した攻撃」に対しても有効であることが分かった。

表 1: Wall との対戦結果

| Robot Name | Total Score | Survival | Bullet Dmg |
|------------|-------------|----------|------------|
| Testrobot  | 1784        | 500      | 956        |
| Wall       | 129         | 0        | 123        |

表 2: SpinBot との対戦結果

| Robot Name | Total Score | Survival | Bullet Dmg |
|------------|-------------|----------|------------|
| Testrobot  | 1708        | 500      | 924        |
| SpinBot    | 102         | 0        | 102        |

表 3: Prediction との対戦結果

| Robot Name | Total Score | Survival | Bullet Dmg |
|------------|-------------|----------|------------|
| Testrobot  | 1516        | 500      | 723        |
| Prediction | 50          | 0        | 43         |

### 5 まとめ

本研究は予測を用いて有効な戦略を導くといった内容であった。対戦結果より「敵の車両の動きを予測した攻撃」、「敵の攻撃を予測した回避」は有効に働いていることが分かった。提案する予測システムが、今回未検討の戦車ロボットに対しても有効に機能するかを検証することが、今後の課題である。

### 謝辞

ご討論頂いた鶴岡高専准教授三村泰成先生、野々村和晃先生に感謝する。

### 参考文献

- [1] 可知豊：Robocode&ゲームプログラミング学習術，ソシム株式会社，2003 年。
- [2] 立堀道昭，杉原亮，益満健，梶永泰正，小柳光生：ROBOCODEBIBLE，株式会社技術評論社，2003 年。