

遺伝的アルゴリズムを用いたテトリスの解法アルゴリズム

中山 亮士† 平原 誠†

† 法政大学大学院応用情報工学専攻

1 はじめに

テトリスとは、2次元平面上にブロックを効率よく配置していくゲームととらえることができる。テトリスは最適化問題としてしばしば取り上げられており、様々な最適化手法が適用されてきた。この最適化問題は多様な場面での最適化問題に幅広く展開が可能である。トラックの荷物詰め込み作業の効率化等はその一例である。

本研究の目的は、学習を用いたアルゴリズムによる新たなテトリス解法として、評価関数の重の決定に遺伝的アルゴリズムを用いる手法を提案する。

2 評価方法

現在のフィールドのブロック堆積情報（以下、フィールド状態 x ）から、落下中のテトリミノをどこに配置すれば良いかを探索する。そのために4つのサブ評価関数 $f_i(x)$ ($i = 1, \dots, 4$)の線形和で評価関数 $f(x)$ を構成し、最も評価の高い位置にテトリミノを配置するものとする。評価関数 $f(x)$ は次のように表せる。

$$f(x) = \sum_{i=1}^4 \alpha_i f_i(x) \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで α_i ($i = 1, \dots, 4$)はサブ評価関数の重みである。

以下に4つのサブ評価関数を説明する。

$f_1(x)$: デッドスペースの数。

デッドスペースとは、上下がブロック、もしくはブロックと床に挟まれているスペースである。デッドスペースが多いとゲームオーバーになる可能性が大きくなる。

$f_2(x)$: 突出した高低さを持つ列の数。

フィールド全体の高さの平均から4段以上の差がある場合、その列を突出した高低差を持つ列とする。突出した高さを持つ列が多いと、安定したテトリミノ配置が困難になる。

$f_3(x)$: 高低差の合計和。

各列において右隣の列との高低差の絶対値の合計を取る。その値が今までよりも小さければ1の値を返す。これはテトリミノ配置を考える際、凹凸が少なくなるようにテトリミノを置くための評価である。

$f_4(x)$: 壁沿い縦連続4マス以上のスペースの有無

フィールド左右の壁際どちらか一方に、縦4マス以上の連続したスペースがある場合、1の値を返す。これにより4行同時に消すチャンスを得ることが可能となる。

$f_1(x)$ と $f_2(x)$ は、増加するに従いフィールドの状況は悪化すると考えられるため、重み α_1 、 α_2 は負とし、 $f_3(x)$ と $f_4(x)$ に対応する重み α_3 、 α_4 は正とする。

表1. 100回実行した消去段数の違い

	最高段数(段)	平均段数(段)
筆者	6,385	701.57
GA	809,707	162,837.40

3 遺伝的アルゴリズム(GA)

最適な重み α_i を個人の経験と憶測で決定するのは非常に困難である。このため、遺伝的アルゴリズム(genetic algorithm)を用いることとする。

遺伝的アルゴリズムとは、データを遺伝子で表現した「個体」を複数用意し、適応度の高い個体を優先的に選択して交差、突然変異、淘汰などの操作を繰り返しながら最適解を探索するアルゴリズムである。本研究では4つの重みを絶対値1~100の値を持つ遺伝子とし、 $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4\}$ を1個体とする。これを100個体作成する。ゲームオーバーまでの消去段数をその個体の適応度とする。

4 結果

初期に100個体を用意し、100世代実行した。その結果、最優秀個体の遺伝子(重み)は $\{-10, -95, 9, 16\}$ となり、消去段数は809,707段であった。GAで求めた重みと、筆者が試行錯誤で決定した重みの比較として、100回実行した結果の最高消去段数と平均消去段数を表したものが表1である。結果から、GAで求めた重みのほうが筆者よりも段を消去できていることが分かった。

5 今後の課題

サブ評価関数を補強・追加し、強化学習等他の学習手法を適用することによって、より消去段数の高いテトリスコントローラを開発することが可能であると考えられる。また、GAで100個体、100世代実行した場合、テトリスコントローラの完成までに数時間以上の計算時間が必要であった。これはトラックの荷物積み込み問題等、実際の現場で使用することを想定すると、現実的な時間とは言えない。強化学習によるリアルタイムでの学習により、学習速度を向上することが今後の課題といえる。

参考文献

- [1] 荒川正幹, 宮崎真奈実 (2012), ニューラルネットワークと遺伝的アルゴリズムを用いたテトリスコントローラの開発, 情報処理学会第74回全国大会講演論文。