

テトリスの研究

BV18051 千葉龍朗

令和元年5月19日

目次

1	研究の目的	3
2	テトリスのルールについて	3
3	本論	4
4	今後すること	7

研究背景

テトリスは、日本で 1985 年に GB 版が出て以来、多くの人気を博している。また、テトリスの遊び方も進化し、相手に勝つには様々な戦術で対抗する必要がある。その戦術を機械に解かしてみたいと思い、本研究を始めた。まずは理論からかためていく。また、今回は Nintendo Switch でできる「テトリス 99」のルールに沿って研究する。

1 研究の目的

テトリスを数学的に表す。その上で、落ちてくるミノを自動で積む機械を作る。

2 テトリスのルールについて

4つの正方形をくっつけてできる塊をテトリミノや、単にミノとよぶ。ミノには以下の7種類がある。これらのミノを 20×10 のフィールド上に積み重ねてゆく。基本的なルールは省略する。注意す

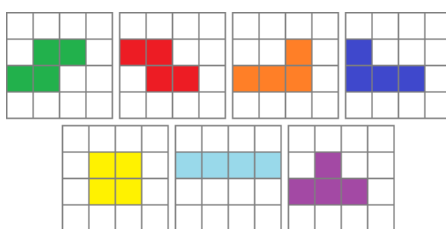


図 1

る点は落ちてくるミノの位置である。ここで、下から i 番目の行を i 行、左から j 番目の列を j 列とする。各ミノは、横は左から 4 マス目のところにミノの左端がくる位置から、縦は 19, 20 行に正方形があれば 21 行目にミノの下側がくる位置から、そうでなければ 18 行目にミノの下側がくる位置から落ちてくる (図 2 参照)。

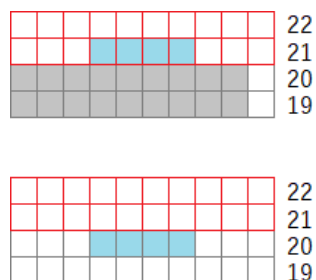


図 2

3 本論

テトリスのルールを満たすように集合を定義した. n を自然数, $i = 0, 1, 2, 3$ として, $(F_{n-1}, (m_n)_i, p_n)$ が以下の条件を満たすとき, $(F_{n-1}, (m_n)_i, p_n)$ をテトリス空間と呼ぶ. ここで, 考察を簡単にするために行列の左下を $(1, 1)$ 成分, 右上を $(24, 10)$ 成分とする.

- (i) F_n は 24×10 行列で, 各成分は 0 か 1 の集合である. ただし, F_0 は成分がすべて 0 の行列.
- (ii) $(m_n)_i$ は 4×4 行列で, 各成分は 0 か 1 である. m_n は 7 つのミノの形, i は右回転する回数を表す.
- (iii) p_n は 24×10 行列で, 各成分は 0 か 1 である. p_n は次のようにして決定される.
 F_n において, (i, j) 成分を $(F_n)_{i,j}$ とかく. $(F_n)_{i,j} = 0, (F_n)_{i+1,j} = 0$ を満たす (i, j) 成分を考える. この成分の周りに, $(m_n)_i$ の 1 の部分のみを置く. こうして置かれる $(m_n)_i$ の部分の成分を 1, それ以外を 0 とし, それを p_n とする.
- (iv) $p_n + F_{n-1} = F_n$ とする.

この機構は次のように動く.

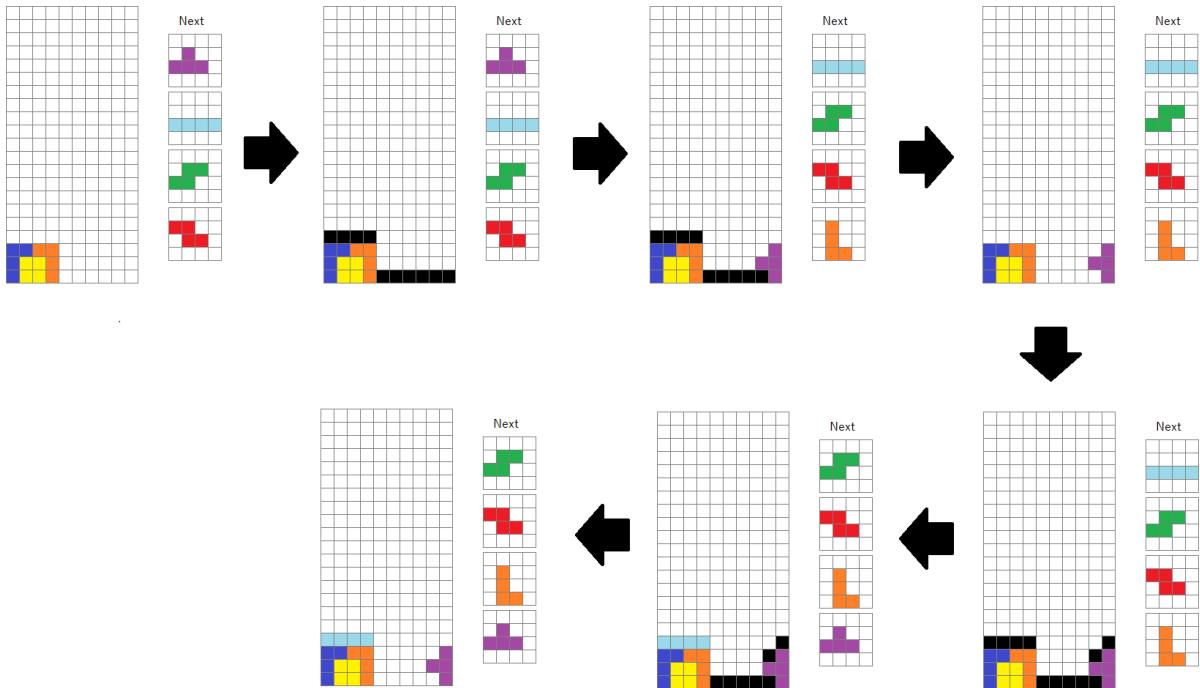


図 3

$$F_n + p_{n+1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = F_{n+1}$$

この空間において、 F_n は n 番目のミノが落ちてきたときのフィールドの状態、 m_n は各ミノ、つまり $m_n = s, z, j, l, i, t, o$ であるので、 $(m_n)_i$ の数は 28 である。ただし、回転した後の形を区別しない場合は $s, z, i = 2, j, l, t = 4, o = 1$ より 19 である。

F_n を 24×10 行列にした理由は、図 1 のような積み方を考慮したからである。目に見える範囲ではフィールド上には 20 行まで詰めるが、真ん中に積まなければ理論上はどんな高さにも積める。だが、そのような範囲まで考えてもあまり意味はないので、少し増やして 24 行にした。

この空間には不十分な点がある。それは、空洞に対してもミノを置けるという点である。例えば、図 3 のような場合、私が定義したテトリス空間では o ミノを置くことができる。

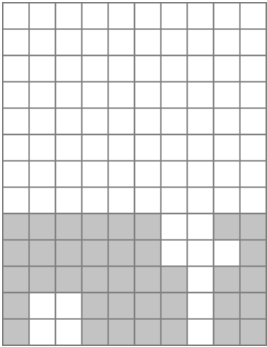


図 4

また、ミノを置くまでの過程にもミノの大きさがかわっているのを (iii) で余計な操作をしているように見える。 $(m_n)_i$ の 1 の部分とそれ以外の部分をとる操作をすることは、 F_n を決定づける要素であるので、無駄なくできるようにしたい。

さらに, 24×10 行列というのは成分が 2 種類しかないとはいえデータで保存するには大きいので, 最適化を行っていく.

4 今後すること

先述した課題を解決し, より正確なテトリス空間を構成する. また, python などを勉強し, 置く場所を計算してミノを積むプログラムを少しずつ作っていきたい.