

Excel による迷路作成とその難易度判定

平川 一樹

【概要】

私は昔から迷路がとても好きだった。そして、迷路の難易度とはどのように決まるのか疑問に思った。まず、迷路を作成するためのソフトをエクセルを用いて作成した。そして、たくさんの迷路を解き、迷路の難易度と迷路を解いたときにかかる時間についての相関を研究した。結果は、高い相関を得ることができ、迷路を解いたときにかかる時間を予想することもできるようになった。また、大きい迷路よりも小さい迷路のほうが難しいときがあるなど、自分の常識を覆す結果も出た。

I liked mazes very much when I was a child. And I wondered how difficult a maze could be. First, by using Excel, I developed software which makes maze. Next, I completed a lot of mazes. I researched the correlation between the difficulty of the maze and time it took to solve the maze.

As a result, I was able to obtain a high correlation. The time expectation for each time was able to be calculated. Moreover, a small maze was occasionally more difficulty than a large one.

【研究の目的】

迷路作成ソフトを作ることで、いろいろな作り方で迷路を作る。そして、迷路の難易度とはどのような要因で決まるのか研究し、作った迷路に難易度の指標である点数をつける。

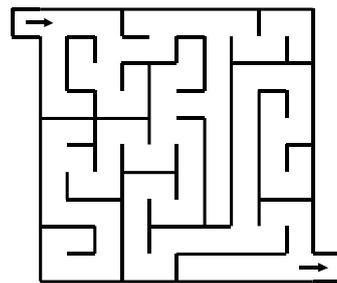
【研究手順】

1. エクセルを用いて、さまざまな種類の迷路を作るためのソフトを開発する。
2. 作った迷路を何回も解き、データを作る。
3. そのデータを検証し、迷路を解くときにかかった時間と相関のある値（迷路の点数）を研究する。
4. その点数を用いて、迷路にかかる予想時間を求める計算式を作る。
5. ある迷路を解いたときの所要時間の分布のグラフを求める。

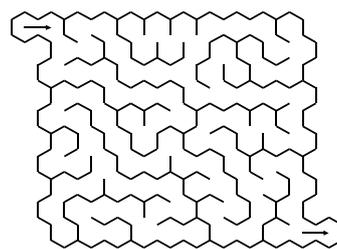
【研究結果】

迷路作成ソフトを用いて作れるようになった迷路の種類は11種類となった。1種類の迷路に対して描画方法も2～3種類ほど作った。

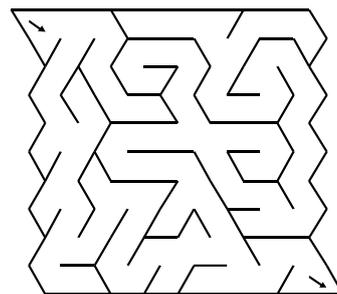
<作成したさまざまな迷路>



<四角迷路>

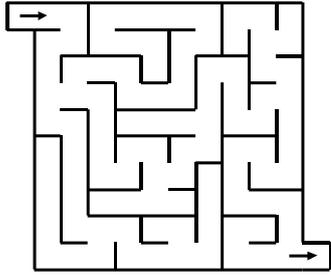


<六角迷路>

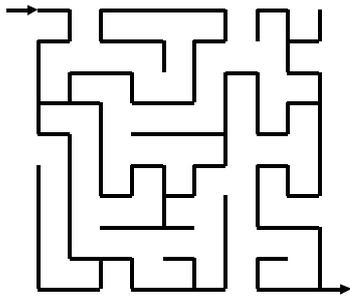


<三角迷路>

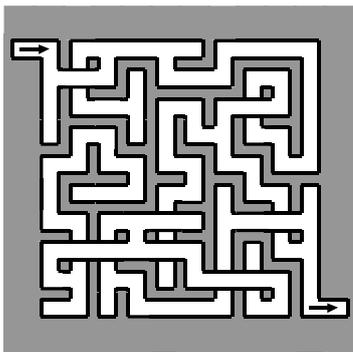
<作成したさまざまな描画方法>



<Default 法>



<Stick 法>



<Panel 法>

<難易度判定に用いる単位>

Cell…迷路の一マスのこと

Len…Start から Goal までの距離

Sec…迷路を解くときにかかる所要時間

Difficulty Of Maze (DOM)…迷路の難易度に
相関のある値。

Time Of Maze (TOM)…迷路の所要時間
(Sec) に相関のある値。

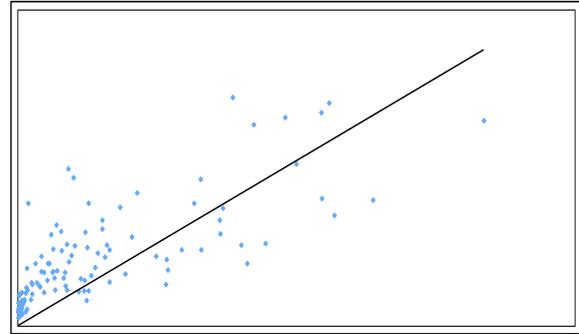
Deviation(Dev)…各行き止まりの DOM の標
準偏差。

難易度判定ではまず DOM を求めるプログラムを作成した。TOM とは DOM と Len をある比率で足し合わせた値だ。TOM は Sec と相関のある値だ。よって TOM と Sec の相関が高くなるような DOM の計算方法を研究

した。

まず、「迷路の Sec が大きいほど DOM が大きい」、言い換えれば「解くときに時間のかかる迷路は難しい」というのは間違いだった。

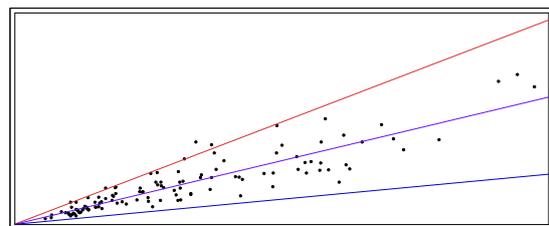
下のグラフは四角迷路において横軸が DOM 縦軸が Sec のグラフだ。



しかしあまり相関がなさそうに見える。もちろん DOM が高いほど Sec が高くなっているように見えるが、DOM が低いのに Sec が高い迷路もかなりの量だ。つまり、「Sec が大きければ DOM が大きい」ということは正しくないということがわかる。

そこで、DOM と Len をある比率で足し合わせた TOM という値を新たに定義した。

次のグラフは四角迷路において、横軸を TOM、縦軸を Sec としたグラフだ。



上の線が最遅時間、真ん中の線が平均時間、下の線が最速時間を表している。

最遅時間、平均時間、最速時間の TOM を TOM_{max}、TOM_{ave}、TOM_{min} とすると…

$$TOM_{max} = 2 * DOM + (2 * t - 1) * Len$$

$$TOM_{ave} = DOM + t * Len$$

$$TOM_{min} = Len$$

このグラフの相関係数は 0.92 となった。

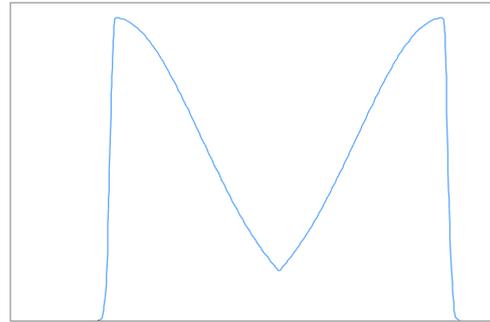
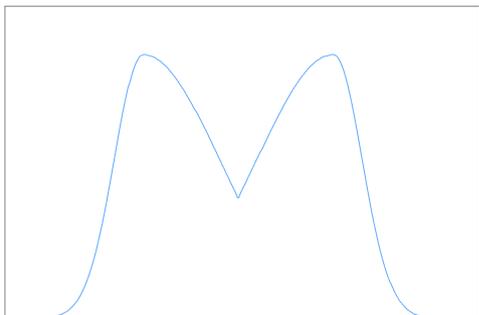
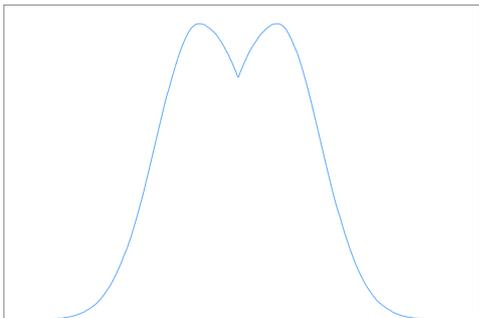
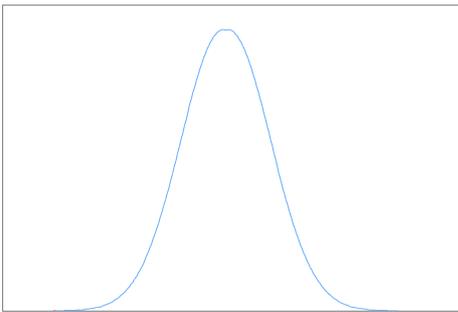
三角迷路、六角迷路についても 0.9, 0.92 となり、高い相関となった。これは成功といえ

るだろう。

迷路を解いていると、何回解いても平均時間に近くなる迷路があれば、最速時間、最遅時間に近くなる、いわば平均時間から遠ざかる迷路もあった。これはどのような規則性になっているのか疑問に思ったので、新たに Dev という値を定義した。

Dev はプログラムによって計算される値だ。全ての行き止まりの DOM の標準偏差だ。この値が大きいほど平均時間から遠ざかり、反対にこの値が小さいほど平均時間に近づくことがわかった。

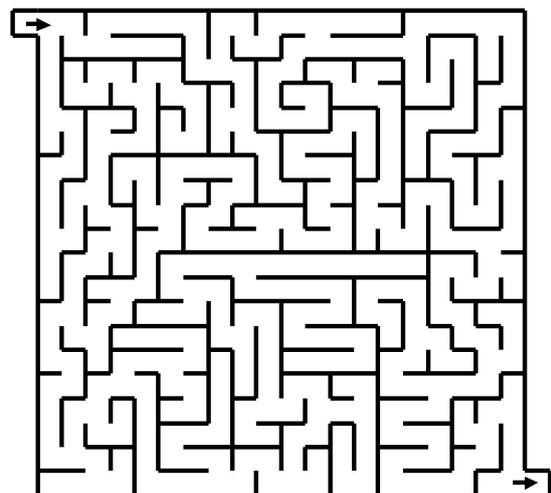
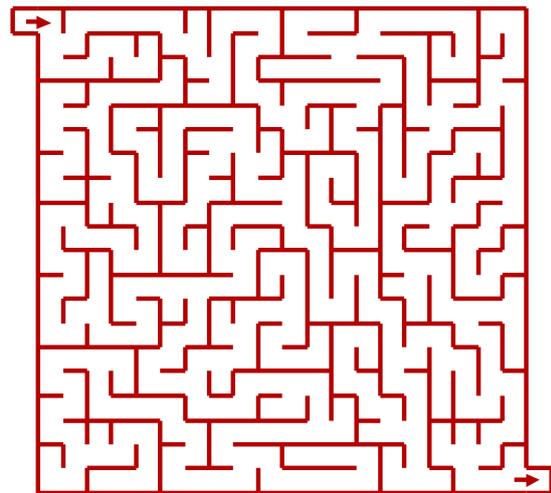
下のグラフは横軸を Sec、縦軸をその Sec となる確率とした場合のグラフをイメージして描画した。後になるほど Dev が大きい場合のグラフだ。



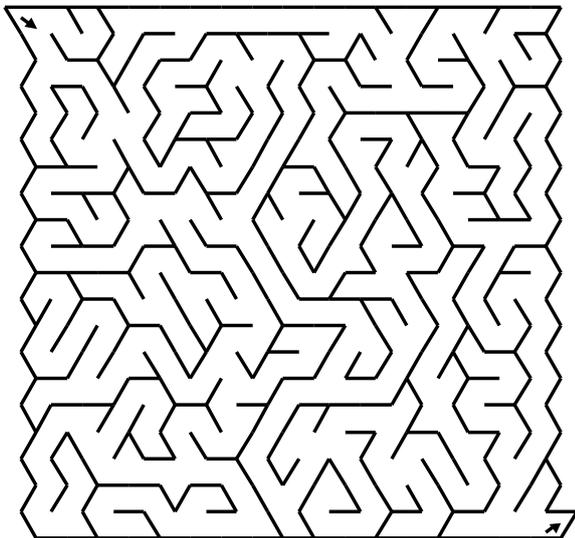
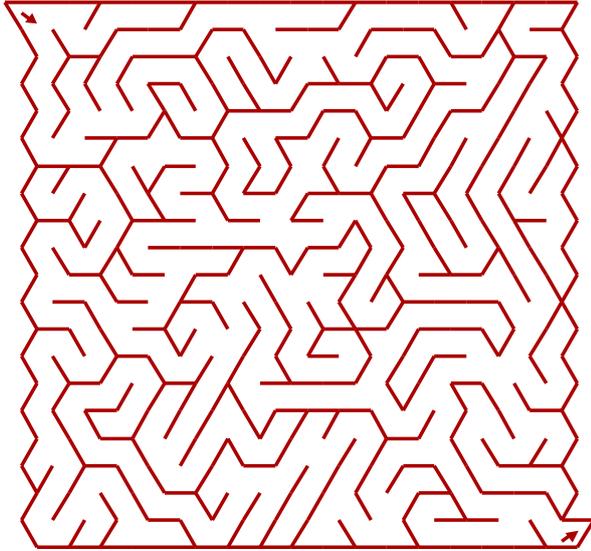
このように Dev が大きくなってくると、Sec は平均値から遠ざかることがわかる。一番確率が大きい時間を PinPoint 予想時間と呼ぶ。普通 PinPoint 予想時間は一般に2つある。

後に描画している2対の迷路は上の迷路のほうが DOM が低く、下の迷路のほうが DOM が高い、つまり下のほうが難しい迷路を描画している。

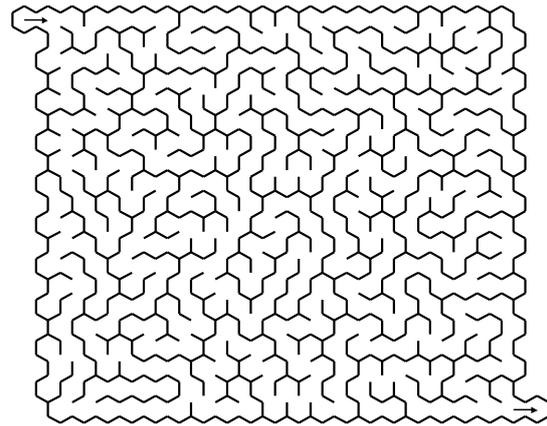
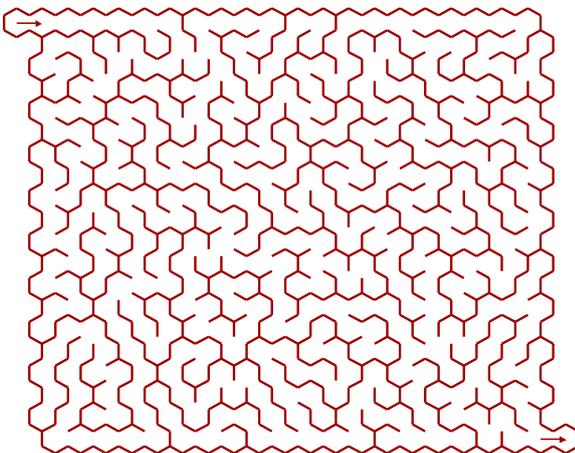
<四角迷路>



<三角迷路>



<六角迷路>



このように難易度判定を用いることで、迷路の難しさを判定し、二つの迷路の難易度を比較することができる。

これ以外にも、大きい迷路よりも小さい迷路のほうが難しいという常識はずれな結果がでることもあった。

【感想】

ここまでの研究を振り返ると、幼稚園のときによく遊んでいた迷路も今見てみるととても奥が深く、とても興味深いものだった。好きな迷路と好きなプログラミングを用いて作った迷路作成ソフトはとても好きなソフトになった。

まだまだいろいろなアイデアを使った迷路は作成できると思う。まだまだTOMとSecの相関関係もあげることができると思う。今後は、もっとこのソフトを改良し、たくさんの作成方法、そして精度の高い判定方法を目指していきたい。