

屋敷型迷路自動生成アルゴリズム

茶谷 卓実[†] 郭 清蓮[†]

金沢工業大学情報工学科[†]

1. はじめに

迷路とは複雑に入り組んだ道を通り抜けて目的地を目指すゲームのことである。迷路の特徴としてスタートからゴールまでの道は基本的に一本道であり、それ以外の分岐先の道は袋小路に行くようになっている。迷路を構成する道には特に定義はなく人間が一目では分からないような作りであれば良いため、どのようにして人を迷わせるかそれぞれのデザイナーの趣向を凝らした迷路が数多く作成されてきた。その中には屋敷のように複数の部屋をドアでつなぎ、入り組ませた迷路が存在する。本論文ではこのような迷路を「屋敷型迷路」と呼ぶこととする。屋敷型迷路の優れた特徴として仮想空間において自身がその迷路の中に入って探検することができる一人称視点との相性がとても良いことが挙げられる。しかし屋敷型迷路を自動的に生成するアルゴリズムは存在せず、基本的にはデザイナーが手書きで作成している。本論文は屋敷型迷路について分析し、自動生成するアルゴリズムを提案する。

2. 屋敷型迷路の特徴

屋敷型迷路は嘉来進之助が作成したドア迷路^[1]に代表されるような迷路のことである。図 1 にドア迷路を示す。

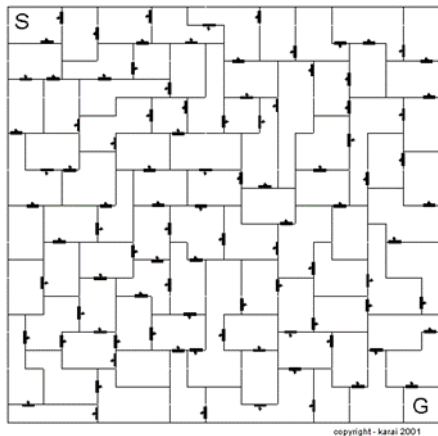


図 1 嘉来進之助が作成したドア迷路

屋敷型迷路の大きな特徴として実際の部屋のように広い空間が存在しており、それらと廊下のように細長い空間で構成されていること、空間と空間の境目には必ずドアが存在することである。一般的な迷

路の場合は細長い道とそれを囲む壁のみで構成されているため、基本的にそれ以外の物体を置くことはできない。しかし屋敷型迷路には空間ごとにある程度のスペースがあるため、物体を配置することが可能である。これは部屋を探索してアイテムを集める探索ゲームに応用することが可能である。

またドアで空間が仕切られているためドアを開けない限りは向こうの空間がどのようになっているかは認識することができない、この性質は視界外から突然脅かしてプレイヤーを怖がらせるホラーゲームや、相手の攻撃に気を付けつつ、相手を攻撃して対戦する一人称対戦ゲームと相性が良い。このように屋敷型迷路は迷路ゲーム以外にも他のジャンルに応用できる特徴を持っている。

3. 関連研究

本研究のアルゴリズムに関連しているものとして、クラスタリングによる迷路作成アルゴリズム^[2]がある。迷路の生成にクラスタリングを用いることで、迷路におけるループと死に領域を防ぐことができる。死に領域とは他の空間領域から入ることのできない空間領域のことで迷路を狭めるだけでなく複雑さも薄れてしまう。

また屋敷型迷路に似たものとしてログライクゲームが存在する。ログライクゲームとは高橋らによると「1人の冒険者がダンジョンを探検し、アイテムを集めそれを駆使しながら敵を倒し、力を強め、複数階層を突破してゴールを目指す形態をとる。」^[3]と述べられている。ログライクゲームにおけるダンジョンにも屋敷型迷路における広い空間と細長い空間が存在しており、ダンジョンの自動生成のアルゴリズムが複数存在している。しかしログライクゲームでは死に領域が生まれやすいという欠点がある。本研究ではクラスタリングを用いて、屋敷型迷路を生成するアルゴリズムを模索する。

4. 屋敷型迷路自動生成アルゴリズム

屋敷型迷路自動生成アルゴリズムの開発環境として **Processing** を用いた。

部屋の生成方法としてまず迷路全体の大きさを縦横何マスかで設定し、その中で迷路内の部屋となる空間をランダムに生成する。生成する空間は部屋となる空間と廊下となる空間の 2 種類であるが、この空間の判断基準として、空間に斜め 1 マスに直進できるマスが存在する場合その空間を部屋となる空間とし、そうでないものを廊下となる空間とした。図 2 に判断基準の図の例を示す。

Algorithms for generating room-style maze

[†]Takumi Chadani and Qinglian Guo,
Kanazawa Institute of Technology

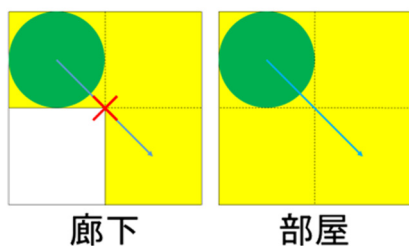
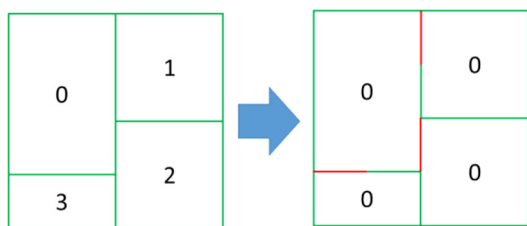


図2 空間の判断基準の例

部屋の大きさは部屋の縦と横のマスの上限をあらかじめ決めることで、部屋となる空間の最小の大きさである 2×2 マスから上限の間でのレパートリーを増やすことが可能である。部屋となる空間の生成は残りのマスで判断基準を満たすマスが無くなるまで行う。判断基準を満たすマスが迷路全体で無くなった場合、部屋とされていない残りの全てのマスを廊下となる空間とした。

全てのマスを部屋と廊下に分類した後、それぞれの部屋を繋ぐドア部分の生成を行う。ドア部分の生成にはクラスタリングを用いた。クラスタリングの手順としてまず初めに全空間にクラスタ番号を割り振る。振り終わったら迷路の端部分以外の壁の中から1マス分ランダムに選択し、その壁をドア部分とする。ドア部分を境とした2つの空間の内、大きい数値のクラスタ番号を小さいクラスタ番号に合わせる。そしてまたランダムに壁を選択していくのだが、この際壁の境が同じクラスタ番号を持つ空間の壁は選択しないようにする。これは迷路におけるループを作らないようにするためである。最終的に全ての空間のクラスタ番号が同じ数値になるまで、ドア部分を生成していく。クラスタリングを行った例を図3に示す。



赤線:ドア部分

図3 クラスタリングを用いたドア部分生成の例

5. 実現と結果

このアルゴリズムに基づいて、Processing のプログラムを作成し、屋敷型迷路を自動生成することができた。生成した迷路を図4に示す。

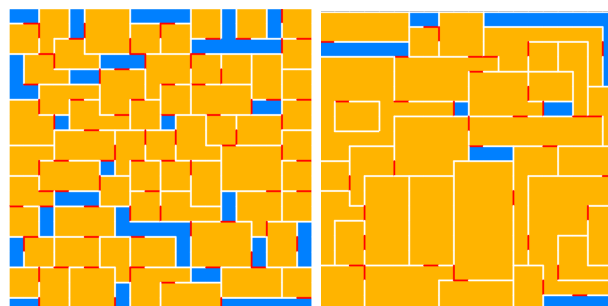


図4 アルゴリズムを用いて生成した迷路

図4の迷路は縦20マス、横20マスの大きさとし、部屋の大きさの上限をそれぞれ縦3マス、横4マスと縦9マス、横10マスとしたものである。黄色で示された空間は部屋空間であり、青色で示された空間は、廊下空間である。また赤色で示されている壁はドア部分である。部屋空間の大きさは全て上限の中で生成されていることが分かる。またある空間から全ての空間に行くことができるため、死に領域が存在しないことが分かる。

このアルゴリズムの課題点として、部屋空間の複雑さと迷路自体の複雑さのジレンマがある。前述したように、部屋の縦横のマスの上限を上げることで部屋空間の形のレパートリーを増やすことができる。しかし同時に大きな部屋空間が生まれやすくなってしまい、迷路自体が単調になる傾向がある。

6. 終わりに

本研究では屋敷型迷路における自動生成のアルゴリズムの提案とその検証を行った。

今後の発展として、前述した課題の改善に加え、ループの有無、壁の厚さ、斜め方向を考慮した、アルゴリズムを考える。またアルゴリズムだけでなくディープラーニングを用いて、屋敷型迷路の自動生成を行うことを考えている。

参考文献

- [1]"ドア迷路"<http://karai.secret.jp/door.html>(参照 2019-10-28)
- [2]"クラスタリングによる迷路作成アルゴリズム"<https://qiita.com/kaityo256/items/b2e504c100f4274deb42>(参照 2019-10-1)
- [3]高橋 一幸,Temsiririrkkul Sila,池田 心,"ローグライクゲームの研究用プラットフォーム", GAT2018 論文集,pp.5-12,2018