

波及効果の 例題生成について

金沢工業大学 情報工学科
内藤 政斗
元木研究室

■ 研究背景

- 論理パズルと呼ばれるパズルゲームが幅広い年齢層に楽しまっている
- 問題作成は主にパズル作家の手作業である
- 1個の問題を作成するだけで、時間と労力がかかる

■ 研究目的

- 論理パズル「波及効果」の例題生成アルゴリズムの提案,及び生成の高速化
- 生成する例題は唯一解を持つものとする

■波及効果とは

～ルール～

- A) 与えられた盤面のすべてのマスに,数字を1つ入れる
- B) 太線で区切られた各部屋には1からそれぞれの部屋の大きさまでの数字を1つ入れなければならない
- C) 同じ数字を同じ行または列に入れる場合は,数字と同じ数以上のマスがその間になければならない

4					
2					
	2	3			
		2			

波及効果の例題

1	2	1	3	1	2
4	1	2	1	3	1
2	3	1	2	1	3
1	2	3	4	2	1
3	1	2	1	4	2
1	4	1	2	3	1

例題の解答

■波及効果とは

～ルール～

- A) 与えられた盤面のすべてのマスに,数字を1つ入れる
- B) 太線で区切られた各部屋には1からそれぞれの部屋の大きさまでの数字を1つ入れなければならない
- C) 同じ数字を同じ行または列に入れる場合は,数字と同じ数以上のマスがその間になければならない

4					
2					
	2	3			
		2			

波及効果の例題

1	2	1	3	1	2
4	1	2	1	3	1
2	3	1	2	1	3
1	2	3	4	2	1
3	1	2	1	4	2
1	4	1	2	3	1

例題の解答

■波及効果とは

～ルール～

- A) 与えられた盤面のすべてのマスに,数字を1つ入れる
- B) 太線で区切られた各部屋には1からそれぞれの部屋の大きさまでの数字を1つ入れなければならない
- C) 同じ数字を同じ行または列に入れる場合は,数字と同じ数以上のマスがその間になければならない

4					
2					
	2	3			
		2			

波及効果の例題

1	2	1	3	1	2
4	1	2	1	3	1
2	3	1	2	1	3
1	2	3	4	2	1
3	1	2	1	4	2
1	4	1	2	3	1

例題の解答

■波及効果とは

～ルール～

- A) 与えられた盤面のすべてのマスに,数字を1つ入れる
- B) 太線で区切られた各部屋には1からそれぞれの部屋の大きさまでの数字を1つ入れなければならない
- C) 同じ数字を同じ行または列に入れる場合は,数字と同じ数以上のマスがその間になければならない

4					
2	3				
	2	3			
		2			

波及効果の例題

1	2	1	3	1	2
4	1	2	1	3	1
2	3	1	2	1	3
1	2	3	4	2	1
3	1	2	1	4	2
1	4	1	2	3	1

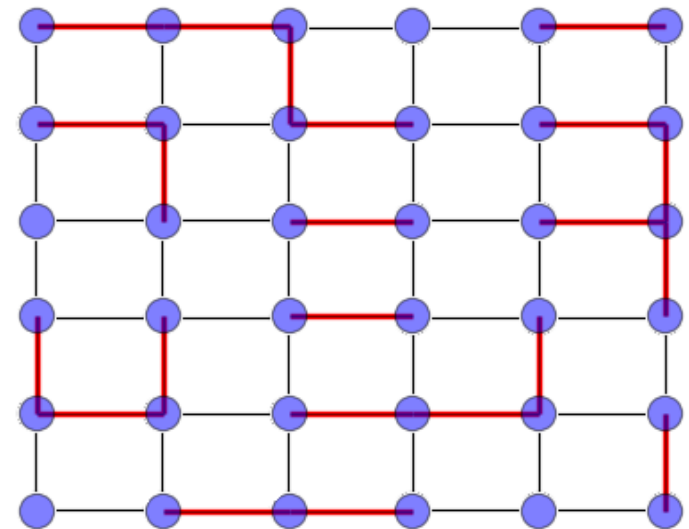
例題の解答

■ 生成アルゴリズム

- A) 波及効果の盤面と同じ大きさの枝重み付きグリッドグラフを生成する
- B) グリッドグラフからランダムな全域森を生成し,盤面の部屋分けとする
- C) 盤面に分枝限定法を用いて,解の有無判定を行う
 - 1. 解がない場合はAに戻る
 - 2. 解が1個の場合は盤面を出力する
 - 3. 解が複数ある場合は,ヒント数字を1つ追加しCに戻る

■ 盤面の部屋分け1

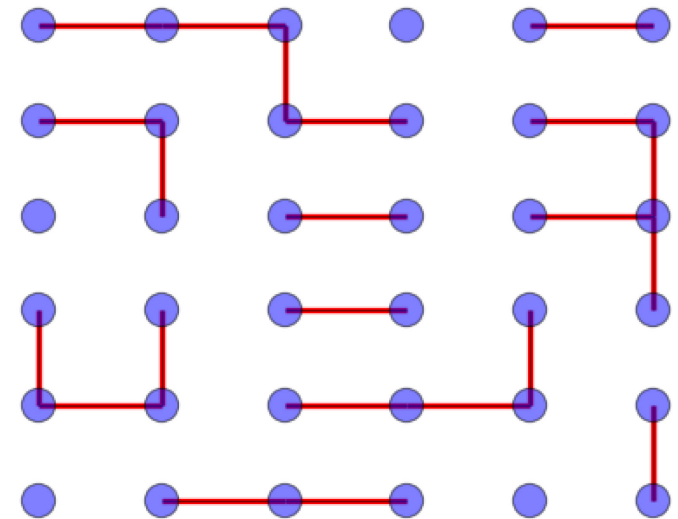
- input: 盤面のサイズ $n \times m$;
部屋最大のサイズ S ;
- begin
- 枝にランダムな重みを付与した, サイズ $n \times m$ の枝重み付きグリッドグラフ G を生成する;
- G にクラスカル法を適用し, 全域木 T を生成する;
- T の最大連結成分から枝を1個ランダムに削除し, 全域森 F を生成する;
- while (F の最大連結成分 C が S より大きい) do
- C の辺をランダムに1個削除する;
- F から同一の辺を削除する;
- F を出力する;
- end.



全域森の例

■ 盤面の部屋分け1

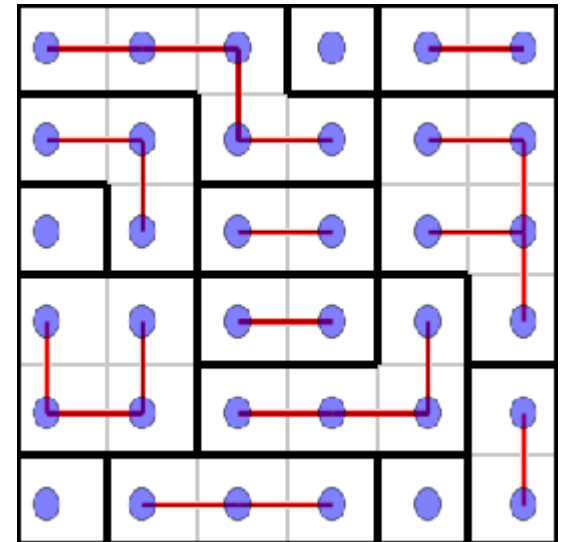
- input: 盤面のサイズ $n \times m$;
部屋最大のサイズ S ;
- begin
- 枝にランダムな重みを付与した, サイズ $n \times m$ の枝重み付きグリッドグラフ G を生成する;
- G にクラスカル法を適用し, 全域木 T を生成する;
- T の最大連結成分から枝を1個ランダムに削除し, 全域森 F を生成する;
- while (F の最大連結成分 C が S より大きい) do
- C の辺をランダムに1個削除する;
- F から同一の辺を削除する;
- F を出力する;
- end.



全域森の例

■ 盤面の部屋分け1

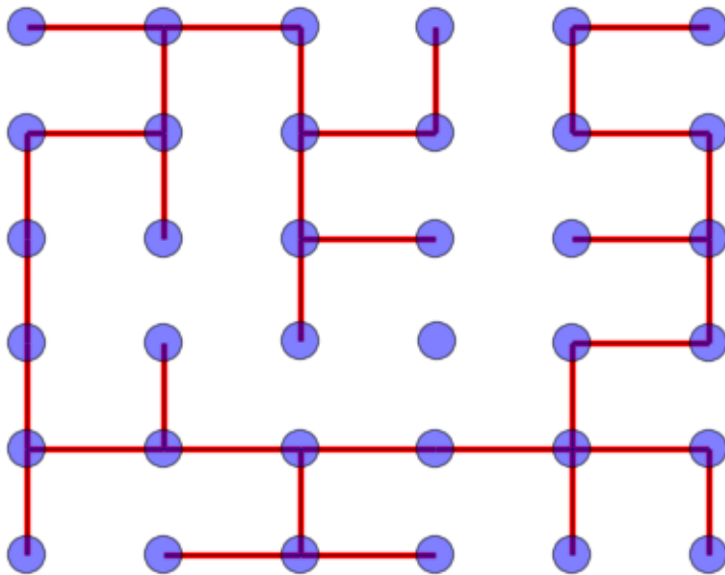
- input: 盤面のサイズ $n \times m$;
部屋最大のサイズ S ;
- begin
- 枝にランダムな重みを付与した, サイズ $n \times m$ の枝重み付きグリッドグラフ G を生成する;
- G にクラスカル法を適用し, 全域木 T を生成する;
- T の最大連結成分から枝を1個ランダムに削除し, 全域森 F を生成する;
- while (F の最大連結成分 C が S より大きい) do
- C の辺をランダムに1個削除する;
- F から同一の辺を削除する;
- F を出力する;
- end.



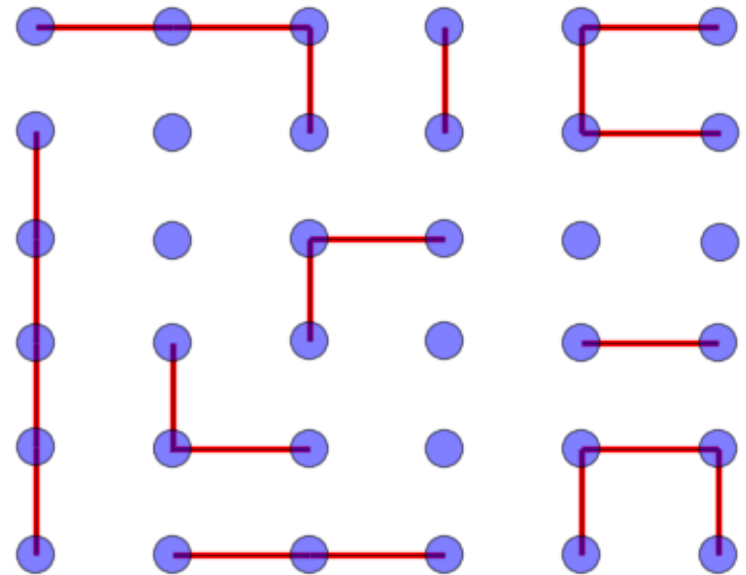
部屋分け済みの盤面の例

■ 盤面の部屋分け2

- while (Fの最大連結成分CがSより大きい) do
 - Cの辺をランダムに1個削除する;
 - Fから同一の辺を削除する;



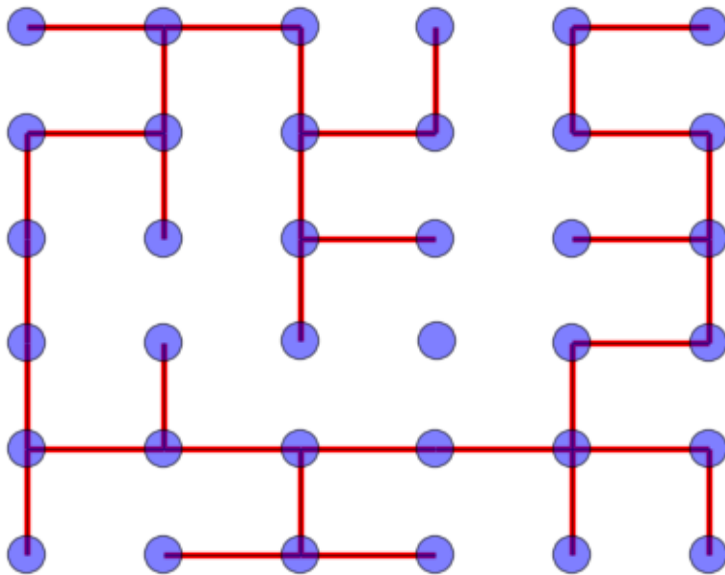
全域森の例



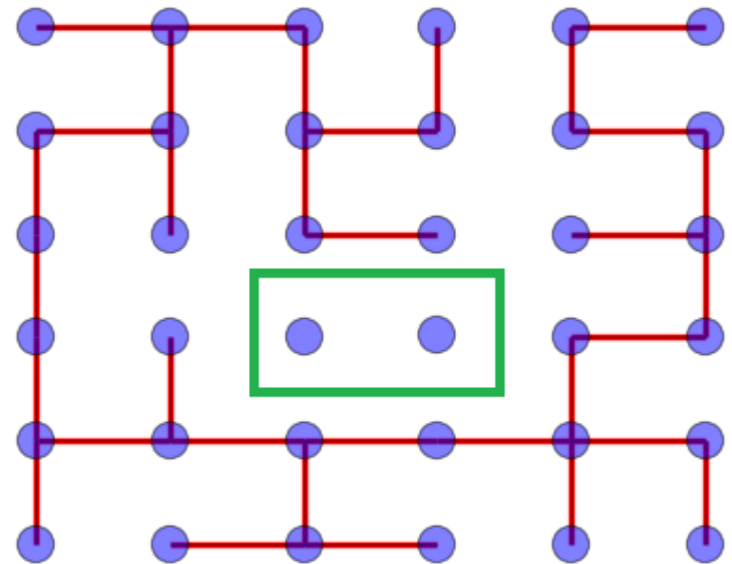
解なしの例

■ 盤面の部屋分け2

- while (Fの最大連結成分CがSより大きい) do
 - Cの辺をランダムに1個削除する;
 - Fから同一の辺を削除する;
- 大きさ1の部屋が隣接した場合,マージする;



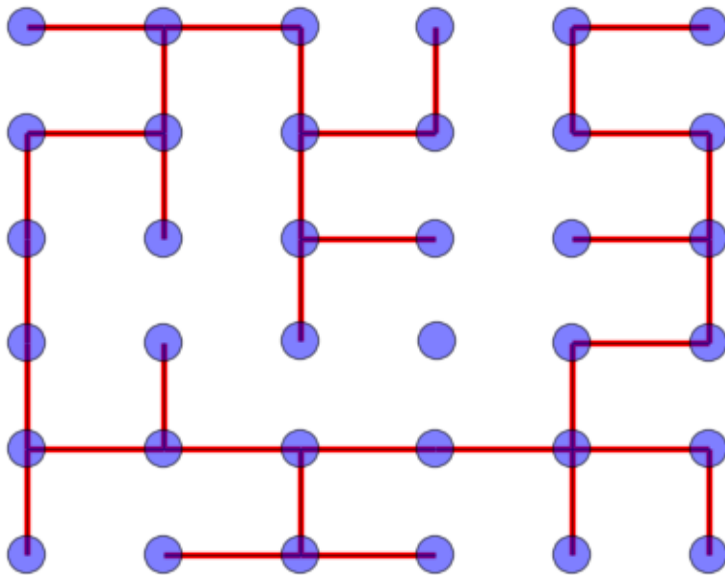
全域森の例



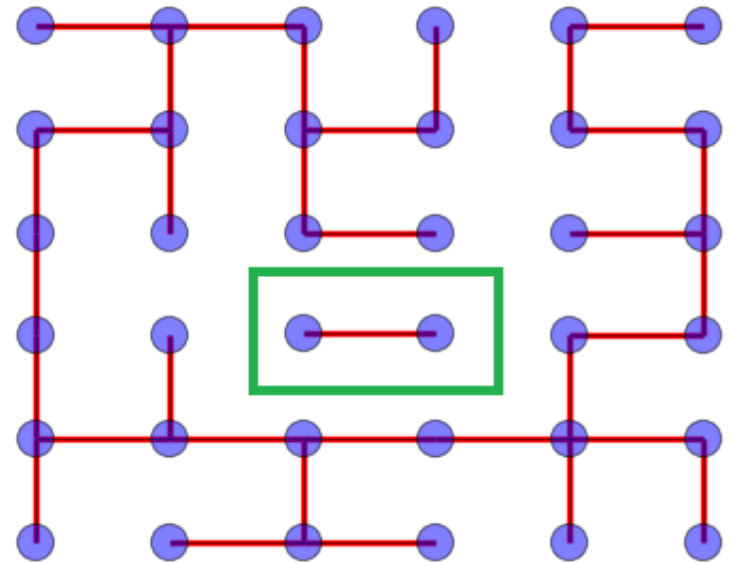
解なしの例

■ 盤面の部屋分け2

- while (Fの最大連結成分CがSより大きい) do
 - Cの辺をランダムに1個削除する;
 - Fから同一の辺を削除する;
 - **大きさ1の部屋が隣接した場合,マージする;**



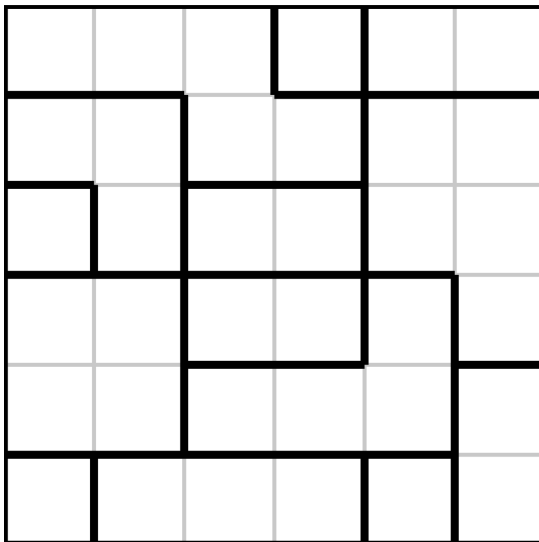
全域森の例



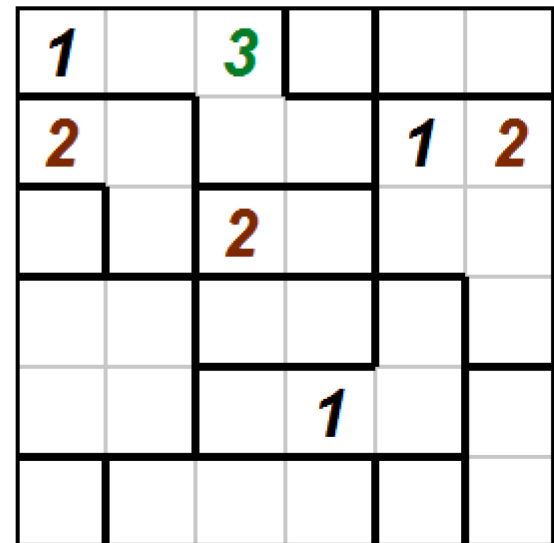
マージの例

■ 解の有無判定

- 分枝限定法を用いて解の有無判定を行う
 - a. 解が1個の場合はその盤面を出力する
 - b. 解が2個以上存在する場合はヒント数字を1つ追加し,解の数の判定に戻る
 - c. 解が存在しない場合は,全域森の生成に戻る



部屋分け済みの盤面の例



ヒント数字有の盤面の例

■ 実験結果

- 実験環境

- プロセッサ: Intel(R)Core(TM)i7-2600 CPU@3.40GHz
- メモリ: 8.00GB
- OS: Windows 8.1 Pro

- 全域森を1000回生成した時に,例題生成が可能な全域森の生成割合を表に示す

問題作成が可能な全域森の生成割合

部屋 の最大 サイズ / 盤面 のサイズ	4	5
5 × 5	4.0%	31.2%
6 × 6	0.1%	12.3%
7 × 7	0.0%	2.7%

■ まとめ

- 部屋の最大サイズを増加させた場合,問題として扱える全域森の生成割合が増加した
- 現状の生成方法では,例題生成が可能な全域森の生成割合が低い

■ 今後の課題

- 遺伝的アルゴリズムを用いて,解が存在しない盤面の部屋分けを,解が存在するように変換し,常に解が存在する盤面生成を考えたい

ご清聴ありがとうございました