

# ヒントの少ない ナンプレの作り方

株式会社 タイムインターメディア  
早川友康

# 目的

- ヒントの少ない  $25 \times 25$  のナンプレを生成する



# 目次

- 目的
- ナンプレ
- 手筋
- $9 \times 9$
- $16 \times 16$
- $25 \times 25$
- まとめ



# ナンプレ

## ○ルール

- 空きマスに1～9の数を書き込む
- 行・列・ブロックに1～9が1つずつ

					3			
		6			1	2		
	7	8						
							9	8
							7	
3	2							
	1					5		
			8	9			4	
			7					



# 用語

## ○ヒント

- 予め配置された数

## ○問題

- 盤面上のマスに  
ヒントが配置され  
ているもの

					3			
		6			1	2		
	7	8						
							9	8
							7	
3	2							
	1					5		
			8	9			4	
			7					



# 用語

## ○解

- 盤面上の全てのマスに数が入ったもの

1	4	2	5	7	3	8	6	9
9	3	6	4	8	1	2	5	7
5	7	8	6	2	9	1	3	4
4	6	1	2	5	7	3	9	8
8	9	5	1	3	4	6	7	2
3	2	7	9	6	8	4	1	5
7	1	9	3	4	2	5	8	6
2	5	3	8	9	6	7	4	1
6	8	4	7	1	5	9	2	3



# 用語

## ○手筋

- マスに入る数を確定する
- マスに入る数を限定する

## ○候補

- マスに入る可能性のある数

					3			
		6			1	2		
	7	8						
							9	8
							7	
3	2							
	1					5		
			8	9			4	
			7					



# ナンプレ

## ○最少ヒント数

- $9 \times 9: 17$  (証明済)
- $16 \times 16: 56$
- $25 \times 25: 174$

## ○最多ヒント数

- $9 \times 9: 39$  (41)

					3			
		6			1	2		
	7	8						
							9	8
							7	
3	2							
	1					5		
			8	9			4	
			7					





# ナンプレ

## ○最少ヒント数

- $9 \times 9: 17$  (証明済)
- $16 \times 16: 56$
- $25 \times 25: ~~174~~ \rightarrow 153$

## ○最多ヒント数

- $9 \times 9: 39$  (41)

					3			
		6			1	2		
	7	8						
							9	8
							7	
3	2							
	1					5		
			8	9			4	
			7					



# 手筋

- Singles

- Hidden Single

			1					
	2							
	4	5						
1								
				1				
	8	9			4	5	6	

			1					
	2	1						
	4	5						
1								
				1				
	8	9			4	5	6	1



# 手筋

- Singles

- Naked Single

1 2 3		2	3		4	5		
6								
7								
8								
9								

1		2	3		4	5		
6								
7								
8								
9								



# 手筋

## ○ InterSections

### ● Locked Candidates

			1	1				
			2	3				
			4	5				
					1			
						1		
1	1	1	7	8			2	3

≠	≠	≠	1	1			≠	≠
			2	3				
			4	5				
					1			
						1		
≠	≠	≠						
≠	≠	≠						
1	1	1	7	8			2	3



# 手筋

- Subsets

- Hidden Pair

<sup>1 2</sup>		3						
			1	2				
4		<sup>1 2</sup>						
	1							
	2							

<sup>1 2</sup> ⑤⑥ ⑦⑧⑨		3						
			1	2				
4		<sup>1 2</sup> ⑤⑥ ⑦⑧⑨						
	1							
	2							



# 実験環境

- CPU : Intel Core i7-2600K (3.4 ~ 3.8GHz)
- OS : Windows 7 Professional Edition
- 言語 : C++



# 9×9 (手筋)

- ヒント数17の唯一解の問題を49,151問解かせた

手筋	解けた問題数	解けた割合(%)	解く時間(ms/問)
Singles	21905	44.57	0.0950
+ InterSections	37373	76.04	0.1078
+ Hidden Pair	41425	84.28	0.1188
+ Naked Pair	41588	84.61	0.1311
+ X-Wing	41605	84.65	0.1343
+ Subsets	41665	84.77	0.1710
+ Basic Fish			



## 9×9 (山登り)

- 1. ヒント数を入力する
- 2. 1.のヒント数の問題を生成する
- 3. 解が唯一解に近づくようにヒントを変更する
  - 空マス とか 候補数 とか 二乗和 とか
- 4. 唯一解でない場合は3.へ戻る
- 5. どのヒントを変更しても
  - 唯一解に近づかない場合は2.へ戻る





# 9×9 (山登り - 実行結果)

- ヒント数17~20を入力
- 1日実行

ヒント	生成問題数	試行回数	生成確率(%)	生成時間(秒)
20	1,541,774	16,362,109	94.228	0.056039
19	519,826	802,372	64.786	0.16621
18	82,256	542,165	15.172	1.0504
17	2,091	492,070	0.42494	41.310



# 16 × 16 (山登り - 実行結果)

- ヒント数67はできたけど……
- 1日実行

ヒント	生成問題数	試行回数	生成確率(%)	生成時間(分)
70	379	5,538	6.8436	3.7995
69	147	5,513	2.8750	9.7959
68	38	4,867	0.78077	37.895
67	11	4,606	0.23882	130.91
66	0	4,461	none	none
65	0	4,311	none	none

## 16 × 16 (進化)

- 1. 個体群を初期化する (個体数N)
- 2. 各個体のコピーを作る
- 3. 各個体のコピーを突然変異させる
- 4. 全ての個体に対して評価値を求める
- 5. 評価値順に個体をソートする
- 6. 上位N個以外の個体を削除する
- 7. 局所解に陥っているなら終了する
- 8. 2.へ戻る



## 16 × 16 (進化 - 評価値)

- 1. 個体をランダムにN個選択する
- 2. 対象の個体と選んだN個の個体の成績を比較する
  - 成績: 二乗和
- 3. 対象の個体より成績が悪い個体の数とその個体の評価値とする



# 16 × 16 (進化 - ヒント数58)

- 1. 進化
- 2. 各個体からヒントを1つ削除
- 3. 進化
- 4. 各個体にヒントを1つ追加
- 5. 1.へ戻る
  
- 個体数100



# 16 × 16 (進化 - ヒント数56)

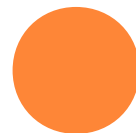
- 1. ヒント数58の唯一解の問題を量産
  - 6スレッド 1日1問生成: 17問生成
- 2. ヒント数58 → ヒント数57
  - 1問あたり 1~2日: 17問 → 15問生成
- 3. ヒント数57 → ヒント数56
  - 1問あたり 数日: 15問 → 1問生成
  
- 3ヶ月かかった



# 16 × 16 (進化 - ヒント数56)

## ○ ヒント数58

3				5	16							4	11	6
	1		8					13					3	
				11				8					9	
		13	15				7	2	10		1			
							10			5			1	
9								16	4	11				
	5									9				
						15	1						10	2
							12							
	8		2						15					
4														5
16				14						11				4
				9	4									1
								13	1				15	10
11	4			16	5	6	3				14			
									2				13	



# 16 × 16 (進化 - ヒント数56)

## ○ ヒント数57

				5	16						4	11	6
	1	8						13				3	
				11				8				9	
	15	13				7	2	10		1			
						10		5			1		
9							16	4	11				
								9					
					15	1					10	2	
						12							
	8				2			15					
4				3					11			5	
3												4	
				9	4								1
	2							13	1			15	10
11			9	16	5	6	3			14			
								2				13	





# 16 × 16 (進化 - ヒント数56)

## ○ ヒント数56

				5								4	11	6
	1	8							13				3	
				11	16								9	
	15	13					14	2	10		1			
							10			5			1	
9			7					16		4	11			
3										9				
						15	1						10	2
			5										4	
									14					
4			16								11			5
					6		2		15					
16				9	4									
									1				15	10
11			9	3	5	8								
		7							10	2			13	



## 25 × 25 (進化)

- 個体数 10 とか 20 とか
- ヒント数182はできたけど……



## 25 × 25 (進化 - 改良)

- 1. ヒント数を入力する
- 2. 進化など (16 × 16 のヒント数 58 と同じ)
  - 成績 : 三乗和 (おまじない)
- 3. ヒントを 1 つ追加する
- 4. 2. へ戻る



## 25 × 25 (進化 - 改良)

- ヒント数150を入力  
( 個体数10, 6スレッド, 1ヶ月間 )
- ヒント数173の唯一解の問題が生成できた
- ヒント数168まで減らせた



## 25 × 25 (進化 - 改良)

- ヒント数130を入力  
( 個体数10, 6スレッド, 1ヶ月間 )
- ヒント数153の唯一解の問題が生成できた



# 25 × 25 (進化 - 改良)

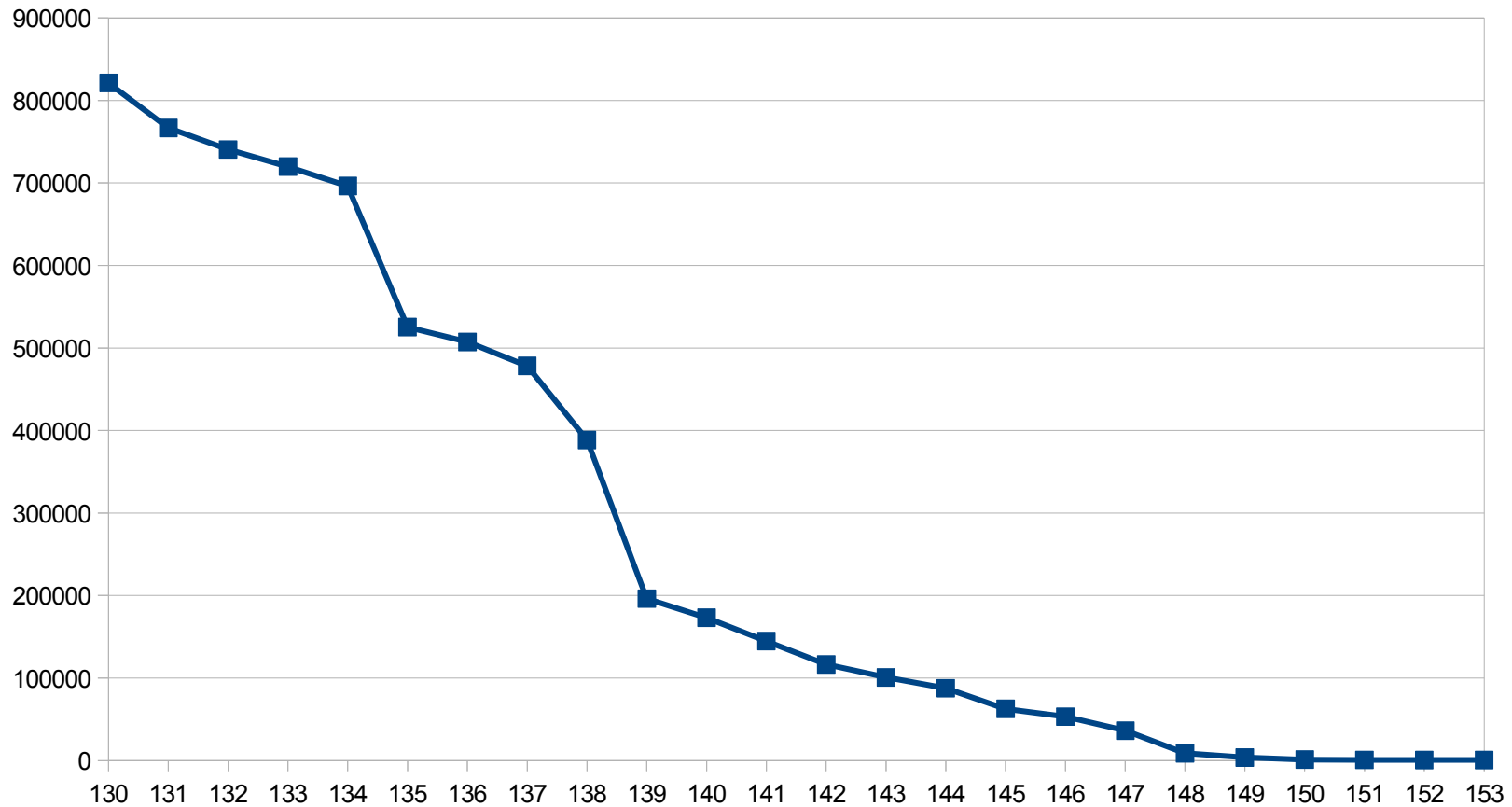
○ヒント数153

1	22		24						23	16	6		12	13	11												
				15			9												6	5		8					
21	23		18	11					24			13	25	1													
					5	6	8	17			20		2					14				19					
			13		19				11									17									
		1		12		13	11		23			24	22													16	
		19	4												20	6			3			17					
		9										22			14		19					20					
						24			12																		
						23	18	1														8					
	1					21	12				17	19							14			3					
	24		25	7		18	23		13				1	21	11							16					
			11								20	6					10					5					
12	18		23			24	25									16	13										
									4		14	8	5				3	15		20	19		6				
8		3	14							9						6					22						
						1			21													11					
			6			16																					
		17	20	3						15					5	14	6										
		5				25	13		7			11	12				23				1						
													24	7			18	13				23					
		20	9	5		8	6						15				24										
		6	19	9	14		20			8																	
		8	5	17		19				3	14	4															
													11	1			25	18				12					



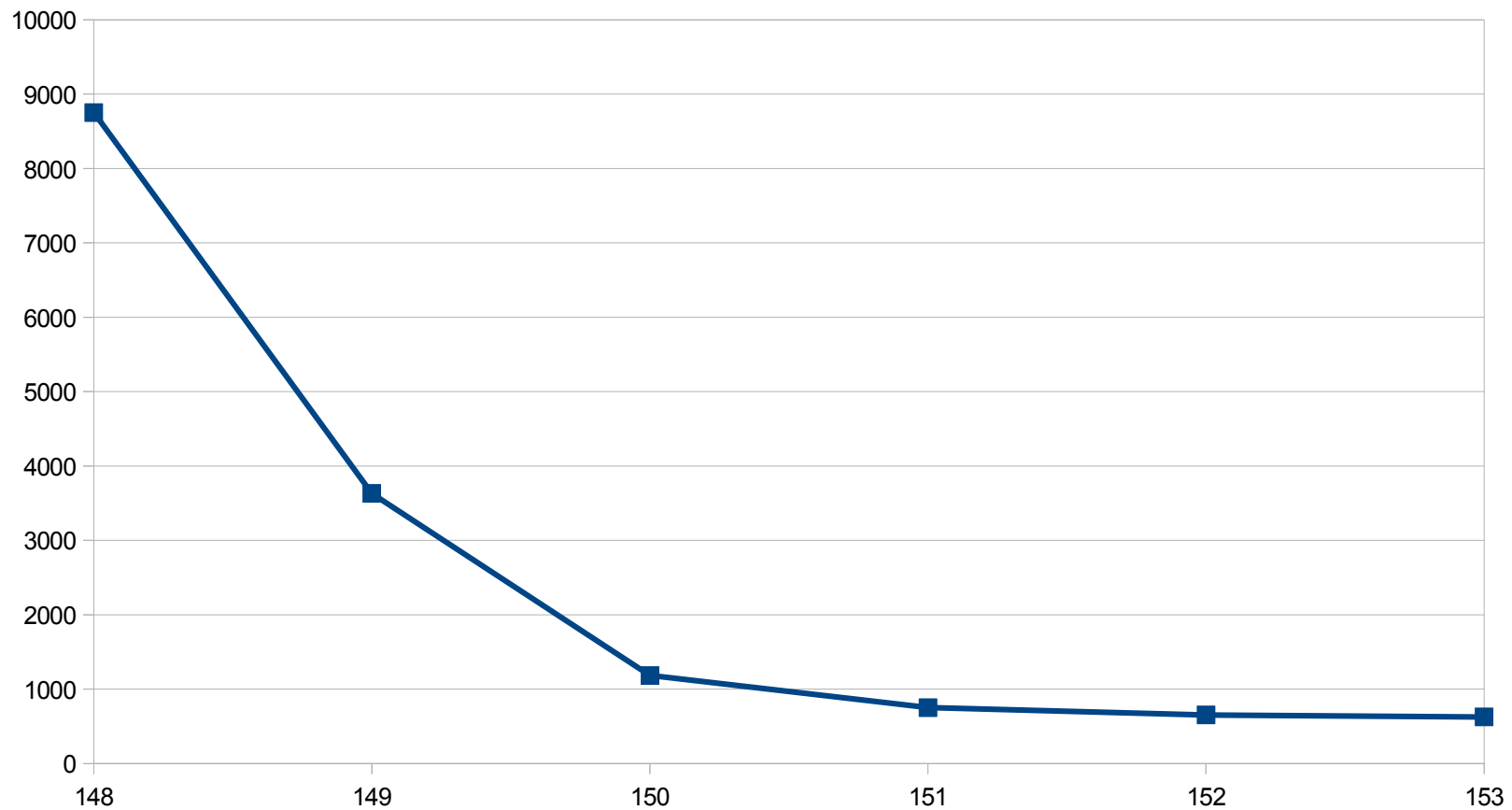
# 25 × 25 (進化 - 改良)

○ ヒント数130を入力



# 25 × 25 (進化 - 改良)

○ ヒント数130を入力





# まとめ

- ヒント数153の唯一解の問題が生成できた
- ヒント数100から生成中
  
- CUDA勉強中
- $25 \times 25$ のナンプレを解くソフトがほしい

