

Alunos:

Daniel dos Santos Barros de Sousa – 211030980

Lucas Soares Rodrigues - 190126248

Marcos Gabriel Tavares - 170041042

Rodrigo Tiago Costa Lima - 180037242

Vinicius Vieira de Souza - 170115500

# Nurikabe

## O Jogo

Nurikabe é um jogo de quebra-cabeça de determinação binária, onde se deve decidir para cada célula se ela é branca ou preta, tendo sido inventado no Japão.

Ele é um quebra-cabeça de formação de ilhas, sendo resolvido dividindo-se entre pistas com paredes, onde o objetivo é criar ilhas dividindo pistas com paredes de acordo com as seguintes regras:

1. Ilhas:
  - Uma ilha deve ser formada por células brancas contínuas conectadas na quantidade indicada na célula branca (Incluindo a célula numerada).
  - Cada ilha contém exatamente uma pista.
  - Duas ilhas não podem estar conectadas
  - Todas as ilhas estão isoladas umas das outras horizontal e verticalmente.
  - Não se pode preencher células contendo números.
  - As ilhas devem ser separadas por células pretas.
2. Paredes:
  - As células pretas não podem ser vinculadas para serem quadradas  $2 \times 2$  ou maiores. (Regra não garantida neste domínio)
  - Quando concluídas, todas as paredes formam um caminho contínuo.
  - Todas as células pretas devem ser conectadas para formar uma parede contínua.
3. Robô:
  - Ele não pode passar mais de uma vez no quadrado que já foi pintado.

## Domínio

O domínio do Nurikabe segue algumas das regras do jogo usual, porém ele abstrai algumas coisas o que faz com que algumas das regras do jogo usual não se apliquem, sendo elas:

1. Inversão do objetivo, em vez de pintar células pretas, ele pinta as brancas
2. Não há preocupação com células pretas vinculadas quadradas de  $2 \times 2$  ou maior

## Formação do Domínio

O domínio conta com as informações usuais na montagem de domínio, sendo elas:

**Tipos:** O domínio apresenta apenas um tipo, sendo o de objeto, que molda três fatores no domínio.

- Cell: Células pela qual o robô vai passar
- Num: Informação sobre as células adjacentes
- Group: Qual grupo de células determinada célula se encontra

**Constantes:** Valor sempre existente no domínio.

- N0: Do tipo num

**Predicados(Condições):** O domínio tem algumas propriedades já definidas, sendo elas:

- Next: Estabelece uma relação de antecedente e sucessor entre números
- Connected: Estabelece relação de conexão entre duas células
- Source: Relação entre uma célula e um grupo para saber a partir de onde deve se começar a pintar
- Painted: Indica a pintura de uma célula
- Available: Indica se uma célula está disponível para ser pintada
- Part-Of: Indica se uma célula faz parte de um determinado grupo
- Blocked: Indica se uma célula está bloqueada para ser pintada
- Remaining -Cells: Indica células que ainda precisam ser pintadas em um grupo
- Robot-Pos: Indica a posição do Robô
- Moving: Indica o movimento do Robô
- Painting: Indica se o Robô está pintando
- Group-Painted: Indica se um grupo foi completamente pintado

**Ações:** O domínio apresenta 4 ações possíveis:

- Move: Permite se mover de uma célula para outra.
  - o Parâmetro:
    - Célula de origem
    - Célula de destino
  - o Precondição:
    - Conexão das células
    - Robô não está pintando
    - Célula de destino não está pintada
    - Robô na célula de origem
  - o Efeito:
    - Robô na célula de destino
    - Robô não estar na célula de origem

- Start-Painting: Começa a pintar um grupo a partir de uma célula.
  - o Parâmetro:
    - Célula que será pintada
    - Grupo da célula que será pintada
    - Número atual de células pintadas
  - o Precondição:
    - Existir células do grupo para serem pintadas
    - Está em uma célula conectada a um grupo
    - O robô não está pintando
    - O robô está na célula que será pintada
    - Ainda existem células do grupo a serem pintadas
  - o Efeito:
    - O robô não está se movendo
    - O robô está pintando
    - A célula foi pintada
    - Decremento na quantidade de células a serem pintadas ainda
  
- Move-Painting: Se move para uma outra célula já para pintá-la.
  - o Parâmetro:
    - Célula de origem
    - Célula de destino
    - Grupo da célula que está pintando
    - Número atual de células pintadas
  - o Precondição:
    - O robô está na célula de origem
    - Existir células do grupo para serem pintadas
    - As células de origem e de destino estão conectadas
    - A célula de destino não foi pintada
    - A célula de destino não pertence a outro grupo
    - O robô está pintando o grupo
    - Ainda existir células do grupo a serem pintadas
  - o Efeito:
    - O robô está na célula de destino
    - A célula de destino foi pintada
    - Decremento na quantidade de células a serem pintadas ainda
  
- End-Painting: O robô termina de pintar um grupo de células.
  - o Parâmetro:
    - O grupo que deseja finalizar
  - o Precondição:
    - O robô está pintando o grupo
    - Não existem células a serem pintadas ainda
  - o Efeito:
    - O robô não está mais pintando o grupo
    - O robô parou de pintar
    - O grupo está pintado

## Execução dos Problemas

Existem 40 problemas no total. 20 são para a track OPT e 20 para a track SAT. Os problemas para a track são em geral menores que os problemas da track SAT. Também realizamos um round de experimentos utilizando lama-first e madagascar com as flags padrão e os denominamos de Agile utilizando os problemas SAT. Todos os experimentos foram realizados com um limite de tempo de 300s (5 Minutos). As métricas geradas pode ser vistas nas tabelas 1, 2 e 3.

		OPT			
		Time limit = 300s			
		seq-opt-fdss-2	-S 1 -P 0		
Problem/Planner	Fast-Downward	Madagascar	Julia		
1	0.232s	0.020s	21.762s	3x3 2 grupos	
2	0.217s	0.021s	21.946s	3x3 3 grupos	
3	0.512s	0.072s	21.820s	4x4 2 grupos	
4	0.631s	0.159s	22.273s	4x4 3 grupos	
5	2.444s	0.736s	22.363s	5x5 2 grupos	
6	3.309s	2.034s	24.959s	5x5 5 grupos	
7	21.999s	8.189s	25.444s	6x6 5 grupos	
8	25.721s	84.291s	29.499s	6x6 7 grupos	
9	123.631s	TLE	34.892s	7x7 6 grupos	
10	126.599s	TLE	35.085s	7x7 8 grupos	
11	TLE	TLE	TLE	8x8 8 grupos	
12	TLE	TLE	98.998s	8x8 10 grupos	
13	TLE	TLE	TLE	9x9 10 grupos	
14	TLE	TLE	TLE	9x9 10 grupos	
15	TLE	TLE	TLE	10x10 15 grupos	
16	TLE	TLE	TLE	10x10 13 grupos	
17	TLE	TLE	TLE	11x11 14 grupos	
18	TLE	TLE	TLE	11x11 17 grupos	
19	TLE	TLE	TLE	12x12 21 grupos	
20	TLE	TLE	TLE	12x12 19 grupos	
Total		10	8	11	

Tabela 1 – Problemas OPT

SAT  
 Time limit = 300s  
 seq-sat-lama-2011

flags	seq-sat-fdss-2018	seq-sat-lama-2011	
Problem/Planner	Fast-Downward	Fast-Downward	
1	1 plano - OPT 32	2 planos - OPT 32	6x6 6 grupos
2	3 planos - OPT 38	5 planos - OPT 38	6x6 7 grupos
3	6 planos - 42	6 planos - OPT 42	7x7 7 grupos
4	4 planos - 52	4 planos - 52	7x7 7 grupos
5	7 planos - 56	5 planos - 56	8x8 9 grupos
6	8 planos - 59	3 planos - 62	8x8 10 grupos
7	6 planos - 70	6 planos - 68	9x9 11 grupos
8	7 planos - 75	1 plano - 94	9x9 11 grupos
9	6 planos - 95	6 planos - 88	10x10 13 grupos
10	5 planos - 93	3 planos - 101	10x10 13 grupos
11	1 plano - 122	TLE	11x11 16 grupos
12	7 planos - 103	3 planos - 112	11x11 14 grupos
13	2 planos - 134	TLE	12x12 19 grupos
14	TLE	TLE	12x12 14 grupos
15	TLE	TLE	13x13 20 grupos
16	TLE	TLE	13x13 25 grupos
17	TLE	TLE	14x14 23 grupos
18	TLE	TLE	14x14 27 grupos
19	TLE	TLE	15x15 30 grupos
20	TLE	TLE	15x15 29 grupos
Total	13	11	

Tabela 2 - Problemas SAT

Agile  
Time limit = 300s  
-S 5 -P 2

Problem/Planner	lama-first Fast-Downward	Madagascar	
1	1.091s	2.177s	6x6 6 grupos
2	0.995s	12.731s	6x6 7 grupos
3	2.234s	18.930s	7x7 7 grupos
4	6.716s	TLE	7x7 7 grupos
5	5.088s	TLE	8x8 9 grupos
6	4.698s	TLE	8x8 10 grupos
7	8.055s	TLE	9x9 11 grupos
8	TLE	TLE	9x9 11 grupos
9	16.913s	TLE	10x10 13 grupos
10	47.464s	TLE	10x10 13 grupos
11	TLE	TLE	11x11 16 grupos
12	TLE	TLE	11x11 14 grupos
13	TLE	TLE	12x12 19 grupos
14	TLE	TLE	12x12 14 grupos
15	TLE	TLE	13x13 20 grupos
16	TLE	TLE	13x13 25 grupos
17	TLE	TLE	14x14 23 grupos
18	TLE	TLE	14x14 27 grupos
19	TLE	TLE	15x15 30 grupos
20	TLE	TLE	15x15 29 grupos
Total	9	3	

Tabela 3 – Problemas Agile

## Análise Crítica

Após uma análise do domínio e da resolução dos problemas foi observado que:

- Diferente do que acontece na prática do jogo Nurikabe, o domínio em questão decide pintar as células brancas ao invés das células pretas. Acredita-se que essa decisão foi tomada com o intuito de “ganhar tempo” já que é comum, no jogo de Nurikabe, uma menor quantidade de células brancas.
- Devido ao que foi mencionado anteriormente. Como o domínio funciona pintando apenas as ilhas/grupos, não há garantia de que a solução obedeça a regra da parede 2x2 (Não deve haver uma parede preta 2x2).

## Ferramentas

Não existem ferramentas de apoio, tanto que fazem a animação para ver o problema sendo executado no domínio quanto que gerem os arquivos problemas.