

Trabalho de grupo

ALOCAÇÃO DE ENFERMEIROS

Otimização Heurística

Grupo 16

2023/2024

SOLUÇÃO ADMISSÍVEL

SOLUÇÃO ADMISSÍVEL

- 01 **#1** Estabelece um limite **máximo** de **5 procedimentos** num dia de trabalho de um enfermeiro
- 02
- 03 **#2** Não podem haver **enfermeiros repetidos** no mesmo período
- 04
- 05
- 06 **#3** Procedimentos **regulares** podem ser efetuados por **qualquer enfermeiro**
- 07
- #4** Procedimentos **complexos** só podem ser realizados por enfermeiros das **categorias 2 e 3**

HEURÍSTICA

HEURÍSTICA

- 01
 - 02
 - 03
 - 04
 - 05
 - 06
 - 07
- #1 Criar uma **lista** para **cada enfermeiro** com a quantidade de procedimentos em que participou e **outra** para os **períodos**
 - #2 **Separar** os **procedimentos** por regulares e complexos
 - #3 **Ordenar** os enfermeiros para cada procedimento, por **ordem crescente de tempo**
 - #4 Verificar se o **enfermeiro** pertence à **categoria permitida**, se **não excedeu os 5 procedimentos** e se ainda **não participa no período**
 - #5 Se **não existirem enfermeiros disponíveis**, fazer **uma permutação**
 - #6 **Atualizar a lista de enfermeiros** e de períodos

SOLUÇÃO OBTIDA COM A HEURÍSTICA



Períodos:

1: [('P1', [E3, E1, E7]), ('P2', [E2, E4, E10])],
 2: [('P3', [E5, E8, E9]), ('P4', [E1, E4, E7])],
 3: [('P5', [E1, E3, E6]), ('P6', [E10, E5, E8])],
 4: [('P7', [E8, E7, E9]), ('P8', [E10, E6, E5])],
 5: [('P9', [E7, E5, E10]), ('P10', [E6, E8, E9])],
 6: [('P11', [E10, E5, E9]), ('P12', [E7, E6, E8])],
 7: [('P13', [E1, E2, E3]), ('P14', [E4, E9, E6])]

TEMPO TOTAL:

503 minutos (= 79 + 72 + 68 + 86 + 56 + 81 + 61)

Enfermeiros:

'E1': {'categoria': 1, 'procedimentos': 4, 'periodos': [2, 3, 7, 1]},
 'E2': {'categoria': 1, 'procedimentos': 2, 'periodos': [1, 7]},
 'E3': {'categoria': 1, 'procedimentos': 3, 'periodos': [1, 3, 7]},
 'E4': {'categoria': 1, 'procedimentos': 3, 'periodos': [1, 2, 7]},
 'E5': {'categoria': 2, 'procedimentos': 5, 'periodos': [2, 3, 4, 5, 6]},
 'E6': {'categoria': 2, 'procedimentos': 5, 'periodos': [3, 4, 5, 6, 7]},
 'E7': {'categoria': 2, 'procedimentos': 5, 'periodos': [1, 2, 4, 5, 6]},
 'E8': {'categoria': 2, 'procedimentos': 5, 'periodos': [2, 3, 4, 5, 6]},
 'E9': {'categoria': 3, 'procedimentos': 5, 'periodos': [2, 4, 5, 6, 7]},
 'E10': {'categoria': 3, 'procedimentos': 5, 'periodos': [1, 3, 4, 5, 6]}

CROMOSSOMA

CROMOSSOMA

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07

Estrutura do cromossoma com o exemplo da afetação de enfermeiros obtida através da heurística proposta

P1	P1	P1	P2	P2	P2
E3	E1	E7	E2	E4	E10

P3	P3	P3	P4	P4	P4
E5	E8	E9	E1	E4	E7

P5	P5	P5	P6	P6	P6
E1	E3	E6	E10	E5	E8

P7	P7	P7	P8	P8	P8
E8	E7	E9	E10	E6	E5

P9	P9	P9	P10	P10	P10
E7	E5	E10	E6	E8	E9

P11	P11	P11	P12	P12	P12
E10	E5	E9	E7	E6	E8

P13	P13	P13	P14	P14	P14
E1	E2	E3	E4	E9	E6

OPERADOR DE CROSSOVER

CROSSOVER A UM PONTO

Ainda que a geração do ponto de corte (m) seja aleatória, consideremos que $m = 18$, para o exemplo abaixo:

País

CP1: E1 | E2 | E5 | E3 | E4 | E9 | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E5 | E6 | E8

CP2: E5 | E6 | E8 | E3 | E4 | E9 | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E1 | E2 | E5

Filhos

CF1: E1 | E2 | E5 | E3 | E4 | E9 | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E1 | E2 | E5

CF2: E5 | E6 | E8 | E3 | E4 | E9 | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E5 | E6 | E8

OPERADOR DE MUTAÇÃO

MUTAÇÃO POR TROCA

Assumindo que tenha sido obtido o valor aleatório $u=0,03$ (poderia ter sido qualquer valor desde que gerado aleatoriamente numa distribuição uniforme no intervalo fechado $[0, 1]$), e que $p_m=0,1$:

01

02

Antes da mutação

03

CF1 inicial: E1 | E2 | **E5** | E3 | E4 | **E9** | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E1 | E2 | E5

04

05

CF2 inicial: E5 | E6 | **E8** | E3 | E4 | **E9** | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E5 | E6 | E8

06

07

Após a mutação

CF1 após a mutação por troca: E1 | E2 | **E9** | E3 | E4 | **E5** | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E1 | E2 | E5

CF2 após a mutação por troca: E5 | E6 | **E9** | E3 | E4 | **E8** | E9 | E6 | E7 | E1 | E8 | E10 | E4 | E2 | E3 | E6 | E8 | E10 | E5 | E8 | E9 | E6 | E7 | E10 | E5 | E3 | E4 | E8 | E9 | E10 | E1 | E4 | E3 | E5 | E6 | E7 | E4 | E7 | E10 | E5 | E6 | E8

INADMISSIBILIDADES DOS OPERADORES

INADMISSIBILIDADES DOS OPERADORES

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06**
- 07

TIPOS DE INADMISSIBILIDADES

- #1** Enfermeiros que participam em mais de cinco procedimentos
- #2** Duplicação de enfermeiros nos mesmos períodos
- #3** Procedimentos complexos atribuídos a enfermeiros de categoria 1

COMO ULTRAPASSAR?

Através da implementação de mecanismos de verificação e troca de valores para tornar as soluções não admissíveis em soluções válidas no contexto do problema da clínica.

ALGORITMO GENÉTICO

ALGORITMO GENÉTICO

- 01
 - 02
 - 03
 - 04
 - 05
 - 06
 - 07
 - 08
- #1** Inicialização: Definir os parâmetros do algoritmo e gerar uma população inicial de cromossomas aleatórios, corrigindo aqueles que não são admissíveis.
 - #2** Avaliação: Calcular a aptidão dos cromossomas com base na soma das durações dos períodos, onde uma soma menor indica melhor aptidão.
 - #3** Seleção: Utilizar seleção por torneio para escolher os cromossomas para reprodução.
 - #4** Crossover: Realizar crossover a um ponto, corrigindo filhos não admissíveis.
 - #5** Mutação: Aplicar mutação por troca, corrigindo os filhos não admissíveis.
 - #6** Verificação de Admissibilidade: Garantir que os cromossomas atendem aos critérios de participação e afetação dos enfermeiros.
 - #7** Correção de cromossomas: Corrigir cromossomas não admissíveis, substituindo enfermeiros duplicados, aqueles que ultrapassam os limites de participação ou os de categoria 1 atribuídos a procedimentos complexos.
 - #8** Execução do Algoritmo Genético: Iterar até alcançar o número máximo de gerações ou iterações, se não houver melhoria durante várias iterações consecutivas ou se obtivermos uma solução menor ou igual que o tempo máximo de referência (480 min), atualizando e retornando a melhor solução encontrada.

SOLUÇÃO OBTIDA COM O ALGORITMO GENÉTICO

01	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P4	P4	P4
02	E4	E3	E7	E8	E2	E6	E8	E9	E10	E4	E6	E2
03	P5	P5	P5	P6	P6	P6	P7	P7	P7	P8	P8	P8
04	E2	E3	E1	E6	E5	E10	E6	E7	E10	E9	E8	E5
05	P9	P9	P9	P10	P10	P10	P11	P11	P11	P12	P12	P12
06	E3	E10	E7	E5	E9	E8	E9	E4	E10	E5	E7	E6
07	P13	P13	P13	P14	P14	P14	P13	P13	P13	P14	P14	P14
	E8	E2	E1	E4	E9	E5	E8	E2	E1	E4	E9	E5

DURAÇÃO TOTAL DE 474 MINUTOS

OBRIGADO

Otimização Heurística

Grupo 16