

9 ALGORITMOS MEMÉTICOS (CAPÍTULO 10)

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

- PROBLEMA "ONE-MAX" — LENTIDÃO NO ETAPA FINAL DO OTIMIZADO. EM GERAL EAS APRESENTAM LENTIDÃO NA APURAÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL ("EXPLOITATION").
- "MENES" — TRANSMISSÃO CULTURAL (RICHARD DAWKINS, 1976)
 ASSIM COMO GENES — TRANSMISSÃO BIOLÓGICA
- PABLO ALBERTO MOSCOTO (1989) — ALGORITMOS MEMÉTICOS
 CICLO EVOLUCIONÁRIO + ETAPA DE APRENDIZADO (BUSCA LOCAL)
 OBS.: INTERAÇÃO ENTRE GENE E MEME, COM CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS PARA O GENE, O QUE NÃO CORRESPONDE À BIOLOGIA.

9.1 BUSCA LOCAL

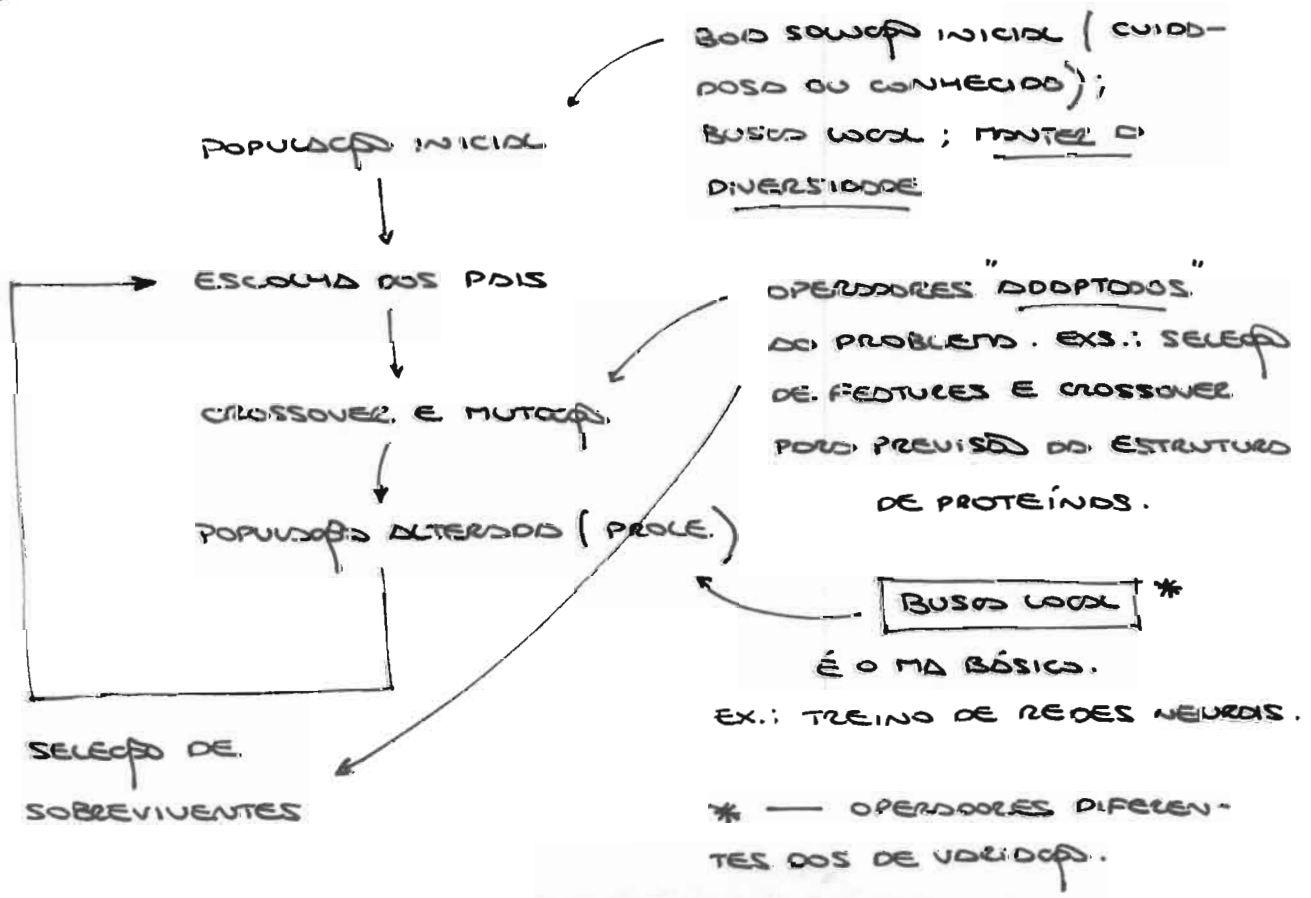
- DEFINIÇÃO DE UMA VIZINHANÇA PARA $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$
- BUSCA NA VIZINHANÇA (CONSIDERANDO $\Delta J = \hat{X} - X$):
 ATÉ QUE $\left\{ \begin{array}{l} \text{ALGUM } \Delta J < 0 \text{ SEJA ENCONTRADO ("GREEDY")} \\ \text{O MELHOR } \Delta J \text{ POSSÍVEL SEJA ENCONTRADO ("STEEPEST DESCENT")} \end{array} \right.$
- NÚMERO DE REPETIÇÕES DO PASSO DE BUSCA ("PROFUNDIDADE")
- VARIACÃO DO MÉTODO DE BUSCA LOCAL CONFORME O ESTÁGIO DO EA — POR EXEMPLO, BUSCA COM VIZINHANÇA VARIÁVEL.

9.2 EFEITO BALDWIN

(LAMARCK)

- AS MUDANÇAS FEITAS SOBRE O INDIVÍDUO DO LONGO DO PROCESSO DE BUSCA LOCAL DEVERIAM SER PRESERVADAS PARA A GERAÇÃO SEGUINTE? OU A APTIDÃO MELHORADA DEVERIA SER ATRIBUÍDO AO INDIVÍDUO ORIGINAL?
- O PROGRESSO EVOLUCIONÁRIO OCORRE EM DIREÇÃO DO AUMENTO DE APTIDÃO SEM QUE A MUDANÇA DE APTIDÃO CAUSADA PELO BUSCA LOCAL SEJA USADA PARA ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DO INDIVÍDUO (EFEITO BALDWIN).
- CLARO QUE, NO COMPUTADOR, A MUDANÇA GENÉTICA MENCIONADA ACIMA PODERIA SER IMPLEMENTADA ("MA LAMARCKIANO").

9.3 ESTRUTURAS POSSÍVEIS PARA O MA



OBSERVAÇÕES:

1. HIBRIDIZAÇÃO APLICADA AO Mapeamento DO GENÓTIPO PARA O FENÓTIPO: CONSISTE NO USO DO GENÓTIPO COMO UM CONJUNTO DE ENTRADAS PARA UM ALGORITMO QUE, EXECUTADO, GERA O FENÓTIPO.

2. CUIDADO COM A PRESERVAÇÃO DA DIVERSIDADE:

O PROBLEMA DA CONVERGÊNCIA PREMATURA É BASTANTE FORTE NO MA, POR CAUSA DA BUSCA LOCAL. PARA TRATAR ISTO:

- USAR PROPORÇÃO PEQUENA DE BONS INDIVÍDUOS NO INÍCIO
- USAR OPERADORES DE VARIACÃO QUE PRESERVAM DIVERSIDADE
- OPERADORES DE SELEÇÃO QUE EVITAM DUPLICATOS
- INCLUIR DIVERSIDADE NA BUSCA LOCAL (EX.: SA):

$$\text{ACEITAÇÃO DE } \hat{x} \text{ SE } r < \exp\left(\frac{-\alpha (J(\hat{x}) - J(x))}{J_{\max} - J_{\text{medio}}}\right)$$

3. CUIDADO COM A ESCOLHA DOS OPERADORES

- CONFORME O ESTÁGIO DO EA, PODEM MUDAR
- (OPERADORES DE BUSCA LOCAL) \neq (MUTACÃO E RECOMBINAÇÃO)
- USO DE INFORMAÇÃO ESPECÍFICA DO PROBLEMA PARA A DEFINIÇÃO DOS OPERADORES DE BUSCA LOCAL
- APLICAÇÃO DE DIVERSOS OP. DE BUSCA LOCAL EM SÉRIE

4. UTILIZAÇÃO DE CONHECIMENTO PRÉVIO ACUMULADO DURANTE A BUSCA — BUSCA "TABU".

5. EX.: MONTAGEM "GENÉTICA" DE TABELAS DE HORÁRIOS.
(E. K. BURKE E J. P. NEWALL, 1999)

10 TRATAMENTO DE RESTRIÇÕES (CAPÍTULO 12)

- OS OPERADORES DE MUTAÇÃO E RECOMBINAÇÃO SÃO, TIPICOMENTE, INSENSÍVEIS ÀS RESTRIÇÕES.
- ESPAÇO DE BUSCA LIVRE: $S = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$
- COIXEIRO VIZANTE # 1: $(c_1, c_2, \dots, c_n) \longrightarrow J$
- COIXEIRO VIZANTE # 2: $C^n \longrightarrow J$ (OTIMIZAÇÃO COM RESTRIÇÕES)
- PROBLEMAS SOBRE UM ESPAÇO DE BUSCA LIVRE COM OU SEM:
 - FUNÇÃO CUSTO
 - RESTRIÇÕES

	C/ FUNÇÃO CUSTO	S/ FUNÇÃO CUSTO
COM RESTRIÇÕES	PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO COM RESTRIÇÕES	PROBLEMA DE SATISFAÇÃO DE RESTRIÇÕES
SEM RESTRIÇÕES	PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO SEM RESTRIÇÕES	

a) PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO SEM RESTRIÇÕES (FOP):

ESPAÇO DE BUSCA IRRERSTRITO E FUNÇÃO CUSTO: $S, J(x)$ (XES)

b) PROBLEMA DE SATISFAÇÃO DE RESTRIÇÕES (CSP):

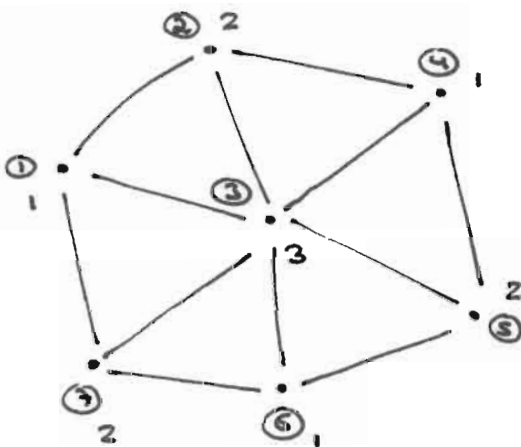
NO PÁGINA SEGUINTE...

b) PROBLEMA DE SATISFAÇÃO DE RESTRIÇÕES (CSP):

- ESPAÇO DE BUSCA IRRESTRITO E EXPRESSÃO BOOLEANA: $S, \phi(x)$
- PROBLEMA DO GRÁFO COM TRÊS CORES

$D = \{1, 2, 3\}$

$x \in D^n$; POR EXEMPLO: $x = (1, 2, 3, 1, 2, 1, 2)$



E:

12	34	54
13	35	56
17	36	63
21	37	65
23	42	67
24	43	71
31	45	73
32	53	76

• PARA TODO $e \in E, c_e = 1$ SE $x_k \neq x_l$

$\phi(x) = \bigwedge_{e \in E} c_e(x) = c_1 c_2 c_3 \dots c_{24}$

• SUPERFÍCIE DE CUSTO — SÓ COM ZEROS E UNS

• CONVERSÃO CSP \rightarrow FOP, PARCIALMENTE (OITO RAZINHOS) OU TOTALMENTE.

c) PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO COM RESTRIÇÕES (COP):

• ESPAÇO DE BUSCA IRRESTRITO, FUNÇÃO CUSTO E EXPRESSÃO

• BOOLEANA: $S, J(x), \phi(x)$

CAIXEIRO VIZANTE #2 : $C^n \rightarrow J$

RESTRICÖES : 1. TODOS OS CIDADES INCLUIDAS

2. NENHUMA CIDADE DUPLICADA

10.1 DUOS PRINCIPAIS FORMOS DE TRATAMENTO DE RESTRICÖES

TRATAMENTO DE RESTRICÖES INDIRETO

RESTRICÖES SE TORNAM PARTES DA FUNÇÖE CUSTO

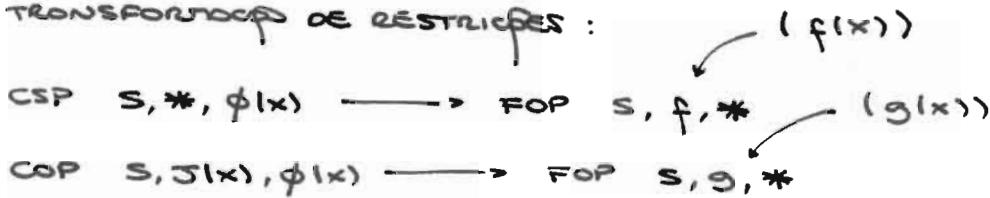
TRATAMENTO ANTERIOR À EXECUÇÖE

TRATAMENTO DE RESTRICÖES DIRETO

DURANTE A EXECUÇÖE

OBSERVAÇÖES :

1. TRANSFORMAÇÖE DE RESTRICÖES :



TRANSFORMAÇÖE PARCIAL DOS RESTRICÖES :

CSP \longrightarrow COP OU CSP MAIS FRACO (OITO REINHOS)

COP \longrightarrow COP MAIS FRACO

10.2 IMPLEMENTAÇÖE DO TRATAMENTO DE RESTRICÖES

a) FUNÇÖES DE PENALIDADE (TRATAMENTO ~~DI~~ INDIRETO) :

$J'(x) = J(x) + P(d(x, F))$

\uparrow F : REGIÃO "FACTÍVEL" (ONDE OS RESTRICÖES SÖE SÖTISFEITAS).

• $J(x)$ PODE NÃO EXISTIR, POIS UM PONTO NÃO-FACTÍVEL.

• FUNÇÃO DE PENALIDADE
 $\left[\begin{array}{l} \text{EXTERIOR} \\ \text{INTERIOR} \end{array} \right.$

• $P(d(x, F)) = \sum_{i=1}^m w_i d_i^k(x)$, SENDO QUE OS PESOS

DEFINEM UM EQUILÍBRIO ENTRE DISTÂNCIA DO FRONTEIRO (ALTOS) E ESTAGNAÇÃO FORA DE F (BAIXOS).

a.1) FUNÇÕES DE PENALIDADE ESTÁTICAS

• "EXTINTORES", BINÔMIAS OU BASEADAS EM DISTÂNCIA

• PROBLEMA: AJUSTE DOS PESOS w_i

a.2) FUNÇÕES DE PENALIDADE DINÂMICAS

• PESOS VARIAM COMO FUNÇÕES DO TEMPO, POR EXEMPLO ~~K_i~~ $c_i t^{\alpha}$

• ALGORITMO COM MEMÓRIA COMPORTAMENTAL:

"ESTÓGIO 5" — FUNÇÃO CUSTO INCLUI RESTRIÇÃO 5 E TAMBÉM RESTRIÇÃO 1, 2, 3 E 4.

a.3) FUNÇÕES DE PENALIDADE ADAPTATIVAS

• EXEMPLO VISTO NO COP. 8 (CONTROLE DE PIDÔMETROS)

b) FUNÇÕES DE REPARO (TRATAMENTO DIRETO): COP

PONTO NÃO-FACTÍVEL \longrightarrow PONTO FACTÍVEL (BUSCA LOCAL)

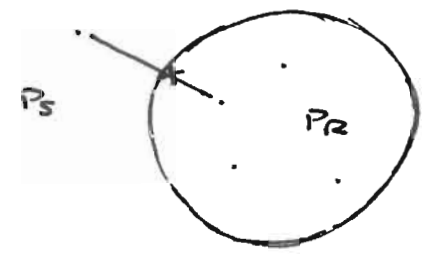
MÉTODO "BALDWIN" \longrightarrow PONTO NÃO-FACTÍVEL É MANTIDO, MAS RECEBE J DO PONTO FACTÍVEL.

MÉTODO "LAMIRECK" \longrightarrow PONTO NÃO-FACTÍVEL É SUBSTITUÍDO PELO FACTÍVEL.

EX. 1: PROBLEMA DO MOCHILÃO COM "DÍGITO" DE RUÍDO

EX. 2: P_S — POPULAÇÃO DOS INDIVÍDUOS DE BUSCA

P_R — POPULAÇÃO DOS INDIVÍDUOS DE REFERÊNCIA, SENDO TODOS FACTÍVEIS



DEFINIR UMA FUNÇÃO DE REPRÉSENTO PODE SER TÃO DIFÍCIL COMO RESOLVER O PROBLEMA ORIGINAL.

c) PRESERVAÇÃO DA FACTIBILIDADE (TRATAMENTO DIRETO):

CONSISTE EM RESTRINGIR A BUSCA À REGIÃO FACTÍVEL. É IMPORTANTE QUE A CODIFICAÇÃO DO PROBLEMA PERMITA QUE QUALQUER PONTO DA REGIÃO FACTÍVEL SEJA REPRESENTADO.

OPERADORES DE MUTAÇÃO E RECOMBINAÇÃO QUE SÓ GEREM \times FILHOS VIÁVEIS. DO CONTRÁRIO, DESCARTAR FILHOS.

d) FUNÇÕES DE DECODIFICAÇÃO (TRATAMENTO POR RESTRIÇÃO DE Mapeamento):

MANIPULAÇÃO DO ESPAÇO DE BUSCA: $S \rightarrow S'$

COP $S, J(x), \phi(x) \rightarrow$ FOP S' , $g(x)$, ~~$\phi(x)$~~
*

MAPEAMENTO DO ESPAÇO DE GENÓTIPOS S' PARA REGIÕES FACTÍVEIS

DE S : — TODO ELEMENTO DE S' É MAPEADO EM UM PONTO ÚNICO DE F E TODO ELEMENTO DE F TEM DO MENOS UM REPRESENTADO EM S'

- EXEMPLO DO MOCHILAS : "1" REPRESENTA "LEVE ESTE ITEM SE FOR POSSÍVEL".
- PROBLEMA : INTRODUÇÃO DE MUITA REDUNDÂNCIA NO ESPAÇO DE GENÓTIPOS.
- EXEMPLO TSP : LISTA ORDENADA DAS CIDADES , { ABCDE }
 (4, 2, 3, 1, 1) —> (DBEAC)
 (3, 2, 3, 1, 1) —> (CBDAE)

10.3 EXEMPLO — PROBLEMA DO GRUPO COM TRÊS CORES

— ABRORDAGEM INDIRETA

CONTAGEM DO "QUANTIDADE DE ERROS" DE UM CROMOSSOMO
 (DISTÂNCIAS INCORRETAS OU NÓS INCORRETOS)

— ABRORDAGEM DIRETA (MATEMATICA MISTA)

CROMOSSOMOS : PERMUTAÇÕES DOS NÓS

FENÓTIPO : PROCEDIMENTO QUE DISTRIBUI CORES DOS
 NÓS NA ORDEM EM QUE ELAS APARECEM,
 TENTANDO AS CORES EM ORDEM CRESCENTE
 E DEIXANDO O NÓ SEM COR SE HOUVER
 CONFLITO.