

ERRATA

“Uma Introdução Sucinta a Algoritmos de Aproximação”

16/4/2003

Esta errata deve ser encarada com cautela porque ainda não foi verificada por todos os autores.

A indicação “linha -15” significa “linha 15 de baixo para cima”.

Sec.2.2 (Cobertura por conjuntos), p.9, linha -1

Troque “já que consome tempo $O(|E||S|)$ ” por “já que consome tempo $O(|U|^2|S|)$ sendo $U := \bigcup S$. Na verdade, uma implementação mais cuidadosa consome tempo $O(|U||S|)$. Se $E = U$, podemos dizer que o consumo de tempo é $O(|E||S|)$.”

Sec.2.3 (Mochila), p.12, linha 9

Troque “Por exemplo, se $n = 1$ e $m > v_1$ ” por “Por exemplo, se $n = 1$ e $m \geq w_1$ ”.

Sec.2.3 (Mochila), p.13, linha -3

Troque “é conhecido um esquema de” por “é um esquema de”.

Sec.2.4 (Caixeiro Viajante), p.15, linha 17

Troque “duas cópias de cada elemento de $E_T \cap F$ ” por “uma cópia de cada elemento de $E_T \cup F$ e mais uma cópia de cada elemento de $E_T \cap F$ ”.

Sec.2.4 (Caixeiro Viajante), p.17, linha 8

Troque “a uma aresta de M .” por “a uma aresta de M . É claro que grafos completos como os nossos têm emparelhamentos perfeitos.”

Cap.2 (Algoritmos Clássicos) Exercícios, p.19, linha 6

Troque \mathcal{B} por \mathcal{S} .

Cap.1 (Algoritmos Clássicos), exercício 2.2, p.18

Troque “não-decrescente” por “não-crescente”.

Também troque todas as ocorrências de $4/3$ por $4/3 - \frac{1}{3m}$.

Sec.3.2 (Técnica Métrica), p.27, linha 3. eq (3.5)

Troque $(4 \ln 2k) cx$ por $(4 \ln 2k) c\hat{x}$.

Cap.4 (Método Dual), p.38, exercício 4.5, linha 19

Troque “cujo valor é igual ao da cobertura produzida” por “cujo valor é igual a $1/H_n$ vezes o da cobertura produzida”.

Sec.5.1 (Método primal-dual clássico), p.43, linha 11

Troque “de acordo com o teorema fraco da dualidade (lema C.1, apêndice C)” por “de acordo com o lema da dualidade (lema C.1, apêndice C)”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.44, linha 6

Acrescente ao fim do primeiro parágrafo da página: “O método se aplica quando $b \geq 0$ e $c \geq 0$. Suporemos que essas condições valem ao longo da presente seção.”

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.44, linha -6

Troque “recebe um sistema (A, b, c) tal que ” por “recebe um sistema (A, b, c) tal que $b \geq 0, c \geq 0$ e”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.45, linha 10

Troque “aproximadas, x é um vetor em $X(A, b)$ tal que” por “aproximadas, existe um vetor x em $X(A, b)$ tal que”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.45, linha 10

Troque “Caso contrário, pelo lema de Farkas, o seguinte” por “Caso contrário, como $b \geq 0$, o lema de Farkas (lema C.5) garante que o seguinte”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.45, linha -2

Troque “Suponha que o método pare após devolver os vetores” por “Suponha que o método devolva os vetores”.

Sec.5.3 (Transversal mínima), p.47, linha -2

Troque “cada subconjunto de \mathcal{S} não é vazio” por “ $S \neq \emptyset$ para cada S em \mathcal{S} ”.

Sec.5.3 (Transversal mínima), p.48, linha -17

Troque $\beta y b$ por $\beta y(\mathcal{S})$.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.49, linha -7

Elimine o ponto final no fim de “ $R \cap S \neq \emptyset$ e $R \setminus S \neq \emptyset$.”

Cap.5. (Método primal-dual), exercício 5.1, p.57

Acrescente “Mostre que se $\text{RAP}(A, b, y, \alpha, \beta)$ não é viável então $\text{RAD}(A, b, y, \alpha)$ é viável (embora a recíproca possa não ser verdadeira).”

Cap.5. (Método primal-dual), exercícios 5.15, p.58

Troque “Formule o problema do multicorte mínimo (MINMCUT) como um problema da transversal mínima $\text{MINTC}(E, \mathcal{S}, c)$ equivalente. Mostre que, se as linhas a seguir são inseridas entre as linhas 9 e 10 do algoritmo MINTC-BE, então” por “Formule o problema do multicorte mínimo, MINMCUT,

como um problema MINTC”. Agora considere o algoritmo MINTC-BE. Mostre que se o conjunto R for escolhido com cuidado em cada iteração e se as linhas a seguir forem inseridas antes da devolução de J , então”. Também troque k por m nas linhas 9a e 9c.

Cap.6. (Algoritmos Probabilísticos), p.63–64

Nas notas de rodapé, troque todas as ocorrências de \mathcal{P} por \mathcal{P} .

Sec. 6.2 (Desaleatorização), p.70, linha -10

Trocar $\{\emptyset, \emptyset\}$ por (\emptyset, \emptyset) .

Sec. 6.2 (Desaleatorização), p.71, linha -3

Trocar $O(|V|)$ por $O(|\mathcal{C}|)$.

Sec.6.3 (Geradores de números aleatórios), p.72, linha 14

Troque “desse algoritmo RAND [Knu98]” por “desse algoritmo RANDUNI [Knu98]”.

Sec.6.3 (Geradores de números aleatórios), p.72, linha -9

Troque “requer manipulação números reais” por “requer manipulação de números reais”.

Sec.7.1 (Corte máximo), p.81, linha -9

Enunciado do teorema 7.2: Troque “pelo pelo” por “pelo”.

Ap.D (Teoria das Probabilidades) p.121–123

Troque todas as ocorrências de \mathcal{P} por \mathcal{P} .

Ap.E (Complexidade Computacional) p.126, linha 1

Redação confusa. Troque “caracteres usados em w (contando-se multiplicidades)” por “caracteres de w ”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.128, linha -7

Troque “a $\Pi(I, C)$ é SIM.” por “a $\Pi'(I, C)$ é SIM.”

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha -14

[Imprecisão técnica.] Troque “número de operações elementares realizadas não depende do tamanho dos números (caso exista algum) que definem uma instância do problema” por “número de operações aritméticas (adições, subtrações, multiplicações, divisões e comparações) que realiza ao resolver uma instância de um problema não depende do tamanho dos números (caso exista algum) que definem a instância”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha -10

[Imprecisão técnica.] Troque “operações elementares realizadas” por “operações aritméticas que realiza”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha -5

[Imprecisão técnica.] Troque “operações elementares” por “operações aritméticas”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha -2

[Imprecisão técnica.] Troque “operações elementares” por “operações aritméticas”.

Semi-Errata

Estão reunidas aqui algumas sugestões de aperfeiçoamento da redação e da notação.

Sec.2.1 (Escalonamento), p.5, linha -12

A definição de *makespan* ficaria melhor assim: “*Makespan* é o tempo necessário para que a execução do conjunto de tarefas sob as seguintes hipóteses: as máquinas operam em paralelo e todas começam a operar no mesmo instante.” Melhor ainda: defina *makespan* de um escalonamento como $\max_k t(M_k)$ onde o máximo é tomado sobre o escalonamento $\{M_1, \dots, M_m\}$.

Sec.2.1 (Escalonamento), p.7, linha 16

Aperfeiçoamento de notação. Troque $\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n t_i$ por $\frac{1}{m} \sum_{h=1}^n t_h$.

Sec.2.2 (Cobertura por conjuntos), p.8

Aperfeiçoamento da notação. Nesta seção, troque todos os \mathcal{T} por \mathcal{Z} .

Sec.2.2 (Cobertura por conjuntos), p.8, linha -6

Aperfeiçoamento. Elimine as linhas 5 e 6 do código e troque a linha 7 por $\mathcal{T}' \leftarrow \text{MINCC-CHVÁTAL}(E', \mathcal{S}, c)$.

Sec.3.2 (Técnica métrica), p.27, linha -6

Mais preciso. Troque “um vetor racional c e um vetor racional não-negativo x tal que” por “vetores racionais não-negativos c e x indexados por E_G tais

que”.

Sec.3.2 (Técnica métrica), p.28, linha 1

Troque “ V_G que separe os dois vértices de algum par ... aplicado, recursivamente, ao grafo (V_G, B) ” por “ V_G que tenha as seguintes propriedades:

- (1) nenhum par em K é subconjunto de S ,
- (2) algum par em K tem exatamente um vértice em S e
- (3) $c(\delta(S))$ é razoavelmente pequeno.

A partição (S, T) induz a partição $(A, \delta(S), B)$ de E_G , onde A é o conjunto das arestas que têm ambos os extremos em S e B é o conjunto das arestas que têm ambos os extremos em T . Se denotarmos por c_A e x_A as restrições de c e x ao conjunto A e por $c_{\delta(S)}$ e $x_{\delta(S)}$ as restrições de c e x a $\delta(S)$, a exigência do item (3) pode ser formulada precisamente:

$$c(\delta(S)) \leq (2 \ln 2k) \left(c_A x_A + c_{\delta(S)} x_{\delta(S)} + \frac{1}{k} cx \right).$$

Uma vez determinada a partição (S, T) , o algoritmo é aplicado, recursivamente, ao grafo (V_G, B) .”

Cap.5 (Método Primal-Dual), p.41–61

Sugiro trocar todas as ocorrências de “folgas α -aproximadas” por “folgas α -complementares”. Analogamente, trocar todas as ocorrências de “folgas β -aproximadas” por “folgas β -complementares”. Também trocar “folgas aproximadas” por “folgas complementares aproximadas”.

Sec.5.1 (Método primal-dual clássico), p.41

Todas a seção 5.1 deveria ser transportada para o fim do apêndice C do o título “Método primal-dual”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.44, linha 10

Troque $(yA)_j \geq \alpha c_j$ por $\alpha c_j \leq (yA)_j \leq c_j$.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.44, linha 13

Troque $(Ax)_i \leq \beta b_i$ por $b_i \leq (Ax)_i \leq \beta b_i$.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.44, linha 22

Retire o parágrafo “Uma consequência imediata ... respectivamente.” [Esse material é repetido na página 46.]

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.45

Troque todas as ocorrências de “RAP(A, b, y, α, β)” por “RAP(A, b, y)”. Também troque todas as ocorrências de “RAD(A, b, y, α)” por “RAD(A, b, y)”.

Sec.5.2 (Método de aproximação primal-dual), p.46, linha -3

Seria bom introduzir a notação $\mathcal{S}_e := \{S \in \mathcal{S} : S \ni e\}$. Com isso, a expressão $\sum_{S: e \in S} y_S$ poderia ser substituída por $y(\mathcal{S}_e)$. Substituições análogas poderiam ser feitas em várias ocasiões adiante.

Sec.5.3 (Transversal mínima), p.47, linha -8

Troque as duas primeiras linhas do parágrafo por “O algoritmo MINTC-BE, resultante da aplicação do método de aproximação primal-dual ao MINTC, é devido a Bar-Yehuda e Even [BYE81]. Ele foi...”.

Sec.5.3 (Transversal mínima), p.47, linha -5

Elimine a frase redundante “MINTC-BE recebe um conjunto finito E , uma coleção \mathcal{S} de subconjuntos não-vazios de E e um custo c_e em \mathbb{Q}_{\geq} para cada e em E ”.

Sec.5.3 (Transversal mínima), p.48, linha 2

Troque “1 $J \leftarrow \{e \in E : c_e = 0\}$ ” por “1 $J \leftarrow \emptyset$ ”.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.49, linha -7

Troque o texto da nota de rodapé por “Se F não for geradora, basta acrescentar vértices isolados apropriados.”

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.49

Teria sido mais sugestivo usar os termos **separador** e **não-separador** no lugar de **ativo** e **inativo** respectivamente.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.50, linha -13

Troque “que discutimos mais abaixo, devido a Goemans e Williamson [GW95a].” por “Goemans e Williamson [GW95a], que discutimos mais abaixo.”

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.50, linha -10

Troque “folgas 1-aproximadas” por “folgas complementares”.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.51, linha 4

Troque “condição de folgas 1-aproximadas” por “condição primal de folgas complementares”.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.51, linha 14

Elimine a sentença supérflua “Devemos, então, escolher uma aresta externa e acrescentá-la à F .”

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.51, linha -11

Elimine a sentença supérflua “ainda que de maneira pouco detalhada”.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.52, linha -15

Elimine a sentença redundante “indexado por \mathcal{S} e definido por $y'_S = 1$ se e somente se $S \in \mathcal{S}_F$ ”.

Sec.5.4 (Floresta de Steiner), p.56, linha -6

Troque “de folgas 1-aproximadas” por “de folgas complementares”.

Cap.5. (Método primal-dual), exercícios 5.8–5.11, p.57–58

Troque todas as ocorrências de “transversal mínima equivalente” por “transversal mínima”.

Cap.5. (Método primal-dual), exercícios 5.14, p.58

Elimine o “equivalente”.

Cap.5. (Método primal-dual), exercícios 5.18, p.59

Troque “do algoritmo MINFS-GW(G, c, \mathcal{R}) é $2 - \frac{2}{n}$, onde $n := |V_G|$ ” por “do algoritmo MINFS-GW é $2 - \frac{2}{n}$, onde $n := |V_G|$ e G é o primeiro argumento do algoritmo”.

Sec.6.1 (Satisfatibilidade Máxima), p.66, linhas -8 e -6

Por consistência com a notação adotada no resto do livro, troque $\sum_{C \in \mathcal{C}} z_C$ por $z(\mathcal{C})$. Analogamente troque $\sum_{v \in C_1} x_v$ por $x(C_1)$ e troque $\sum_{v \in C_0} (1 - x_v)$ por $\bar{x}(C_0)$, onde $\bar{x}_v := 1 - x_v$ para todo v .

Sec.6.1 (Satisfatibilidade Máxima), p.67, linha 5

Por consistência com a notação adotada no resto do livro, troque $\sum_C \hat{z}_C$ por $\hat{z}(\mathcal{C})$.

Sec.6.1 (Satisfatibilidade Máxima), p.68, linha 9

Por consistência com a notação adotada no resto do livro, troque $\sum_{v \in C_0} \hat{x}_v$ por $\hat{x}(C_0)$ e troque $\sum_{v \in C_1} (1 - \hat{x}_v)$ por $\bar{\hat{x}}(C_1)$, onde $\bar{\hat{x}}_v := 1 - \hat{x}_v$ para todo v .

Ap.C (Programação Linear), p.116, linha -10

Sugiro trocar o enunciado do Lema C.2 pelo seguinte: “Se x e y têm folgas complementares então $cx = yb$. Reciprocamente, se $x \in X(A, b)$, $y \in Y(A, c)$ e $cx = yb$ então x e y têm folgas complementares.” Acrescentar a seguinte prova: “Sejam J e I os conjuntos $\{j \in N : (yA)_j = c_j\}$ e $\{i \in M : y_i = 0\}$ respectivamente. Então

$$\begin{aligned} cx &= \sum_{j \in J} c_j x_j + \sum_{j \notin J} c_j x_j \\ &= \sum_{j \in J} (yA)_j x_j + \sum_{j \notin J} (yA)_j x_j \\ &= (yA)x \\ &= y(Ax) \\ &= \sum_{i \in I} y_i (Ax)_i + \sum_{i \notin I} y_i (Ax)_i \\ &= \sum_{i \in I} y_i b_i + \sum_{i \notin I} y_i b_i \\ &= yb, \end{aligned}$$

como queríamos demonstrar.”

Ap.E (Complexidade Computacional), p.129, linha -16

Aperfeiçoamento da redação. Troque “usando uma subrotina hipotética” por “usando um algoritmo hipotético”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.129, linha -13

Aperfeiçoamento da redação. Elimine a sentença “Dizemos que um problema Π pode ser reduzido a um problema Π' se $\Pi \leq_T \Pi'$.” .

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha 6

Aperfeiçoamento da redação. Troque “Um problema Π , não necessariamente em NP” por “Um problema Π , não necessariamente de decisão (e portanto não necessariamente em NP)”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.130, linha -3

Redação. Troque “que resolve problemas de programação linear e realiza” por “para o problema de programação linear, que realiza”.

Ap.E (Complexidade Computacional), p.131, linha -12

Aperfeiçoamento da redação. Troque “Um problema Π , não necessariamente em NP” por “Um problema Π , não necessariamente de decisão (e portanto não necessariamente em NP)”.