

# Programação Não Linear

Ano Lectivo 2003/04

## Trabalho 4: Métodos de quasi-Newton

Data de recepção: **01/04/2004**; Data de entrega: **20/04/2004**

---

1. Considere a actualização do método de quasi-Newton PSB (*Powell-symmetric-Broyden*):

$$B_{k+1} = B_k + \frac{(y_k - B_k s_k) s_k^\top + s_k (y_k - B_k s_k)^\top}{s_k^\top s_k} - \frac{(y_k - B_k s_k)^\top s_k}{(s_k^\top s_k)^2} s_k s_k^\top.$$

Prove que  $B_{k+1}$  é a solução óptima única de

$$\min_{B \in \mathbb{R}^{n \times n}} \|B - B_k\|_F \quad \text{s.a.} \quad B = B^\top \quad \text{e} \quad B s_k = y_k,$$

através dos seguintes passos:

- (a) Em primeiro lugar, prove que  $B_{k+1}$  é simétrica e que satisfaz a equação da secante  $B s_k = y_k$ .
- (b) De seguida, mostre que

$$\|(B_{k+1} - B_k)r\|_2 \leq \|(B - B_k)r\|_2,$$

qualquer que sejam a matriz  $B$  simétrica a satisfazer a equação da secante e o vector  $r \in \mathbb{R}^n$  a verificar  $r^\top s_k = 0$ . Note que

$$\left\| \frac{s_k s_k^\top}{s_k^\top s_k} \right\|_F = 1$$

e que  $\|Av\|_2 \leq \|A\|_F \|v\|_2$ .

- (c) Mostre, depois, que

$$\|B_{k+1} - B_k\|_F^2 \leq \|B - B_k\|_F^2,$$

qualquer que seja a matriz  $B$  simétrica a satisfazer a equação da secante. Demonstre, primeiro, as propriedades:

$$\|A\|_F^2 \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{i,j=1}^n a_{ij}^2 = \sum_{j=1}^n \|Ae_j\|_2^2 = \text{tr}(A^\top A) \quad \text{e} \quad \|AQ\|_F^2 = \|A\|_F^2,$$

em que  $Q$  representa uma matriz ortogonal em  $\mathbb{R}^{n \times n}$ .

---

Em caso de omissão utilizam-se as convenções e notações do Livro J. Nocedal e S. J. Wright, *Numerical Optimization*, Springer, 1999.

---

## Exercícios de MATLAB

Os códigos mencionados em baixo foram escritos pelo professor da disciplina, em Matlab, e com uma finalidade pedagógica no âmbito da disciplina.

Para cada exercício, entregue as funções que forem pedidas e o diário da sua sessão de MATLAB. O diário pode ser gravado num ficheiro através do comando `diary`. Utilize `format compact` para poupar espaço.

1. Leia, tente compreender e execute os códigos escritos em MATLAB para a minimização da função do exercício 4.3 do livro Nocedal e Wright). Os códigos estão disponíveis em

`http://www.mat.uc.pt/~lnv/pn1/e4ponto3.tar.gz`

- (a) Compare o método de Newton e o método BFGS, ambos implementados no código, para  $n = 10$ ,  $n = 100$  e  $n = 200$  e explique os resultados obtidos.
- (b) Para  $n = 10$ , corra o método BFGS e o método BFGS com procura unidireccional, com e sem a alteração (8.20). Explique os resultados obtidos.