



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Dipartimento di Matematica

## Laboratorio di Calcolo Numerico Laboratorio 2: Algoritmi Stabili

Damiano Pasetto

E-mail: [pasetto@math.unipd.it](mailto:pasetto@math.unipd.it)

Dispense: [http://dispense.dmsa.unipd.it/putti/calcolo\\_ambientale/index.html](http://dispense.dmsa.unipd.it/putti/calcolo_ambientale/index.html)

10 Marzo 2014

## Calcolo integrali - schema instabile

Vogliamo scrivere un programma per il calcolo dei seguenti integrali  $I_n$ :

$$I_n = \frac{1}{e} \int_0^1 x^n e^x dx, \quad n = 0, \dots, 30. \quad (1)$$

Dall'integrazione per parti si ottiene la seguente formula ricorsiva:

$$I_n = 1 - \frac{n}{e} \int_0^1 x^{n-1} e^x dx = 1 - nI_{n-1}, \quad (2)$$

con  $I_0 = 1 - 1/e$ . L'applicazione diretta di questa formula ricorsiva è *instabile*, cioè amplifica gli errori di arrotondamento.

## Calcolo integrali - schema stabile

Dalla formula ricorsiva  $I_n = 1 - nI_{n-1}$  possiamo ottenere il seguente schema all'indietro:

$$I_{n-1} = (1 - I_n)/n, \quad n = 30, 29, \dots, 1. \quad (3)$$

Sapendo che  $\lim_{n \rightarrow \infty} I_n = 0$ , approssimiamo  $I_n = 0$  per un  $n$  sufficientemente grande (e.g.  $I_{30} = 0$ ). L'applicazione di questa formula ricorsiva è *stabile*.

## Ambiente Linux: comandi essenziali

<code>ls</code>	<i>list</i> : lista dei file e delle directory presenti in una directory <code>[studente@pc ~]\$ ls</code>
<code>pwd</code>	<i>print working directory</i> : indica la directory in cui ci si trova <code>[studente@pc ~]\$ pwd</code>
<code>cd</code>	<i>change directory</i> : per cambiare directory <code>[studente@pc ~]\$ cd nomedirectory</code>
<code>mkdir</code>	<i>make directory</i> : per creare una nuova directory <code>[studente@pc ~]\$ mkdir nomedirectory</code>
<code>cp</code>	<i>copy</i> : per copiare file <code>[studente@pc ~]\$ cp nomefile1 nomefile2</code>
<code>mv</code>	<i>move</i> : per spostare o rinominare file <code>[studente@pc ~]\$ mv nomefile nomedirectory</code>
<code>rm</code>	<i>remove</i> : per cancellare file <code>[studente@pc ~]\$ rm nomefile</code>
<code>rmdir</code>	<i>remove directory</i> : per cancellare una directory (vuota) <code>[studente@pc ~]\$ rmdir nomedirectory</code>

## Editare un file “fortran”

Aprire un terminale ed inserire i seguenti comandi:

- `[studente@pc ~]$ ls`  
`Desktop`            `laboratorio1`
- `[studente@pc ~]$ mkdir laboratorio2`
- `[studente@pc ~]$ ls`  
`Desktop`            `laboratorio1`            `laboratorio2`
- `[studente@pc ~]$ cd laboratorio2`
- `[studente@pc laboratorio2]$ ls`
- `[studente@pc laboratorio2]$ gedit int_instabile.f &`

*NOTA:* Il carattere & alla fine di un comando permette di eseguire il comando pur continuando ad usare lo stesso terminale.

## Schema instabile

```
1  .....program instabile
2  .....implicit none
3  .....integer nfin, n
4  .....real*8 intn, intnm1
5
6  .....nfin = 30
7  .....n = 0
8  .....intn = 1.0d0 -exp( -1.0d0)
9  .....write(* ,*) n, intn
10 .....do while (n .le. nfin)
11 .....n = n + 1
12 .....intnm1 = intn
13 .....intn = 1.0d0 - n * intnm1
14 .....write(* ,*) n, intn
15 .....end do
16 .....stop
17 .....end
```

## Creare un eseguibile e lanciare un programma

Salvare il file sorgente e compilare:

- `[studente@pc laboratorio2]$ ls`  
`int_instabile.f`
- `[studente@pc laboratorio2]$ gfortran int_instabile.f`
- `[studente@pc laboratorio2]$ ls`  
`a.out`            `int_instabile.f`
- `[studente@pc laboratorio2]$ gfortran int_instabile.f -o`  
`int_instabile.out`
- `[studente@pc laboratorio2]$ ls`  
`a.out`            `int_instabile.f`            `int_instabile.out`
- Eseguire il programma:  
`[studente@pc laboratorio2]$ ./int_instabile.out`

## Schema stabile

```
1  _____program stabile
2  _____implicit none
3  _____integer nfin, n
4  _____real*8 intn, intnm1, int0, err_fin
5  _____write(* ,*) 'Inserire nfin'
6  _____real(5,* ) nfin
7  _____n=nfin
8  _____intn = 0
9  _____do while (n .ge. 1)
10 _____intnm1 = (1.0d0 - intn) / n
11 _____n = n - 1
12 _____intn = intnm1
13 _____write(* ,*) n, intnm1
14 _____end do
15 _____int0 = 1.0d0 - exp(-1.0d0)
16 _____err_fin = abs( int0 - intn )
17 _____write(* ,*) ' errore finale = ', err_fin
18 _____stop
19 _____end
```

## Esercizio 1

Scrivere un programma che valuti la funzione

$$y = x^3 - 2x + 1$$

in  $n + 1$  punti equispaziati nell'intervallo  $I = [x_{min}, x_{max}]$ :

$x_0 = x_{min}, x_1 = x_0 + h, \dots, x_n = x_{max}$ , con  $h = (x_{max} - x_{min})/n$ .

Considerare, ad esempio,  $x_{min} = -4, x_{max} = 6$  e  $n=11$ .

## Esercizio 2

Scrivere un programma che calcoli le radici reali  $x_1, x_2$  di una equazione di secondo grado  $ax^2 + bx + c = 0$ . I coefficienti  $a, b, c$  sono letti dal terminale.