





luogo ad overflow nel flusso dei dati.

È ovvio che selezionare bassi valori del numero di estrazioni, per quanto non errato a livello di programma, sarebbe un controsenso a livello di applicazione del metodo (in teoria il metodo di Montecarlo converge verso il valore atteso per un numero elevato, al limite infinito, di estrazioni) così come selezionare valori superiori a 10E5 potrebbe voler dire pagare un notevole prezzo in termini di tempo medio di calcolo, per miglioramenti della soluzione scarsamente apprezzabili.

I valori di x1 e x2 sono legati al metodo dal particolare utilizzo della funzione oggetto. Se la funzione oggetto rappresenta una curva assimilabile ad una funzione densità di probabilità per un problema statistico, ovviamente, per quanto detto nell'introduzione, i limiti saranno 0 e 1. Negli altri casi essi potranno assumere qualunque valore reale, prestando debita attenzione ai limiti di overflow del sistema.

L'introduzione dei valori richiesti dal programma avviene premendo Return dopo averli digitati.

Al comparire della funzione selezionata, preceduta dal numero di riga corrispondente nel listato, il programma elabora gli input, creando una «griglia» operativa, in cui andare ad innestare i punti casuali rappresentati da ogni coppia di numeri random generata. La griglia, (cfr. esempio in figura), rappresentata in un sistema cartesiano bidimensionale, contiene interamente la curva «luogo» della funzione oggetto nell'intervallo di definizione, e quest'ultima la divide in due aree. È chiaro a questo punto il criterio di simulazione del Montecarlo: ogni punto casuale occupa una posizione sulla griglia. Poiché la ricerca della funzione primitiva della funzione oggetto equivale al calcolo di una entità geometrica (l'area sottesa ad un tratto di curva nel caso di equazioni integrali), tutti i punti casuali che occupano posizioni superiori alla curva non fanno parte, ad esempio, dell'area sottesa per cui possiamo rigettarli; in caso contrario ne teniamo conto fissandoli sulla griglia. Terminate le estrazioni possiamo ritenere che, statisticamente, il rapporto tra i punti fissati sulla griglia e il numero totale di estrazioni sia uguale al rapporto tra l'area sottesa alla curva e l'area che contiene la griglia.

Terminata l'elaborazione il programma inizia la generazione delle coppie di numeri casuali utilizzando la funzione RND basata sul clock dell'hardware [ RND (0) ] e riportando sullo schermo, in finestre apposite: il valore del tempo di calcolo (ACT), le coppie di numeri ed il valore corrente

delle estrazioni effettuate. Ad intervalli prestabiliti il programma prevede l'output su stampante del valore corrente di estrazione, del valore simulato della funzione oggetto e dell'ACT. Il programma inoltre, dispone di routine di autoselezione del formato dell'output su schermo e su stampante. Al termine delle estrazioni, il programma ritornerà su schermo il valore simulato.

## Il listato

Il listato Basic è un listato a due stadi che presenta, nella fase di start, la

ridefinizione del tasto F1 (riga 55). Nella riga 60 si richiama lo schermo al contorno, mediante una subroutine allocata alle righe 355/410, denominata SCHERMO.

Una breve routine (righe 65/90) altera il contenuto della cella 2594, per deviare il run al secondo stadio, quindi setta la prima finestra e richiama l'Edit Funzione mediante la subroutine 415/440. Seleziona quindi la funzione oggetto, modifica la riga 345 mediante pressione di F1 (riga 85) passando automaticamente al secondo stadio (inizio riga 95).

```

10 REM
15 REM
20 REM
25 REM
30 REM
35 REM
40 REM
45 FAST:PRINT"(WHT)"
50 IFPEEK(2594)=96 THEN 95
55 KEY 1," "+CHR$(13)+CHR$(145)+CHR$(145)+CHR$(145)+CHR$(145)+CHR$(145)+CHR$(145)
) +CHR$(13)+CHR$(13)
60 GOSUB355
65 POKE2594,96:REM-----INITIALIZE FUNCTION
70 TRAP65:WINDOW 0,5,79,19,1
75 SCNCLR:GOSUB415
80 PRINT"(DOWN)(DOWN) (BLK)345(WHT) Y=";
85 GETKEYA$:PRINTA$:IFASC(A$)<>32 THEN85
90 PRINT"(BLK)":STOP
95 REM-----METODO DI MONTECARLO
100 TRAP65
105 POKE2594,128
110 SCNCLR:GOSUB570
115 SCNCLR:GOSUB445
120 OPEN4,4
125 WN=0
130 CHAR1,1.4,"(GRN)E",0:PRINTCHR$(14)"LABORAZIONE IN CORSO(WHT)"CHR$(142)
135 SLEEP1
140 IF X2<0.3 THEN GOSUB685:GOTO 155
145 IF X2>30 THEN GOSUB695:GOTO 155
150 GOSUB 690
155 FORX=X1TOX2 STEP SP
160 GOSUB340:IF Y>Y1 THEN Y1=Y
165 NEXT X:REM-----MAX.VALORE ANALITICO DI F(X)
170 :
175 AY=INT(Y1+.5)+1:REM-----INSERISCI AY>MAX.F(X)
180 AREA=(X2-X1)*AY
185 GOSUB320
190 WN=0:TI$="000000":NC=100
195 GOSUB495
200 IF (WN/2)>NE THEN PRINT#4:CLOSE4:KEY1,"GRAPHIC":GOSUB700:END
205 GOSUB565
210 CHAR1,39,2,"",0:PRINT"(RVS)"TK$
215 IF (WN/2)=NC THEN GOSUB285
220 GOSUB245:GOSUB245
225 CHAR1,47,9,"",0:PRINT"(RVS)"WN/2
230 GOSUB340
235 IFYS<-Y THEN KK=KK+1
240 GOTO200
245 REM-----GENERATORE DI NUMERI RANDOM
250 WN=WN+1
255 KN=KN+1:IFWN>1THEN260
260 RO=RND(0)
265 ZN=ZN+1
270 IF ZN=1 THEN CHAR1,13,5,"",0:PRINT USING"*.******";RO:PRINTSPC(11):ELSE
PRINT USING"*.******";RO:ZN=0
275 IF KN=1 THEN X=TX*RO+X1:ELSE BEGIN YS=TY*RO:KN=0:BEND
280 RETURN
285 REM-----QUADRATURA DELLA FUNZIONE
290 IF NC<1000 THEN NC=NC+100:ELSE IF NC<10000 THEN NC=NC+500:ELSE NC=NC+2000
295 RX=AREA*KK/(WN/2):SS$="*****"
300 SX$=LEFT$(SS$,LEN(STR$(INT(RX))))+"*.******"
305 POS$=CHR$(16)
310 PRINT#4,POS$"05":PRINT#4,USING"*****";WN/2:PRINT#4,POS$"20":PRINT#4,USING
SX$:RX:PRINT#4,POS$"50":PRINT#4,TK$
315 RETURN
320 REM-----NORMALIZZAZIONE DEI RISULTATI
325 TX=(X2-X1)
330 TY=AY
335 RETURN
340 REM-----MEMORY FUNCTION
345 :
350 RETURN
355 REM-----SCHERMO
360 SCNCLR
365 CHAR1,4,0,"(RVS)(GRN) / (OFF) (WHT)",0 / (OFF) (RVS) /
370 CHAR1,4,1,"(RVS) / (GRN) (OFF) (WHT)",0 / (RVS) (GRN) (OFF) (WHT) (RVS)
VS) (GRN) (OFF) (WHT)",0

```

**Righe 110/115:** Input dei parametri di simulazione.

**Righe 140/180:** Creazione della griglia operativa. Il metodo di creazione della griglia è abbastanza semplice: si tratta di individuare il massimo valore di y al variare di x nel campo di definizione, quindi considerare un reticolo avente per lati la differenza degli estremi x1 e x2 (e il max(y)), con larghezza di maglia determinata alle righe 140/145, e superficie su cui si appoggia il reticolo alla riga 180.

**Riga 185:** Rinvio alla subroutine di normalizzazione dei risultati.

**Righe 190/240:** Routine Principale. Rinvio alla subroutine di generazione dei numeri random (220). Estrazione dei punti casuali. Valutazione e fissaggio, con incremento del contatore KK, o rigetto dei punti sulla griglia (235). Iterazione della routine fino al termine delle estrazioni (240). Stampa del valore simulato (200).

Fine.

### Subroutine

**Subr. 245/280:** Generazione dei numeri random (260). Formattazione dell'output su schermo.

```

375 CHAR1,4,2,"(RVS) (GRN) (OFF) (WHT) (R
VS) SIMULAZIONE MONTECARLO (GRN) (OFF) (WHT) ".0 (R
380 CHAR1,4,3,"(RVS) (OFF) (GRN) (WHT) (R
VS) (OFF) (GRN) (WHT) ".0
385 CHAR1,5,2,"(RVS)EDC S".0:PRINTCHR$(14)"SOFTWARE "CHR$(14)"(C) 1987 (OFF) "
390 CHAR1,2,21,"(RVS) (GRN) (OFF) (WHT) ".0
395 CHAR1,2,22,"(RVS) F1 (GRN) (OFF) (WHT) ".0
400 CHAR1,2,23,"(RVS) (GRN) (OFF) (WHT) ENTER ".0:PRINTCHR$(14)"DELL "CHR
RS(14)"EDIT F"CHR$(14)"UNZIONE"CHR$(14)"(GRN) (WHT) "
405 CHAR1,2,24,"(RVS) (OFF) (GRN) (WHT) ".0
410 RETURN
415 REM-----EDIT FUNZIONE
420 CHAR1,23,1,"(GRN) (WHT) ".0
425 CHAR1,23,2,"(GRN) (WHT) ".0
430 CHAR1,23,3,"(GRN) (WHT) ".0
435 CHAR1,31,2,"".0:PRINTCHR$(15)"EDIT F"CHR$(14)"UNZIONE"CHR$(14)CHR$(14)
440 RETURN
445 REM-----SCREENING FUNZIONE
450 CHAR1,2,0,"(WHT) ".0
455 CHAR1,2,1,"(WHT) ".0
460 CHAR1,2,2,"(WHT) ".0:WINDOW 4,5,79,19
465 CHAR1,0,0,"(WHT) ".0
470 CHAR1,0,1,"(WHT) ".0
475 CHAR1,0,2,"(WHT) ".0
480 CHAR1,0,0,"(GRN) ".0:LIST 345:PRINT "(WHT) "
485 WINDOW 8,9,79,19
490 RETURN
495 REM-----COMPUTE TIME
500 SCNCLR
505 CHAR1,9,0,"(RVS) (GRN) (OFF) (WHT) ".0
510 CHAR1,9,1,"(RVS) (OFF) ".0
515 CHAR1,9,2,"(RVS) (GRN) (WHT) (OFF) ".0
520 CHAR1,9,3,"(RVS) (OFF) (GRN) (WHT) ".0
525 CHAR1,10,2,"(RVS)A".0:PRINTCHR$(14)"VERAGE "CHR$(14)"C"CHR$(14)"OMPUTATIONA
L "CHR$(14)"T"CHR$(14)"IME : "CHR$(14)::GOSUB565:PRINTTK$ "
530 CHAR1,9,4,"(WHT) ".0
535 CHAR1,9,5,"(WHT) ".0
540 CHAR1,9,6,"(WHT) ".0
545 CHAR1,30,8,"(RVS) (GRN) (OFF) (WHT) ".0
550 CHAR1,30,9,"(RVS) (OFF) (GRN) (WHT) ".0
555 CHAR1,31,9,"(RVS)R".0:PRINTCHR$(14)"ANDOMIZE : "CHR$(14)::PRINT USING"*****
*":WN/2::PRINT "
560 RETURN
565 TK$=LEFT$(TI$,2)+"::MID$(TI$,3,2)+"::RIGHT$(TI$,2)::RETURN
570 REM-----PARAMETRI DI SIMULAZIONE
575 GOSUB650
580 CHAR1,21,5,"(GRN) I".0:PRINTCHR$(14)"NPUT NUMERO DI ESTRAZIONI"CHR$(14)
585 CHAR1,21,8,"(GRN)N = ".1:PRINT"(RVS) ";
590 GETKEY AS:A2$=A2$+AS:PRINTAS::IF ASC(AS)<>13 THEN 590
595 PRINT"(WHT)":NE=VAL(A2$)
600 GOSUB650
605 CHAR1,19,9,"(GRN) (WHT) ".1
610 CHAR1,21,5,"(GRN) I".0:PRINTCHR$(14)"NPUT ESTREMI DEL RANGE"CHR$(14)
615 CHAR1,21,8,"(GRN)X1 = ".1:PRINT"(RVS) ";
620 GETKEY AS:B2$=B2$+AS:PRINTAS::IF ASC(AS)<>13 THEN 620
625 PRINT"(WHT)":X1=VAL(B2$)
630 CHAR1,21,9,"(GRN)X2 = ".1:PRINT"(RVS) ";
635 GETKEY AS:C2$=C2$+AS:PRINTAS::IF ASC(AS)<>13 THEN 635
640 PRINT"(WHT)":X2=VAL(C2$)
645 RETURN
650 CHAR1,20,3,"(RVS) (GRN) (WHT) (OFF) ".0
655 CHAR1,20,4,"(RVS) (GRN) (WHT) (OFF) ".0
660 CHAR1,20,5,"(RVS) (GRN) (WHT) (OFF) ".0
665 CHAR1,20,6,"(GRN) (WHT) ".0
670 CHAR1,19,7,"(RVS) (OFF) ".0
675 CHAR1,19,8,"(GRN) (WHT) ".1
680 RETURN
685 SP=0.001:RETURN
690 SP=0.1:RETURN
695 SP=1:RETURN
700 REM-----VALORE ATTESO
705 CHAR1,26,4,"(WHT) ".0:CHAR1,26,6,"(WHT) ".0
710 CHAR1,11,5,"(WHT) ".0
715 CHAR1,11,5,"(GRN)V".0:PRINTCHR$(14)"ALORE ATTESO : "RX"(WHT) "CHR$(14)
720 PRINT"(BLK)":RETURN
    
```

**Subr. 285/315:** Quadratura della funzione oggetto (295). Formattazione dell'output su stampante.

**Subr. 320/335:** Normalizzazione dei risultati.

**Subr. 340/350:** Funzione oggetto.

**Subr. 355/410:** Schermo al contor-  
no.

**Subr. 415/440:** Edit Funzione.

**Subr. 445/490:** Finestra per il display della funzione oggetto.

**Subr. 495/560:** Finestre per il display dell'ACT (495/525), dei numeri random (530/540), del valore corrente di estrazione (545/555).

**Subr. 565:** Updating dell'orologio dell'ACT.

**Subr. 570/645:** Parametri di simula-  
zione.

**Subr. 685:** Parametri di simulazione.

**Subr. 690/695:** Parametri dimensio-  
ni griglia.

**Subr. 700/720:** Valore simulato.

Il programma è allocato da 01C00 a 030A3 e tra gli analoghi indirizzi del banco 15.

**N.d.r.** Usare il tasto F1 solo per l'in-  
put della funzione. Negli altri casi, e  
cioè per introdurre il numero di estraz-  
ioni desiderate e gli estremi dell'inter-  
vallo, utilizzare il tasto Return.

### Elenco variabili

- WN** = Contatore di estrazione dei numeri random
- Ay** = Dimensione verticale del reticolo
- Area** = Superficie su cui si appoggia il reticolo
- Ne** = Numero di estrazioni
- x1** = Limite minimo dell'intervallo di definizione
- x2** = Limite massimo dell'intervallo di definizione
- NC** = Contatore di output su stampante
- Ys** = Coordinata y del punto casuale
- X** = Coordinata x del punto casuale
- KN** = Contatore di priorità di estrazione random
- ZN** = Contatore di output schermo
- RO** = Numero random
- Rx** = Valore simulato
- KK** = Contatore dei punti fissati sul reticolo
- Sx\$** = Fattore di regolazione del formato dell'output su stampante
- TK\$** = Orologio dell'ACT
- Tx** = Fattore di normalizzazione ascisse
- Ty** = Fattore di normalizzazione ordinate
- Sp** = Dimensioni di maglia del reticolo