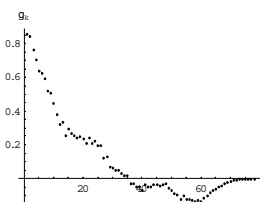


MatematicaMente

Pubblicazione mensile della sezione veronese della MATHESIS – Società Italiana di Scienze Matematiche e Fisiche – Fondata nel 1895 – Autorizzazione del Tribunale di Verona n. 1360 del 15 – 03 – 1999 – I diritti d'autore sono riservati. Direttore: Luciano Corso - Redazione: Luciano Corso, Elisabetta Capotosto - Via IV Novembre, 11/b – 37126 Verona – tel e fax (045) 8344785 – 338 6416432
e-mail: lcorso@iol.it – Stampa in proprio - Numero 105 – luglio 2006



Il modello di B. Gompertz: l'applicazione

di Mattia Battiston e Marco Banterle

[Segue dal numero 104]

(*Trovare la curva interpolante per ottenere i parametri A e B*)

```
listaPunti={};
For[i=1,i<=Length[listaLnX],i++,
  listaPunti = Append[listaPunti, {listaLnX[[i]], listaY[[i]]};
];
n=Length[listaPunti];
soluzioni={a,b}/.NSolve[{n * a +
```

$$\left(\sum_{j=1}^n listaPunti[[j,1]] \right) * b == \sum_{j=1}^n listaPunti[[j,2]],$$

$$\left(\sum_{j=1}^n listaPunti[[j,1]] \right) * a + \left(\sum_{j=1}^n listaPunti[[j,1]] \right)^2 *$$

$$b == \sum_{j=1}^n listaPunti[[j,2]] * listaPunti[[j,1]], (a,b);$$

A=soluzioni[[1,1]];

B=soluzioni[[1,2]];

(*Trovare i parametri del modello (β, k, c) e la sua equazione*)

β=-B;

Print["Parametro β: ", β];

k = Exp[(A - 1) / β];

Print["Parametro k: ",k];

c= - Log[datiSperimentali[[1]]/k];

Print["Parametro c: ",c];

Print["Eq. modello: "];

modello[t_]=k*Exp[-C*Exp[-β*t]]

Output

Parametro β: 0.18076

Parametro k: 180.991

Parametro c: 3.92588

Eq. Modello

180.991 e^{-3.92588 exp[-0.18075 t]}

(*Tracciare il grafico del modello*)

listaPuntiEsperimento={};

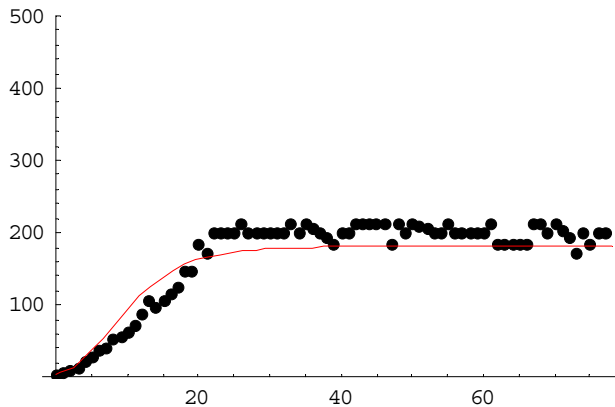
```
For[i=1,i<=Length[datiSperimentali], i++,
  listaPuntiEsperimento = Append[listaPuntiEsperimento,
    {i-1,datiSperimentali[[i]]}
];
```

```
graficoPunti = ListPlot[listaPuntiEsperimento,PlotStyle ->
  PointSize[0.02],DisplayFunction -> Identity];
```

```
graficomodello = Plot[modello[t],{t,0,
  Length[listaPuntiEsperimento]}, PlotStyle -> RGBColor[1,0,0],
  DisplayFunction -> Identity];
```

```
Show[graficoPunti, graficomodello, DisplayFunction ->
  $DisplayFunction, PlotRange -> {0,500}]
```

Output



- Graphics -

(*Stima dell'errore mediante Indice di Pearson*)

listaPuntiModello={};

```
For[i=1,i<=Length[datiSperimentali],i++,
  listaPuntiModello=Append[listaPuntiModello,
  modello[i-1]];
];
```

Print["Indice di Accostamento:"]

$$\left(\frac{\sum_{j=1}^{\text{Length}[listaPuntiModello]} listaPuntiModello[[j]]}{\text{Length}[listaPuntiModello]} \right)^{-1} * \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{\text{Length}[listaPuntiEsperimento]} (\text{datiSperimentali}[[j]] - listaPuntiModello[[j]])^2}{\text{Length}[listaPuntiEsperimento]}}$$

Output

Indice di accostamento:

0.147581

PARTE 2: trovato il modello, creare la lista dei dati teorici:

(*Confronto dei dati sperimentali con quelli teorici*)

listaTabella={};

datiMioModello={};

listaScarti={};

```
For[i=1,i<=Length[listaPunti],i++,
  datiMioModello=Append[datiMioModello,
  modello[i-1]];
  listaScarti=Append[listaScarti,
  datiSperimentali[[i]]-datiMioModello[[i]];
  listaTabella=Append[listaTabella,
  {i-1,datiMioModello[[i]],datiSperimentali[[i]],
  listaScarti[[i]]};
];
```

```
TableForm[tabella,TableHeadings->{None,{t", "X_t",
  "X_t^T", "a_t = X_t - X_t^T", "ln X_t", "ln X_t^2", "Y"}}]
```

Output

t	X _t	X _t ^T	a _t = X _t - X _t ^T
0	3.57	3.57	-4.44089 10 ⁻¹⁶
1	6.83301	7.37	0.536994

2	11.7471	10.9025	-0.84464
3	18.4646	14.435	-4.02956
4	26.9319	21.5	-5.43191
5	36.9052	28.6	-8.3052
6	48.0046	37.14	-10.8646
7	59.7853	41.98	-17.8053
8	71.8033	52.89	-18.9133
9	83.6643	57.805	-25.8593
10	95.0509	62.72	-32.3309
11	105.733	72.55	-33.1826
12	115.561	88.	-27.5614
13	124.461	105.6	-18.8609
14	132.411	96.5	-35.9113
15	139.434	105.6	-33.8344
16	145.581	116.05	-29.5306
17	150.917	126.5	-24.4174
18	155.521	147.4	8.12112
19	159.471	147.4	-12.0709
20	162.844	185.2	22.3558
21	165.714	172	6.2857
22	168.148	199	30.8515
23	170.207	199	28.7926
24	171.945	199	27.0548
25	173.409	199	25.5908
26	174.641	213.6	38.9593
27	175.675	199	23.3248
28	176.543	199	22.4567
29	177.271	199	21.7288
30	177.881	199	21.119
31	178.392	199	20.6085
32	178.819	199	20.1812
33	179.176	213.6	34.4239
34	179.675	199	19.525
35	179.725	213.6	33.8752
36	179.934	206.5	26.5665
37	180.108	199.4	19.292
38	180.254	193	12.7463
39	180.375	185.2	4.82464
40	180.477	199	18.523
41	180.562	199	18.4381
42	180.633	213.6	32.9672
43	180.692	213.6	32.9081
44	180.741	213.6	32.8587
45	180.783	213.6	32.8174
46	180.817	213.6	32.783
47	180.846	185.2	4.35426
48	180.87	213.6	32.7303
49	180.89	199	18.1102
50	180.906	213.6	32.6935
51	180.92	209.95	29.0296
52	180.932	206.3	25.3679
53	180.942	199	18.0582
54	180.95	199	18.0501
55	180.957	213.6	32.6433
56	180.962	199	18.0377
57	180.967	199	18.0329
58	180.971	199	18.029
59	180.974	199	18.0257
60	180.977	199	18.023
61	180.979	213.6	32.6207
62	180.981	185.2	4.21876
63	180.983	185.2	4.21717
64	180.984	185.2	4.21584
65	180.985	185.2	4.21473
66	180.986	185.2	4.2138
67	180.987	213.6	32.613
68	180.988	213.6	32.6124
69	180.988	199	18.0118
70	180.989	213.6	32.6114
71	180.989	203.2	22.211
72	180.989	192.8	11.8107
73	180.99	172	-8.98956
74	180.99	199	18.0102
75	180.99	185.2	4.21004
76	180.99	199	18.0099
77	180.99	199	18.0098

PARTE 3: Trovare gli scarti tra i dati teorici e quelli sperimentali e analizzarli

(*Trovare i residui*)

```

listaPuntiScarti = {};
listaFinita = {};
For[j=1, j<Length[listaScarti], j++,
  listaPuntiScarti = {};
  For[i=1, i<= Length[listaScarti]-j, i++,
    listaPuntiScarti=Append[listaPuntiScarti,
      {listaScarti[[i]], listaScarti[[i+j]]}];
  ];
  listaFinita=Append[listaFinita, listaPuntiScarti];
];

```

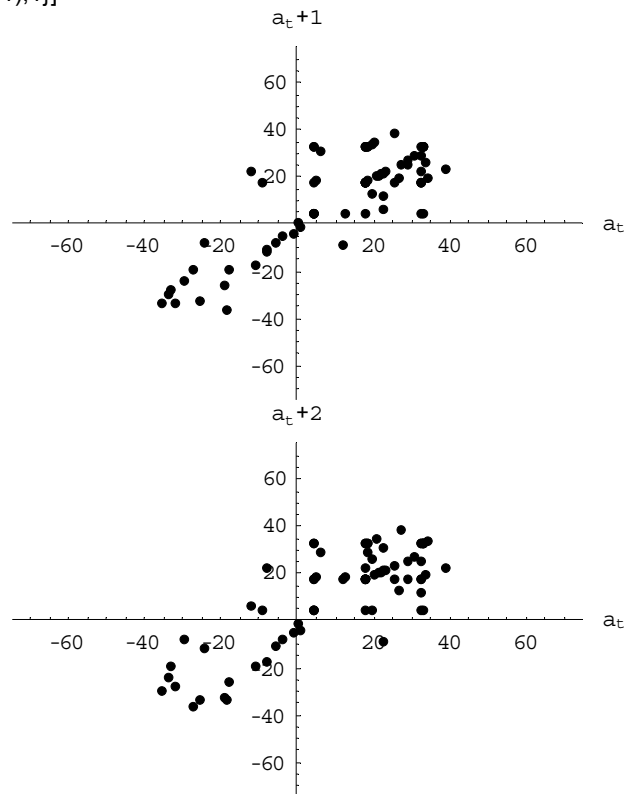
PARTE 4: Analisi dei Residui

(*Tracciare i grafici delle relazioni tra gli scarti al passo n e $n+k$ *)

```

Do[ListPlot[listaFinita[[k]], PlotStyle->PointSize[0.018],
  AxesLabel->{"at", "at+k"<>ToString[k]},
  PlotRange->{{-75, +75}, {-75, +75}}], {k, 1, (Length[listaScarti]-
  1), 1}]

```



(*Trovare la Media e verificare che sia Nulla*)

```

mediaScarti=Mean[listaScarti];
Print["Media degli scarti =M(at) = ", mediaScarti]
listaMedie={};
For[i=1, i<=Length[listaScarti], i++,
  listaTemp={};
  For[j=i, j<=Length[listaScarti], j++,
    listaTemp=Append[listaTemp,
      listaScarti[[j]]];
  ];
  listaMedie=Append[listaMedie,
    Mean[listaTemp]];
];

```

Media degli scarti=M(a_t)=11.135

(la media non è nulla e quindi il modello non è 'buono')

[Segue al numero 106]

Questo mondo è ordinato in uno dei tanti modi in cui si sarebbe potuto ordinare e cambia perché il suo ordine dinamicamente cambia. L'ordine in cui gli enti elementari di questo mondo intervengono nelle varie regole di composizione conta e perciò queste regole non sono commutative. Così vale per le regole stesse che, a parità di enti cui vengono applicate, danno risultati diversi a seconda dell'ordine di composizione che seguono. (L. C.)