

Progetti IMAD A.A. 2022/2023

Prof. G. De Nicolao

23 Marzo 2023

I dati utilizzati sono le rilevazioni epidemiologiche raccolte nel corso della seconda ondata dell'epidemia COVID-19 in Italia. Lo scopo del progetto è identificare un modello che consenta di simulare l'andamento futuro degli effetti sanitari a partire dalla serie temporale dei nuovi casi positivi. In altri termini, si tratta di identificare la risposta impulsiva di un sistema lineare invariante il cui ingresso $u(t)$ sono i nuovi casi positivi al giorno t e l'uscita varia da progetto a progetto:

Progetto 1: nuovi ricoveri del giorno t , $y(t) = y_h(t)$.

Progetto 2: nuovi ingressi in terapia intensiva del giorno t , $y(t) = y_i(t)$

Progetto 3: decessi del giorno t , $y(t) = y_d(t)$.

Progetto 4: totale ospedalizzati nel giorno t , $y(t) = y_H(t)$.

Progetto 5: totale letti di terapia intensiva occupati nel giorno t , $y(t) = y_{ICU}(t)$.

Le serie temporali sono scaricabili dai seguenti siti:

- <https://covid19.infn.it/iss/> (nuovi casi positivi, nuovi ricoveri, nuovi ingressi in terapia intensiva)
- <https://raw.githubusercontent.com/pcm-dpc/COVID-19/master/dati-andamento-nazionale/dpc-covid19-ita-andamento-nazionale.csv> (totale ospedalizzati, terapia intensiva)

Descrizione del progetto

- Scaricare i dati importarli In Matlab (o Python) ed estrarre $u(t)$ e $y(t)$ per t nell'intervallo dall'1 Ottobre 2020 al 28 Febbraio 2021.
- Disegnare i grafici di $u(t)$ e $y(t)$.
- Stimare un primo modello con soli due parametri: guadagno μ e ritardo puro D :

$$\hat{y}(t) = \mu u(t - D)$$

Suggerimento: si definisca $\tilde{u}_D(t) = u(t) + D$. Si consideri una griglia di valori del ritardo D e per ciascuno di essi si calcoli il coefficiente di correlazione tra y e \tilde{u} . Il valore di $D = \hat{D}$ in corrispondenza del quale il coefficiente di correlazione massimo, rappresenta una possibile stima del ritardo. Una volta fissato il ritardo è possibile stimare μ come il coefficiente angolare della regressione lineare (senza intercetta) di y su u_D .

- Disegnare i grafici sovrapposti di $y(t)$ e $\hat{y}(t)$.
- Stimare un modello con tre parametri: guadagno μ , ritardo puro D e il parametro λ di una ddp esponenziale che descrive la distribuzione del tempo che intercorre tra il tampone positivo e l'evento sanitario (ricovero, ingresso in ICU, decesso, occupazione dei letti ospedalieri, occupazione delle terapie intensive):

$$\hat{y}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(t - D - k), \quad g(k) = \frac{\mu e^{-\lambda k}}{\lambda}$$

Suggerimento: Utilizzando i parametri ottenuti nel punto precedente è possibile ipotizzare dei valori iniziali per μ e D con cui inizializzare una ricerca su griglia oppure un algoritmo iterativo come Gauss-Newton.

- Disegnare i grafici sovrapposti di $y(t)$ e $\hat{y}(t)$, ottenuto tramite il secondo modello.
- Descrivere lo svolgimento del progetto in una presentazione da 15 minuti che va consegnata, insieme al codice, entro il 18 maggio 2023.