

Pandemija na Marsu

Jovana Jovičić

Jun 2021.

Uvod

U ovom zadatku razmatran je slučaj izbijanja pandemije na Marsu, koji tada ima $N_0 = 7$ miliona stanovnika. Nepoznati virus su doneli doseljenici (V - *visitors*), njihov priliv opisuje se kao

$$V = V_\infty(1 - e^{-(t/\sigma)^n}) \quad (1)$$

dok se funkcija priliva zaraženih ($Q = \alpha \frac{dV}{dt}$) izražava kao

$$Q = \frac{\alpha n V_\infty}{\sigma^n} t^{n-1} e^{-(t/\sigma)^n}. \quad (2)$$

Uzimamo da je α procenat zaraženih pridošlica, σ karakteristično vreme priliva, a pretpostavljene vrednosti su $n = 2.5$, $V_\infty = 400000$ predstavlja ukupan broj doseljenika, $T_{max} = 21$ dan maksimalnog priliva. Odatle je i $\sigma = (\frac{n}{n-1})^{1/n} T_{max}$.

Potencijalni tok pandemije analiziran je SIR matematičkom epidemiološkom modelu, gde je pretpostavljen početni broj podložnih infekciji $S = N_0$ - *susceptible*, broj inficiranih $I = 0$ - *infected*, a izlečenih ili preminulih $R = 0$ - *recovered/removed*. Uključeni su i parametri $\beta = 1/\tau_\beta$ i $\gamma = 1/\tau_\gamma$, karakteristična vremena zaraze i ozdravljenja su τ_β , τ_γ , te sledi:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\beta \frac{S}{N} I + (1 - \alpha) \frac{dV}{dt}, \\ \frac{dI}{dt} &= \beta \frac{S}{N} I - \gamma I + Q, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I. \end{aligned}$$

Kako je $S + I + R = N$, tj. uzevši $N = N_0 + V$, postaje $S = N_0 + v - I - R$, rešavamo poslednje dve diferencijalne jednačine. Rešavamo ih metodom numeričke integracije *Runge - Kutta* četvrtog reda. Uz to, epidemija je opisana i sonovnim reprodukcijskim brojem $R_0(0) = \beta_0/\gamma$, dok se uvođenjem mera izolacije efektivni reprodukcijski broj smanjuje $R_0 = \beta/\gamma$.

Uzimamo da je $\beta = \beta_0 + \dot{\beta}t$ gde je $\dot{\beta} < 0$, i analiziramo sledeće slučajeve:
 $\gamma^{-1} = \{7, 8, 9, \dots, 27, 28\}$ dana, $R_0(0) = \{1, 1.1, 1.2, \dots, 2.9, 3\}$ i
 $\dot{\beta} = \{0, -0.1, -0.001, -0.0001\}$.

Kod je ispisan u programskom jeziku *Python*, a paralelizovan i izvršen na Superast klasteru.