Intelligens Fejlesztőeszkozok - 9. beadandó

Burian Sándor

November 2022

1 feladat

$$\begin{aligned}
\dot{x} &= -y - z + u_x \\
\dot{y} &= x + ay + u_y \\
\dot{z} &= b + z(x - c) + u_z
\end{aligned} \tag{1}$$

melyekhez paraméterek az exact rendszerhez:

$$\begin{aligned}
a &= 0.001 \\
b &= 0.2 \\
c &= 5.7
\end{aligned} \tag{2}$$

melyekhez paraméterek a közelítő egyenlethez:

$$\begin{aligned}
a &= 0.1 \\
b &= 0.3 \\
c &= 5.5
\end{aligned} \tag{3}$$

1.1 Nominális trajektória:

$$q^N = Asin(\omega t) \Rightarrow \dot{q^N} = A\omega cos(\omega t) \tag{4}$$

ahol a ciklusidő

$$1e - 3$$

és a szimuláció hosssza

$$2e4$$

paraméterek az egyenlethez:

$$A_1 = 5$$
$$\omega_1 = 1$$

és

$$A_2 = 3$$
$$\omega_2 = 0.7$$

és

$$A_3 = 1$$
$$\omega_3 = 1$$

Ehhez kifejtve a trajektóriák irányokba:

$$\begin{aligned} q_x^N &= A_1 sin(\omega_1 t) \\ q_y^N &= A_2 sin(\omega_2 t) \\ q_z^N &= A_3 sin(\omega_3 t) \end{aligned} \tag{5}$$

és a nominálisok, azaz a deriváltak:

$$\begin{aligned} \dot{q_x^N} &= A_1 \omega_1 cos(\omega_1 t) \\ \dot{q_y^N} &= A_2 \omega_2 cos(\omega_2 t) \\ \dot{q_z^N} &= A_3 \omega_3 cos(\omega_3 t) \end{aligned} \tag{6}$$

1.2 Hiba metrika:

A hibametrika az $\left(\frac{d}{dt} + \Delta\right)^n h_{int}$ binomiális tétellel számolható, ahol n a szabályozás rendje, $0 < \Delta \in \mathbb{R}$. Ez alapján a hiba ami 0-hoz közelít, tehát:

$$S = \left(\frac{d}{dt} + \Delta\right)^n h_{int} \Rightarrow \Delta h_{int} + h \tag{7}$$

ahol $h = q^N - q$, $q \in x, y, z$ valamint $h_{int} = \int_{t_0}^{t} q^N(\chi) - q(\chi)\, dx$ és itt is $q \in x, y, z$.

1.3 approx inverz modell:

$$
\begin{aligned}
u_x &= \dot{x} + y + z \\
u_y &= \dot{y} - x - ay \\
u_z &= \dot{z} - b - z(x - c)
\end{aligned}
\tag{8}
$$

1.4 kinematikai blokk:

$$
\begin{aligned}
\dot{S} &= \Delta h + \dot{q} - \dot{q}^{Des} \\
h &= \dot{q^N} - q \\
q^N &= Asin(\omega t)
\end{aligned}
\tag{9}
$$

1.5 megoldás felépítése:

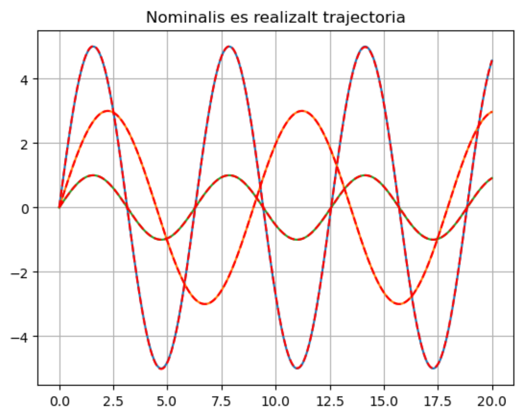
$$
\begin{aligned}
S_x &= \Delta h_{int} + h_x \\
S_y &= \Delta h_{int} + h_y \\
S_z &= \Delta h_{int} + h_z \\
\\
\dot{S}_x &= \Delta h + q_x - \dot{q_x^{Des}} \\
\dot{S}_y &= \Delta h + q_y - \dot{q_y^{Des}} \\
\dot{S}_z &= \Delta h + q_z - \dot{q_z^{Des}} \\
\\
h_x &= \dot{q_x^N} - q_x \\
h_y &= \dot{q_y^N} - q_y \\
h_z &= \dot{q_z^N} - q_z \\
\\
\dot{q_x^N} &= A_1 sin(\omega_1 t) \\
\dot{q_x^N} &= A_2 sin(\omega_2 t) \\
\dot{q_x^N} &= A_3 sin(\omega_3 t)
\end{aligned}
\tag{10}
$$

Kiinduló plotok, ha minden kezdeti érték 0, azaz: $q(0) = 0, \dot{q}(0) = 0$, tehát ebben az esetben:

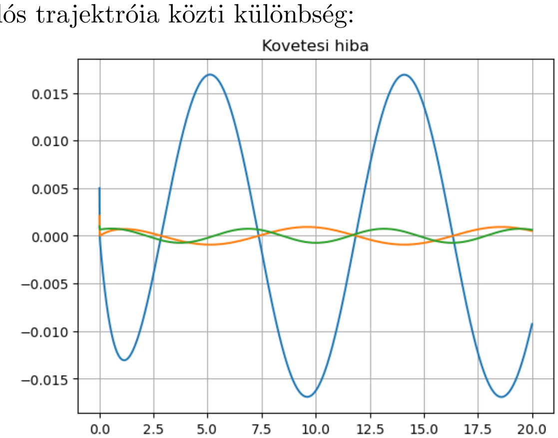
$$
\begin{aligned}
x(0) &= 0 \\
y(0) &= 0 \\
z(0) &= 0 \\
\\
\dot{x}(0) &= 0 \\
\dot{y}(0) &= 0 \\
\dot{z}(0) &= 0
\end{aligned}
\tag{11}
$$

Szabályozó paraméterek: $K = 150; w = 100; \Lambda = 150$.

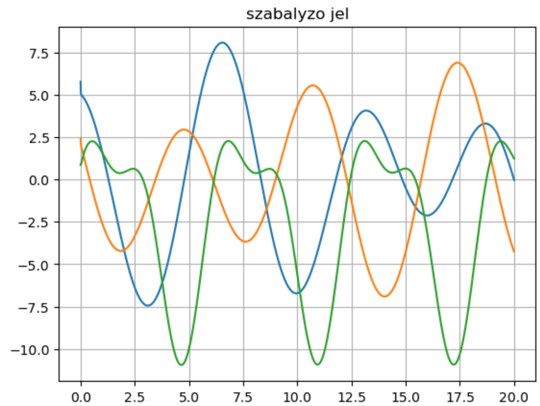
A trajektróiák fentebb mutatott számítás alapján:



Alább a követési hba látható, azaz az idő függvényében a nominális és a valós trajektróia közti különbség:



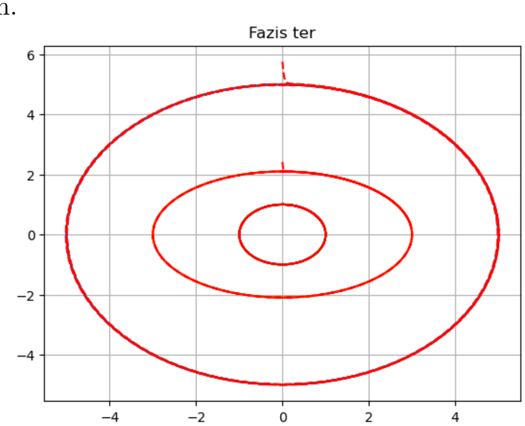
Alább a szabályozás, azaz $u_x; u_x; u_z$ értékei az idő függvényében:



Alább a fázistér ábárján jól látszik a különbség a szaggatottal jelölt pontos rendszer:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= y - z + u_x\\ \dot{y} &= x - exact_a y + uy\\ \dot{z} &= exact_b + z(x - c)\end{aligned} \tag{12}$$

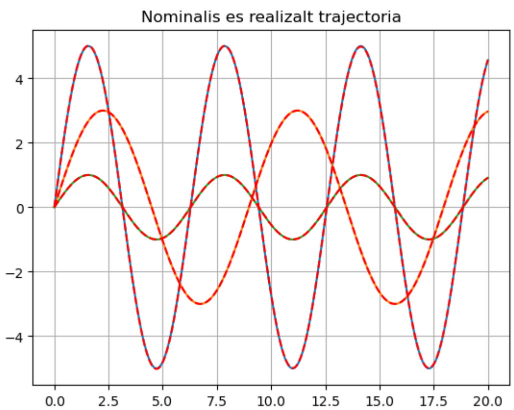
Valamint az egyenessel jelölt nominális rendszer, amit fentebb már kifejtettem.



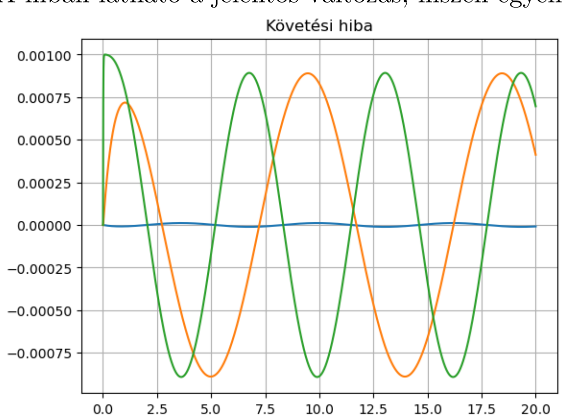
Végső plotok, ha a kezdeti értéket is a függvény határozza meg, azaz a fentebb megadott értékeket behelyettesítve:

$$
\begin{aligned}
x &= A_1 sin(\omega_1 \dot{0}.001) = 0.00499999916 \\
y &= A_2 sin(\omega_2 \dot{0}.001) = 0.00209999982 \\
z &= A_3 sin(\omega_3 \dot{0}.001) = 0.00099999983 \\
\\
\dot{x} &= A_1 \omega_1 cos(\omega_1 \dot{0}.001) = 4.9999975 \\
\dot{y} &= A_2 \omega_2 cos(\omega_2 \dot{0}.001) = 2.0999994855 \\
\dot{z} &= A_3 \omega_3 cos(\omega_3 \dot{0}.001) = 0.9999995
\end{aligned}
\tag{13}
$$

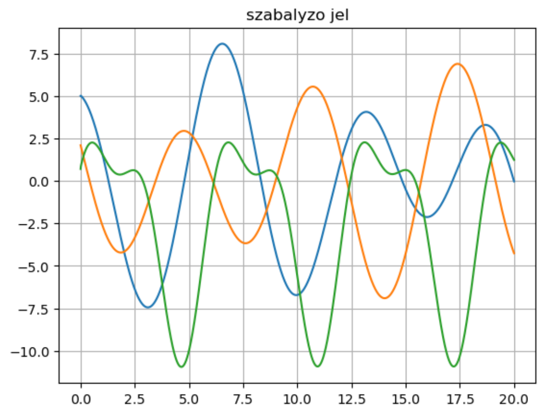
A plotok olvasása a fentebb megadottak szerint értelmezendő.
Ez alapján a trajektóriák alább:



A hibán látható a jelentős változás, hiszen egyenletesebb lett:



A szabályozó jelen nem változtattam:



A fázis térnél viszont a rendszer és a nominális renszer már egybe esik: