

Laiendatud juhtimissüsteemide vaadeldavus häiringute hindamiseks

Traditsiooniliselt modelleeritakse juhtimissüsteeme esimest järku diferentsiaalvõrrandite süsteemina:

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} &= f(x(t), u(t), w(t)) \\ y(t) &= h(x(t)),\end{aligned}\tag{1}$$

kus $x(t) \in X \subseteq \mathbb{R}^n$ on süsteemi olek, $u(t) \in U \subseteq \mathbb{R}^m$ on süsteemi sisend, $w(t) \in W \subseteq \mathbb{R}^q$ on süsteemi häiring ehk sisend, mis ei ole mõjutatav, ning $y(t) \in Y \subseteq \mathbb{R}^p$ on süsteemi väljund. Enamasti võime eeldada, et süsteemi häiringud ei ole mõõdetavad, see tähendab, nende väärtused ei ole teada. Selleks, et kompenseerida häiringute mõju süsteemide väljunditele on üks võimalus hinnata nende väärtusi ja kasutada seda informatsiooni sobivate sisendite arvutamisel. Tihtipeale hinnatakse häiringuid niimoodi, et vaadeldakse neid kui laiendatud süsteemi olekuid ning hinnatakse laiendatud süsteemi olekute väärtusi. Näiteks, kui me eeldame, et häiring $w(t)$ on ajas aeglaselt muutuv ehk $dw(t)/dt \approx 0$, siis saame laiendada süsteemi (1):

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} &= f(x(t), u(t), w(t)) \\ \frac{dw(t)}{dt} &= 0 \\ y(t) &= h(x(t)),\end{aligned}\tag{2}$$

kus $(x(t), w(t))^T$ on laiendatud süsteemi olek.

Antud teema raames on ülesandeks uurida taolise laiendatud süsteemi vaadeldavust. Lihtsustades öeldes on vaadeldavus süsteemi omadus, mis näitab, kas süsteemi olekuid on võimalik esitada süsteemi väljundi $y(t)$, sisendi $u(t)$ ja mingi lõpliku arvu nende tuletiste kaudu. Kui süsteem ei ole vaadeldav, siis ei ole ka võimalik hinnata olekute väärtusi väljundite ja sisendite kaudu. Paraku on teada, et isegi kui süsteem (1) on vaadeldav, siis süsteem (2) ei pruugi enam olla. Lõputöö raames peaks leidma tingimused, millal on taoline laiendatud süsteem (2) vaadeldav. Samuti võib lõputöö raames vaadelda keerukamaid süsteemide laiendusi ning nende vaadeldavust.

Alustuseks võiks tutvuda raamatuga

G. Conte, C. H. Moog, and A. M. Perdon, Algebraic Methods for Nonlinear Control Systems. London, UK: Springer-Verlag, 2007

mis tutvustab nii juhtimissüsteemide temaatikat, algebraalisi meetodeid, mida võiks töös kasutada kui ka süsteemide vaadeldavuse teemat.