

ROBUSNI HIBRIDNI SISTEMI SA SUPERVIZOROM ZASNOVANOM NA INDEKSU PERFORMANSI

ROBUST HYBRID SYSTEMS WITH SUPERVISOR BASED ON PERFORMANCE INDEX

Vojislav Filipović, Mašinski fakultet Kraljevo

Sadržaj- Hibridni sistemi su područje u kojem postoji simbioza teorije upravljanja i matematičke teorije kompjuterskih nauka. Pretpostavlja se da se proces može opisati konačnom kolekcijom kontinualnih modela. Prisutna je nemodelovana dinamika. Prekidačka sekvenca se dobija minimizacijom funkcije prioriteta. Dokazano je da je system robusno stabilan.

Abstract- Hybrid system is area where exists symbiosis of control theory and mathematical theory of computer sciences. It is supposed that process can be described by finite collection of continuous systems with unmodeled dynamics. The switching sequence is given by minimization of priority function. The robust stability of hybrid system is proved.

1. UVOD

Hibridni sistemi predstavljaju jedan od prilaza sa upravljanje složenim sistemima. Dinamika procesa je opisana diferencijalnim jednačinama a orkestracija odgovarajućim skupom regulatora vrši se, u opštem slučaju, automatom sa konačnim stanjima [1]. Mogu se koristiti i drugi alati sistema sa diskretnim događajima (maks-plus algebra, Petrijeve mreže) [2]. Sa pozicije klasične teorije upravljanja hibridni sistem se može posmatrati kao prekidački sistem [3]. U tom slučaju jedan od problema je određivanje prekidačke sekvence. Za taj problem postoji više pristupa. Jedan od pristupa je nadzor greške upravljanja podsistema na osnovu kojeg se bira podsistem sa najmanjom greškom [4]. Drugi pristup je korišćenje koncepta umetnutih elipsoida koji obezbeđuje stabilnost hibridnog sistema [5] i [6]. Treći pristup koji će biti prezentiran u ovom radu, je nadzor performansi individualnih podsistema. Takav pristup je predložen u [7] a ideja je iskorišćena za sintezu hibridnih prediktivnih regulatora [8].

U radu se pretpostavlja da je nemodelovana dinamika opisana familijom afinih matrica. Sinteza robusnog LQ regulatora sa zadatim stepenom stabilnosti [9] izvršena je primenom LMI mašinerije [10]. Prekidačka sekvenca je dobijena minimizacijom specificiranog funkcionala. Za tako dobijen hibridni sistem upravljanja dokazana je robusna stabilnost.

2. OPIS SISTEMA SA SKUPOM MODELA

Pretpostavimo da je model procesa član sledeće familije modela.

$$\dot{F} = \bigcup_{p \in P} F_p \quad (1)$$

gde je P skup indeksa matrica koje predstavljaju parametarsku neodređenost sistema tako da za svako fiksno $p \in P$ podfamilija F_p predstavlja nemodelovanu

dinamiku. Obično je P kompaktan podskup konačno dimenzionalnog normiranog prostora [11].

U radu će biti razmatrana opšta klasa modela koji mogu opisati i procese sa kašnjenjem [12].

$$\dot{x}(t) = A_p(q)x(t) + \sum_{i=0}^r e^{-A_p(q)h_i} B_{pi}u(t), \quad h_0 = 0 \quad (2)$$

$$A_p(q) = A_{p0} + \sum_{i=1}^l q_{pi} A_{pi}, \quad q_p \in Q_l \subset R^l$$

$$B_{pi} = [0 \dots 0 \quad B_{pi}^{(i)} \quad 0 \dots 0]$$

$$u^T(t) = [u^{(0)}(t) u^{(1)}(t) \dots u^{(r)}(t)]$$

$$p = 1, 2, \dots, s$$

gde je $x \in R^n$, $u \in R^m$ i $A_p(q)$, i B_{pi} su $n \times n$ i $n \times m$ matrice respektivno. Dimenz vektora $u^{(i)}(t)$ ($i = 1, 2, \dots, r$) odgovaraju dimenzijama matrice $B_{pi}^{(i)}$ ($i = 1, 2, \dots, r$).

Relacija (2) opisuje kontinualni deo sistema. Deo sa diskretnim događajima može biti opisan u formi

$$p^+(t) = \varphi_1(p(t), \sigma(t)) \quad (3)$$

gde je $p(t)$ promenljiva diskretnog događaja, $\sigma(t)$ ije diskretni ulaz i $\varphi_1(\cdot, \cdot)$ je funkcija koja opisuje ponašanje $p(t)$. Važno je uočiti

$$p^+(t) = p(t_{n+1}), \quad p(t) = p(t_n), \quad t_n < t_{n+1} \quad (4)$$

3. PREKIDAČKI REGULATORI

Za kompleksne procese upravljanje se vrši sa familijom regulatora [11]

