Nelinearni sistemi upravljanja 2

Projekat 1

Buck-Boost DC-DC konvertor

Feedback linearizacija

Klizno upravljanje  
  
  
  
  
  
  
  
Studenti:

Marina Mojsilović 0211/2017

Viktor Todosijević 0050/2017

Table of Contents

[Feedback linearizacija 3](#_Toc59202566)

[Teorijski uvod 3](#_Toc59202567)

[Transformacija stanja 8](#_Toc59202568)

[Projektovanje FL+I 8](#_Toc59202569)

[Rezultat FL+I 8](#_Toc59202570)

[Praćenje reference, eliminacija poremećaja,osetljivost na šum 8](#_Toc59202571)

[Robusnost 8](#_Toc59202572)

# Feedback linearizacija

## Teorijski uvod

Razmatramo SISO nelinearni objekat gde su f i g vektori (nelinearnih) funkcija:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |
|  |  | (2) |

Diferenciranjem jednačine izlaza (2) po vremenu , dobija se

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

gde su : „Lie-v izvod h u odnosu na f”

„Lie-v izvod h u odnosu na g”

Ako je , tada je tj. nezavisno od u i diferenciranje (3) daje

Ako je sada, tada je ( nezavisno od u) I tako sve do nekog r-tog diferenciranja kada :

i

**Def:**

Sistem (1),(2) na domenu D ima relativni red r, 1 ≤ r ≤ n, ako važi važi:

Za SISO NL (1),(2) relativnog reda r, povratna sprega po stanjima

ostvaruje linearnu ulazno-izlaznu relaciju (feedback linearizaciju ulaz-izlaz):

**Def:**

Transformacija je difeomorfizam na domenu D ako važe sledeći uslovi:

* T(x) je kontinualno-diferencijabilno preslikavanje za
* T(x) poseduje kontinualno diferencijabilnu inverziju ,

takvu da

Za sistem, , relativnog reda r < n, razmotrićemo izbor funkcija , koje obezbeđuje difeomorfizam

**Teorema:** Za sistem , ,relativnog reda r ≤ n, za svako postoji D takva da:

* Za r= n, je difeomorfizam na domenu D,
* Za r<n, je difeomorfizam D, pod uslovom

Model u prostoru transformisanih stanja

Rezultujući model u prostoru transformisanih stanja(„pola puta”)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

Možemo još zapisati i kao

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  | (5) | |  |

Modeel sa p[otpuno transformisanim stanjima:

gde

Ako je xe R.S u originalnom prostoru u prostoru transformisanih stanja je R.S.

Ako izaberemo tako da pored zadovoljenja uslova zadovolji i tada će se ostvariti ze=0 tj. R.S. u koordinatnom početku transformisanog prostora stanja.

Uslov nulte dinamike kada iz (4) i (5) kada

**Definicija:** Jednačina je nultadinamika sistema. Sistem je minimalno fazni ako nultas dinamika poseduje G.A.S.R.S. u domenu od interesa (R.S. je u koordinatnom početku ako je T(xe)=0)

Za sistem (1),(2) relativnof reda r≤n, pronađen je odgovarajući difeomorfizam T(x) i dobijen je model u normalnoj formi (4).

Primenom FL zakona dobija se sistem Z.S.

U našem slučaju prema FL generišemo upravljački signal tako da rešimo problem praćenja reference uz integralno dejstvo.

Praćenje reference na bazi feedback linearizacije možemo ostvariti stabilizacijom sistema greške praćenja u nuli.Za svođenje na problem stabilizacije potrebna je transformacija u sistem greške.

Izbor daje

sa karakterističnim polinomom

gde

Izbor koeficijenata određuje dinamiku praćenja reference iliti stabilizaciji u koordinatnom početku prostora stanja e.

Ukoliko želimo da eliminišemo poremećaj ne nužno tipa početnih uslova dodajemo i integralno dejstvo. To radimo proširivanjem sistema greške praćenja dodatnim stanjem – integralom greške praćenja.

Te je karakteristični polinom reda r+1:

## Transformacija stanja

## Projektovanje FL+I

### Rezultat FL+I

### Praćenje reference, eliminacija poremećaja,osetljivost na šum

### Robusnost

# Klizno upravljanje -Sliding-Mode Control

## Teorijski uvod

Posmatramo SISO nelinearan objekat u afinoj formi po upravljanju

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Ideja kliznog upravljanja je da se obezbedi posredno dostizanje željene radne tačke kroz kretanje sistema iz početnog uslova do klizne površi ,a potom po kliznoj ravni do željene tačke.

Da bi garantovali da sistem ne napušta kliznu ravan mora važiti .

Međutim proverom upravljanja pod ovim uslovom direktnim metodom Ljapunova utvrđuje se da samo ali nužno tj. ne garantujemo da sistem dostiže kliznu ravan i ne teži joj.

Stoga biramo upravljanje

Izvod funkcije klizne površi glasi:

DMLJ garantuje da sistem iz proizvoljnog početnog uslova teži kliznoj površi.

Može se dokazati da je vreme dostizanja klizne površi

, gde je polazno stanje sistema

Treba obezbediti još drugu fazu kretanja u kojoj sistem Z.S. po kliznoj ravni “dokliza“ do željene tačke tj. koordinatnog početka.

Ograničavamo se na objekat relativnog reda r ≤ n, za koji je pronađen difeomorfizamT(x) i dobijen model u normalnoj formi.

Biramo linearnu funkciju klizne površi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 6 |

Kretanje se vrši po kliznoj površi pa , ovo još možemo zapisati kao

Primena laplasove na prethodni izraz dobijamo

Odatle

Pod uslovom da karakteristični polinom ima sve korenove u LPR s-ravni

sistem zatvorene sprege se smiruje u koordinatnom početku prostora stanja z

Za linearnu funkciju klizne površi (6) dobijamo konkretnu formu linearnog kliznog upravljanja LMSC

Bez gubljena opštosti , pa se izraz upravljačkog signala svodi na

Primenom LMSC na model u normalnoj formi dobijamo

gde

a karakteristični polinom KKF dela sistema

U ovom zadatku fokusiramo se na praćenje reference i integralno upravljanje stoga na to elaboriramo

Praćenje reference svodimo na problem stabilizacije transformacijom u sistem greške

Rezultujući sistem je

Izbor koeficijenata određuje dinamiku kretanja po kliznoj ravni.

Uvođenje integralnog delovanja izvodimo na isti način kao i kod FBL prošitrivanjem sistema greške

Dobijeni sistem je uvećanog reda kao i karakteristični polinom

Ponovo, izbor koeficijenata k.p. određuje dinamiku kretanja po kliznoj ravni.

Klizno upravljanje sa graničnim slojem- Boundary Layer Sliding-Mode Control

Usled nemodelovane dinamike, transportnog kašnjenja, šuma itd. dolazi do chattering-a tj. sistem se ne kreće baš po kliznoj ravni već teži da je napušta tada se uključuje relejni član koji ga vraća.Ovakvo ponašanje ima visokofrekventni karakter i šteti aktuatoru.

Ova pojava se eliminiše zamenog relejnog člana u zakonu upravljanja saturacijom.

Parametar se naziva debljinom graničnog sloja.Novo upravljanje glasi:

Efekat BL SMC je da u opsegu odstupanje od 0 korigujemo efektivno linearnom povratnom spregom čime se gubi chattering

Uvrštavanjem efektivnog upravljanja u graničnom sloju u jednačine KKF dobijamo

tj. efektivno u graničnom sloju system je autonoman linearan i KKF.

Može se pokazati da važi

Što znači da je moguće podeliti postupak projektovanja u dve faze

1. Projektovanje SMC
2. BL-SMC modifikacija

## Projektovanje kliznog upravljanja SMC

### Rezultat SMC

### Praćenje reference,eliminacija poremećaja,osetljivost na šum

### Robusnost

## Projektovanje kliynog upravljanja sa graničnim slojem

### Rezultat SMC+BL

### Praćenje reference,eliminacija poremećaja,osetljivost na šum

### Robusnost