1. Kamila (1-7)

2. Wacha (8-14)

3. Nikodem (15-21)

4. Karol (22-28)

5. Weronika (29-35)

6. Janek (36-42)

7. Paula (43-49)

8. KrzyPrzy (50-56)

57 jakaś dobra dusza

Sterowanie procesami ciągłymi - lista zagadnień

1. Równania stanu

- uogólnienie opisu

- równania stanu

- równania wyjścia

- stabilność

- transformata Laplace’a

1. Macierze transmitancji

- przekształcenie systemu wielowymiarowego w macierze

1. Sterowalność i obserwowalność

- definicje

- twierdzenie jak zweryfikować czy system jest sterowalny i obserwowalny

- przykład

- dlaczego to dobrze że system jest sterowalny/obesrwowalny

1. Macierze podobne

- definicja podobieństwa

- własności

1. Opisy (postacie) kanoniczne

- wygląd

- przejście z innych opisów

1. Sprzężenie zwrotne od wyjęcia i od stanu

- kiedy istnieją

1. Zadanie przesuwania (lokowania) biegunów

- korzyści

- przesuwanie biegunów oparte o syntezę sprzężenia zwrotnego

1. **Sterowanie optymalne**

Mamy zadanie sterowania optymalnego obiektem nieliniowym

Należy zminimalizować wskaźnik jakości dla funkcji dla . Nasze , gdzie to koszt chwilowy dla stanu początkowego oraz . Występują także ograniczenia nałożone na proces sterujący , zbiór sterowań dopuszczalnych

Klasyfikacje kryteriów optymalizacji:

- sterowanie minimalnoczasowe

czyli ,

- sterowanie minimalnoenergetyczne

czyli ,

- całka z kwadratu stanu i sterowania

, R-macierz rotacji układu

- problem ze swobodnym stanem końcowym

1. **Optymalizacja statyczna i dynamiczna**

Funkcja celu określona jest wzorem a i posiada ograniczenie (dla zbiór rozwiązań dopuszczalnych.

W *OPTYMALIZACJI STATYCZNEJ c*elem jest znalezienie takiego że dla każdego zachodzi **.** Sprowadza się to do znalezienia ekstremum funkcji – czyli wartości optymalnej/najlepszej. Może się to odnosić do pewnego obszaru- wtedy mowa o ekstremum lokalnym, natomiast dla całej przestrzeni argumentów mowa jest o poszukiwaniu ekstremum globalnego.
Wyróżniamy 2 zasadnicze metody: programowanie liniowe (poszukiwanie ekstremum gdy zarówno funkcja jak i ograniczenia są liniowe) i nieliniowe (poszukiwanie ekstremum funkcji celu dowolnej postaci, gdy ograniczenia są również dowolne)

W OPTYMALIZACJI DYNAMICZNEJ celem jest znalezienie takiego ze zbioru , że dla każdej zachodzi . Sprowadza się to do poszukiwania ekstremum funkcjonału. Polega na poszukiwaniu takiego ciągu decyzji w danych przedziale czasu, który zapewni ekstremum pewnego składnika jakości zależącego od przebiegu zmian tej decyzji określonej na całym przedziale czasu. Wskaźnik jakości to funkcjonał np. lub

1. **Pojęcie funkcjonału, przestrzeni funkcyjnej, otoczenia**

FUNKCJONAŁ jest to funkcja rzeczywista (lub urojona) określona na pewnym zbiorze funkcji. Dla optymalizacji dynamicznej jest to wskaźnik jakości.

Można go też nazwać operatorem(uogólnioną funkcją), którego argumentami są funkcje z pewnej rodziny, a wartościami są liczby. Przykłady: lub

Funkcjonał osiąga lokalne minimum na krzywej jeśli istnieje takie (otoczenie w przestrzeni krzywych), że

PRZESTRZEŃ FUNKCYJNA jest zbiorem funkcji ze zbiory *X* do w zbiór *Y,* z odpowiednio zdefiniowaną strukturą , która tworzy dla niego przestrzeń. Jest ona nieskoczenie wymiarowa. BAZĄ PREZSTRZENI FUNKCYJNEJ nazywa się zbiór liniowo niezależnych funkcji(czyli takich że nie da rady przedstawić jednej z nich jako kombinacji liniowej pozostałych) danej przestrzeni. Ma ona nieskończenie wiele elementów

KLASA FUNKCJI – funkcja klasy to funkcja n-krotnie różniczkowalna, gdzie pochodna stopnia jest ciągła. Funkcjami klasy są m.in. wielomiany, funkcje wykładnicze, sinus i cosinus, sinus i cosinus hiperboliczne, tangens hiperboliczne

OTOCZENIE to dowolny zbiór, który zawiera zbiór otwarty zawierający dany zbiór/punkt

Przykłady otoczeń:

- max moduł z różnicy funkcji

- suma kwadratów funkcji

1. **Typowe kryteria kosztów sterowania**

|  |  |
| --- | --- |
| **NAZWA WSKAŹNIKA JAKOŚCI REGULACJI** | **OPIS MATEMATYCZNY** |
| CAŁKA Z KWADRATU UCHYBU |  |
| CAŁKA Z WARTOŚCI BEZWZGLĘDNEJ UCHYBU |  |
| Z ILOCZYNU CZASU I KWADRATU UCHYBU |  |
| Z ILOCZYNU CZASU I WART.BEZWZG. UCHYBU |  |
| MINIMUM ENERGETYCZNE |  |
| MINIMUM PALIWA |  |
| MINIMUM CZASOWE |  |
| Z KWADRATU STANU I STEROWANIA |  |

1. **Elementy rachunku wariacyjnego**

Funkcja ma w punkcie minimum lokalne jeśli istnieje takie (dowolnie małe otoczenie), że Jeśli funkcja jest różniczkowalna to

NORMA FUNKCJI

Funkcjonał osiąga lokalne minimum na krzywej jeśli istnieje takie (otoczenie w przestrzeni krzywych), że

1. **Równanie Eulera-Lagrange'a**

WARUNEK KONIECZNY, NIEWYSTRACZAJĄCY

Funkcjonał osiąga lokalne minimum na krzywej jeśli istnieje takie (otoczenie w przestrzeni krzywych), że

Jeżeli funkcjonał (funkcja kosztów) ma minimum lokalne na krzywej to spełnione jest na niej równanie Eulera-Lagrange’a
 dla , gdzie i

1. **Metoda mnożników Lagrange'a’**

Jeśli funkcja (tzn jest wielowymiarowe) ma ekstremum warunkowe w punkcie przy warunku gdzie , to w punkcie spełniony jest układ równań

 gdzie a tzw mnożniki Lagrange'a
METODA MNOŻNIKÓW LAGRANGE’A jest techniką pozwalającą na sprowadzenie zadania optymalizacji z ograniczeniami do zadania bez ograniczeń.

NP.: Zminimalizować funkcję przy ograniczeniu że punkt leży na okręgu jednostkowym, tzn.

W tym przypadku gdzie .

1. Tworzymy funkcję:

2. Warunki konieczne istnienia ekstremum to :
 czyli u nas

3. Rozwiązujemy
 czyli lub

1. Zasada maksimum Pontryagina, funkcja Hamiltona

- sterowanie optymalne w pewnym otoczeniu, a następnie maksymalizacja funkcji Hamiltona

1. Zasada Bellmana

- wyznaczanie trajektorii

1. Równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana

- definicja

- przykład

- postać

1. Programowanie dynamiczne

- jak wygląda

1. Regulator liniowo-kwadratowy (LQR)

- analityczne przedstawienie

- f.Dicantego ???

1. Sterowanie predykcyjne (MPC)

- jak metodą najmniejszych kwadratów sformułować model

- model obiektu

- wyznaczanie predyktora

- optymalizacja obiektu

1. Heurystyczne metody optymalizacji (symulowane wyżarzanie, algorytmy genetyczne)

- definicje

- etapy algorytmów genetycznych (selekcja do następnego pokolenia)

1. Podstawy teorii decyzji w warunkach losowych

- D – decyzja

- – karta ??

1. Pojęcie funkcji strat i ryzyka

|  |  |
| --- | --- |
| funkcje strat typu: | optymalne rozwiązanie |
| kwadrat | theta |
| moduł różnicy | mediana |
| Delta Diraca | dominanta |

1. Regulacja PID

-

1. Srojenie regulatorów, I i II metoda Zieglera-Nicolsa

-

1. Metoda funkcji opisującej

-

1. Nadążność układów regulacji

-

1. Sterowanie dyskretne procesami z czasem ciągłym

-

1. Dyskretyzacja, pojęcie impulsatora i ekstrapolatora

- definicje

- wzory

- rysunki

1. Regulacja adaptacyjna

- sposób wykonania

- estymator ważony

1. Metoda zmiennej wiodącej, metoda pośrednia i bezpośrednia

- definicje

- sposób

- przykład ??

1. Identyfikacja obiektów metod najmniejszych kwadratów

- etapy

1. identyfikacja obiektów statycznych o wielu wejściach -ob.stacjonarne

2. identyfikacja obiektów dynamicznych o 1 wejściu – ob.stacjonarne

3. zmienne instrumentalne

4. zmienne rekurencyjne

5. estymator ważony (użyty w sterowaniu adaptacyjnym)

1. Problemy skorelowania, metoda zmiennych instrumentalnych

-

1. Rekurancyjna wersja algorytmu NK

-

1. Ważone NK

-

1. Śledzenie parametrów obiektów niestacjonarnych

-

1. Zapominanie wykładnicze i radykale, strojenie wag, minimalizacja błędu MSE

- metody ważenia

1. zapominanie wykładnicze

2. zapominanie radykalne – od zera

(optymalizacja błędu średniokwadratowego)

1. Estymacja stanu, filtr Kalmana

-

1. Rozszerzony filtr Kalmana

-

1. Metody dekompozycji macierzy stosowane w automatyce (rozkład spektralny, LU, Cholesky'ego, QR, Hausholdera, SVD)

- postać

- własności każdej macierzy rozkładów

- definicja rozwiązania minimalnego

- 4 zdania

1. jeżeli rozwiązanie równania liniowego w kryterium najmniejszych kwadratów to rozwiązanie minimalne jest rozwiązaniem

1. Systemy złożone i ich identyfikowalność

- macierz H (zero-jedynkowa) – 0-brak połączeń

- twierdzenie o identyfikowalności

Blok macierzy A jest identyfikowalny gdy system jest kaskadowy

1. Sterowanie metodą bezpośrednią i wielopoziomową

-

1. Optymalizacja wielopoziomowa

- sterowanie wielopoziomowe – dekompozycja na warstwy:

GÓRNA – zmienne koordynujące (kontrola by zasoby globalne nie zostały przekroczone)

DOLNA -

1. Dekompozycja i koordynacja

- definicje

1. Metody koordynacji (kar i cen)

- aby z funkcji ograniczeniami doprowadzić do funkcjibez ograniczeń

1. Przykład obiektu dynamicznego pracującego w systemie złożonym (reaktor chemiczny)

- jak działa

1. Sterowanie odporne (struktury typu MFC)

-

1. Sterowanie rozmyte

- koncepcja zbiorów rozmytych

- funkcja przynależności

- konstrukcja regulatorów rozmytych (rozmywanie, kreowanie, wyostrzanie)

1. Funkcje przynależności i operatory logiczne

- definicje

1. Wyostrzanie

- definicja

- to w pkt 48 też

1. Nieliniowa regulacja PD z zastosowaniem tablic sterowań (lookup tables)

-

1. Modelowanie charakterystyk nieliniowych (metoda jądrowa i ortogonalna)

-

1. Równość Parsevala

- twierdzenia:

1. iloczyn wektora skalarnego z nim samym jest równy jego długości

2. długość kwadratu funkcji jest równa sumie kwadratów współczynników rozwinięcia

1. Układy ortogonalne funkcji

- definicje

- rodzaje baz ortogonalnych

1. Systemy nieliniowe

-

1. Funkcja regresji

-

1. Systemy Hammersteina i Wienera

-

ABC:

ODPOWIEDZI:

\* Macierze podobne mają takie same: wektory własne, przekątne...? odp. wektory własne

\* Sygnał 1(t) jest ciągły/nieciągły, z czasem ciągłym/dyskretnym? odp. nieciągły z czasem ciągłym

\* System z biegunami transmitancji s1=1+i; s2=1-i jest stabilny/niestabilny, z oscylacjami/bez? niestabilny z oscylacjami

\* Na wyjściu impulsatora i ekstrapolatora pojawi się sygnał? Odpowiedź była odcinkami stały czy coś w tym stylu? zgadzam się :p

\* System stabilny liniowy pobudzony sygnałem skokowym/impulsowym da na wyjściu? odp. skokiem-system ustabilizuje się na 1, impulsem- nie wiem no chyba trochę rozmyty impuls

\* W układzie automatycznej regulacji wejściem obiektu jest? Wyjście regulatora/uchyb regulacji/jeszcze jakieś dwie możliwości? odp. uchyb regulacji

\* y(t)=u'(t)+2 to system liniowy/nieliniowy,statyczny/dynamiczny,z czasem ciągłym/dyskretnym? odp. nieliniowy, chyba dynamiczny, czasem ciągłym

\* Regulator PID jest liniowy/nieliniowy/zależy od nastaw/coś tam jeszcze? odp. moim zdaniem nieliniowy i zależny do nastaw

\* Transformata laplacea jest funkcja rzeczywistą/zespoloną zmiennej rzeczywistej/zespolonej? odp. zespoloną zmiennej zespolonej

\* i coś było ze splotem, wyjscie UAR jest splotem (?): uchybu i odp.skokowej, wejścia i odp.impulsowej, coś w ten deseń? nie rozumiem pytania:(

\* Uklad sterowania wielopoziomowy to inaczej: wielowarstwowy/HIERARCHICZNY/nieliniowy/adaptacyjny? odp. chyba adaptacyjny

\* Napisać równanie stanu.

\* Co oznacza, że układ jest stabilny? odp. istnieje granica dla t dążącego do nieskończoności

\* Napisać równania normalne.

\* Sterowanie adaptacyjne, czyli lokowanie biegunów czy coś takiego?

\* Człon całkujący i jego odpowiedź skokowa. odp. 1/s odpowiedź y(t)=t.

\* Adaptacyjna regulacja przez lokowanie biegunów?

\* Przesuwanie biegunów?

\* Regulator PID, co robią poszczególne człony tego regulatora? odp. mnożą przez stałą, całkują i różniczkują:)

\* Macierze podobne?

\* Narysować układ automatycznej regulacji.

\* Co to jest uchyb, a uchyb w stanie ustalonym? odp. uchyb w czasie ustalonym to to samo co uchyb tylko przy ustaleniu się odpowiedzi obiektu

\* Postać kanoniczna

uchyb jest funkcja, a uchyb w stanie ustalonym liczba. to bym dodal