Prezentacja PUST

# Dobór pętli regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż do wyjściowych

Strona tytułowa

W przypadku regulacji przy większej liczbie sygnałów sterujących niż wyjściowych mamy do czynienia z regulacją wielowymiarową.

Wstęp slajd 1

Regulatory wielowymiarowe to układy automatyki, które mogą zrównoważyć trudne do pogodzenia cele automatyki. Sterowniki procesów, potrafiące jednocześnie obsługiwać wiele zmiennych procesowych, stają się obecnie coraz bardziej popularne oraz oferują więcej możliwości. Jednak nadal mogą być trudne do zaprojektowania i wdrożenia.

Wstęp slajd 2

Do analizy wyboru pętli regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż wyjściowych przyjrzymy się realizacjom z regulatorami PID, DMC i GPC.

PID slajd 1

Jako pierwszy rozważymy algorytm (proporcjonalno-całkująco-różniczkujący)PID, w celu określenia regulacji wielowymiarowej należy wyznaczyć odpowiedzi skokowe wszystkich torów procesu tak aby sprawdzić w jakim stopniu dane sygnały sterujące wpływają na odpowiednie wyjścia.

Następnie analizując wpływ sygnałów sterujących na dane wyjścia określamy które sygnały sterujące będą odpowiadały za regulację danych wyjść, które z nich mają największy wpływ na dane wyjście.

Niestety w przypadku większej ilości wejść niż wyjść niektóre z sygnałów sterujących nie będą odpowiadać za jakiekolwiek wyjście. W takim przypadku wartoscie na tych wejścia trzeba ustawić wartość 0.

Po odpowiednim dobraniu wejść do wyjść należy zastosować do każdej utworzonej pary wejście -wyjście regulator PID

Ostatecznie należy nastroić każdy z regulatorów PID oddzielnie. Co może okazać się niełatwym zadaniem. Szczególnie w przypadku bardzo dużej ilości sygnałów sterujących.

PID slajd 2

Jak widzimy niektóre wejścia w znaczymy stopniu wpływają na dane wyjścia, a niektóre nie mają praktycznie żadnego wpływu.

PID slajd 3

Wyznaczona pętla regulacji przedstawia jak dane wejścia oddziałują na dane wyjścia,

PID slajd 4

Wyniki działania tak dobranej pętli regulacji obrazują nie zbyt dobrą a wręcz słabą jakość regulacji.

DMC

DMC slajd 1

Algorytm DMC może już zostać zaimplementowany jako algorytm wielowymiarowy w którym to każdy z sygnałów sterujących będzie mieć wpływ na sygnały wyjściowe w tym celu należy zdefiniować odpowiednia wielowymiarową odpowiedź skokową

DMC slajd 2

Każda z macierzy Sl składa się z odpowiadających chwili l współczynników s ij l wszystkich odpowiedzi skokowych, i = 1, 2, ..., ny, j = 1, 2, ..., nu. Tak więc obiekt może być reprezentowany przez D macierzy Sl o wymiarze ny × nu.

Zestaw macierzy Sl można traktować jako wielowymiarową (macierzową) odpowiedź skokową {S1, S2, ..., SD}.

DMC slajd 3

W Wielowymiarowym algorytmie DMC do predykcji zachowania obiektu wykorzystywany jest model w postaci odpowiedzi skokowej.

Opisany poniższym wzorem:

DMC slajd 4

Celem algorytmu DMC jest rozwiązanie następującego problemu optymalizacji w każdej jego iteracji

Gdzie:

– wartości przyszłych sterowań

– przewidywane wyjścia obiektu w przyszłych chwilach

Natomiast zależność opisująca wyjścia przewidywane jest następująca:

DMC slajd 5

Wyznaczona pętla regulacji przedstawia jak dane wejścia oddziałują na dane wyjścia, oznacza to że wszystkie sygnały sterujące mają wpływ w mniejszym lub większym stopniu na każde z wyjść.

DMC slajd 6

Wyniki wielowymiarowej regulacji predykcyjnej z wykorzystaniem algorytmu DMC prezentują się następująco.

Widzimy znaczną poprawę jakości regulacji niż w przypadku wykorzystującego algorytm PID.

Można powiedzieć że jakość regulacji jest bardzo dobra a dobrana pętla regulacji działa jak najbardziej poprawnie.

GPC

GPC slajd 1

Algorytm GPC, podobnie do algorytmu DMC może zostać zaimplementowany jako algorytm wielowymiarowy w którym to każdy z sygnałów sterujących będzie mieć wpływ na sygnały wyjściowe jednak w przeciwieństwie do algorytmu DMC w celu predykcji należy wyznaczyć odpowiedź impulsową.

GPC slajd 2

Odpowiedź skokowa i impulsowa obiektu są ze sobą silnie powiązane, a wszystkie wzory odparte na odpowiedzi skokowej można przekształcić we wzory wykorzystujące opowiedz impulsową korzystając z poniższej zależności:

gdzie {sj} i {hj} są ciągami współczynników odpowiedzi skokowej i impulsowej.

GPC slajd 3

Ponieważ algorytm GPC wykorzystuje model obiektu w postaci dyskretnego równania różnicowego opisującego relację wejście–wyjście (transmitancji dyskretnej) W ogólnym przypadku obiektu wielowymiarowego o nu wejściach i ny wyjściach jest to model postaci

gdzie A, B i C są macierzami wielomianowymi

GPC slajd 4

Jeśli C(z −1 ) = 1, to zakłócenia działające na obiekt są scałkowanymi szumami białymi, jeśli C(z −1 ) ≠ 1, to są scałkowanymi szumami kolorowymi.

Dla C(z −1 ) = 1 opis obiektu przyjmuje następującą postać

z −1 oznacza operator jednostkowego opóźnienia, ε(k) jest wektorem białych szumów o zerowej wartości średniej, zaś △ = 1−z −1 oznacza operator różnicy wstecznej (czyli 1/△ oznacza operację całkowania).

Przypadek ten jest bardzo ważny z praktycznego punktu widzenia. Przede wszystkim dlatego, że identyfikacja wielomianu C nastręcza na ogół trudności: oceny są niezbieżne lub zbiegają wolno. Stąd też bywa on traktowany inaczej: nie jako część modelu, a jako filtr o parametrach podlegających strojeniu, dla polepszenia określonych cech regulatora.

GPC slajd 5

Celem algorytmu GPC jest rozwiązanie następującego problemu optymalizacji w każdej jego iteracji który jest tożsamy z problemem w przypadku DMC

W funkcji kryterialnej algorytmu GPC rozważa się często zastosowanie, w miejsce trajektorii wartości zadanych y zad(k + p|k), p = N1, ..., N, trajektorii referencyjnej (reference trajectory) y ref (k + p|k), p = N1, ..., N, zdefiniowanej następującą zależnością

GPC slajd 6

Wyznaczona pętla regulacji przedstawia jak dane wejścia oddziałują na dane wyjścia, oznacza to że wszystkie sygnały sterujące mają wpływ w mniejszym lub większym stopniu na każde z wyjść, podobnie jak w przypadku DMC.

GPC slajd 7

Wyniki wielowymiarowej regulacji predykcyjnej z wykorzystaniem algorytmu GPC prezentują się następująco.

Widzimy znaczną poprawę jakości regulacji niż w przypadku wykorzystującego algorytm PID.

Natomiast zauważalne jest wysokie podobieństwo jakości regulacji jak w przypadku regulacji z DMC. Co więcej ciężko dopatrzeć się różnic w jakości regulacji.

Taki rezultat jest jak najbardziej uzasadniony i świadczy o użyciu właściwego modelu w postaci odpowiedzi skokowej obiektu regulacji podczas projektowania algorytmu DMC i właściwego modelu w postaci impulsowej.

Można powiedzieć że jakość regulacji jest bardzo dobra a dobrana pętla regulacji działa jak najbardziej poprawnie.

Wnioski slajd 1

Stosowanie algorytmu PID w celu regulacji predykcyjnej w przypadku większej liczby wejść niż wyjść daje dosyć marne wyniki, zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie wielowymiarowych algorytmów regulacji predykcyjnej które to w znacznym stopniu sprawują się lepiej. Dobór pętli regulacji z użyciem algorytmu zarówno DMC jak i GPC przynosi w równym stopniu zadawalające rezultaty.