

Resumo

O trabalho apresentado nesta tese defende o controlo impulsional como um dos elementos fundamentais no tratamento de sistemas discretos-contínuos. Este tema é analisado sob novas abordagens, no sentido de se endereçarem questões ainda pouco exploradas. Estas têm aplicação principalmente em sistemas complexos onde tipicamente o nível superior da cadeia de controlo actua por decisões parametrizadas.

Dentro desta área é dada relevância à optimização dos instantes de aplicação dos impulsos e à limitação dos efeitos transitórios provocados por estes nas variáveis de estado. A optimização dos instantes de actuação acrescenta uma dimensão ao controlador, melhorando o seu desempenho, e aumenta o nível de rejeição das perturbações em pontos críticos.

A atenuação de transitórios é efectuada pela limitação do valor de pico de uma observação do estado. A introdução desta limitação é determinante quando o intervalo entre impulsos é da mesma ordem de grandeza dos modos dominantes do sistema. Resulta num novo parâmetro de ajuste do controlador, que muito dificilmente pode ser modelizado indirectamente através de penalizações.

Foi dada grande importância à complexidade computacional dos algoritmos desenvolvidos para resolver os problemas formulados. O recurso a programação semidefinida permitiu obter a eficiência pretendida. A necessidade dos problemas assim endereçados serem convexos limita o poder de modelização, especialmente em estratégias de controlo realimentadas. Assim, as estratégias de controlo foram divididas em duas partes: uma parte em malha aberta (em feedforward) e outra, calculada na vizinhança da primeira, em malha fechada (em feedback).

A exposição é acompanhada por um exemplo de aplicação real, no domínio da navegação aérea. Este exemplo surgiu da necessidade de desenvolver um sistema de controlo para uma aeronave durante uma campanha de voos de natureza científica. Esta aplicação é relevante não só porque prova os conceitos e metodologias apresentados, como também o seu nível de exigência condicionou a teoria apresentada.

Abstract

This thesis supports impulsive control as one of the key elements in the analysis of mixed discrete-continuous systems. This subject is examined under new approaches, by addressing yet little explored issues. These have application mostly in complex systems, where the higher layer of the control chain acts upon the system by parameterised decisions.

Within the area of impulsive control, relevance is given to the optimization of the instants when the impulses occur and to the limitation of the transient effects caused by these on the state variables. The

optimization of the impulse actuation instants adds a new dimension to the controller, improving its performance and increasing the disturbance rejection level in critical zones.

Transient mitigation is achieved through the limitation of the peak value of an observation of the state. Adding this limitation is crucial when the interval between impulses is of the same order of magnitude of the dominant modes of the system. This becomes a new adjustment knob for the controller designer, which can hardly be modelled indirectly through penalization schemes.

Significant importance was given to the computational complexity of the algorithms proposed to solve the presented problems. The use of semidefinite programming made the desired efficiency possible. The need for the thus formulated problems to be convex limits the ability to model nonlinear systems, mainly in feedback control strategies. Therefore, the control strategies were divided in two parts: one operating in open loop (in feedforward) and another computed in the neighbourhood of the first, operating in closed loop (in feedback).

The explanation is accompanied by an example of real application, in the field of airborne navigation. This example emerged from the need to develop a guidance system for an aircraft during a scientific nature oriented flight campaign. This application is relevant not only because it proves the concepts and methodologies in the thesis, but also because the demanding level of performance involved in it inspired the presented theory.