

Caderno de Resumos
Seminários do Grupo de Pesquisa
Modelagem e Controle de Sistemas Mecatrônicos

Quarta-feira, 02/07/2025 - 14:20 às 17:30

Projeto de Controladores tipo PID para Sistemas Discretos no Tempo com Atraso Incerto

Marcus V. C. Barbosa, Luis F. P. Silva, Valter J. S. Leite

Este trabalho propõe uma nova condição de projeto para controladores PID para sistemas discretos no tempo com incertezas politópicas e atraso incerto nos estados. Para realizar o projeto do controlador PID é utilizada uma lei de controle de realimentação estática de saída. A condição proposta opera diretamente no espaço dos parâmetros do controlador e da matriz de Lyapunov, levando a melhores resultados de projeto. A condição de síntese é resolvida por meio de um procedimento iterativo de convergência local, no qual LMIs são resolvidas a cada iteração. O ganho projetado por meio da condição garante a alocação dos autovalores da malha fechada dentro um região circular no plano complexo contida no círculo unitário. Exemplos numéricos ilustram a efetividade da condição proposta.

Gerador Dinâmico de Eventos com Tratamento de Ruído para Redução de Transmissões

Miguel L. Rodrigues, Luís P. Silva, Valter J. S. Leite

No contexto de controle por gerador de eventos, as formulações clássicas baseiam-se em relações de desigualdade entre informações do sistema em tempo real e dados históricos. Contudo, estas metodologias tradicionalmente não consideram a presença de ruídos nos sinais adquiridos, o que resulta em um número excessivo de transmissões. Este trabalho apresenta uma nova estratégia para sintetizar mecanismos geradores de evento que visam minimizar o impacto de sinais ruidosos no volume de transmissões. O estudo foca em sistemas discretos no tempo com atuadores saturantes e parâmetros lineares variantes no tempo (LPV). O sistema utiliza controle por realimentação de estados com ganho dependente de parâmetros e comunicação via rede. Como diferencial, o gerador de eventos incorpora um estado adicional específico para avaliar e ponderar a influência do ruído nas decisões de transmissão.

Quaternion-Based NMPC for Quadrotor UAV Motion Control with Decoupled Yaw Regulation

Luiza G. C. Sá, Maria C. W. Faria, Hugo S. V. Santos, Jean C. Pereira

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) offer significant advantages in agility, practicality, and portability due to their small size, light weight, and the absence of crew members, ensuring greater safety compared to traditional vehicles or human-operated systems. This work proposes a Nonlinear Model Predictive Control (NMPC) scheme for quadrotor UAV motion control and decoupled yaw angle regulation. The controller is formulated using unit quaternions which guarantees a singularity-free attitude representation. The approach includes defining appropriate error metrics and applying suitable discretization within the NMPC formulation, with a single optimization layer. Validation in a virtual simulation environment demonstrates that the proposed controller effectively regulates yaw angle without compromising translational motion.

Dual Quaternion-Based NMPC Quadrotor UAV Motion Control

Lívia K. P. Martins, Pedro H. S. Domiciano, Jean C. Pereira

This work proposes a Nonlinear Model Predictive Control (NMPC) scheme based on

dual quaternions for quadrotor UAV motion control. Dual quaternions integrate rotational and translational motion into a unified representation. The approach includes defining appropriate error metrics and applying suitable discretization within the NMPC formulation. A dynamic model is derived in $\text{Spin}(3) \times \mathbb{R}^3$ and validated through numerical simulations. The proposed controller is evaluated in simulation, demonstrating its effectiveness in controlling an underactuated system with a single optimization layer, avoiding the decoupling of translational and rotational control. These initial results highlight the potential of combining dual quaternion based modeling with MPC theory.

Granular Feedback Linearization for Multivariable Systems with Guaranteed Stability

Marcela O. Coelho, Lucas S. Oliveira, Valter J. S. Leite

Evolving Granular Feedback Linearization (EGFL) is a flexible and adaptive control strategy designed to manage nonlinear, multivariable, and uncertain systems while achieving desired performance. This article provides an overview of the key aspects of this technique and introduces a modification to its structure aimed at ensuring stability, even under challenging learning conditions. The proposed strategy for maintaining stability involves limiting the compensation action from the EGFL. Stability conditions for the new approach are developed using Lyapunov theory, resulting in convex conditions in terms of linear matrix inequalities. The effectiveness of the modified topology is evaluated through a case study involving helicopter dynamics. The results demonstrate that the proposed approach can maintain system stability, even in challenging learning scenarios.

Controle robusto via dados amostrados de sistemas LPV com saturação nos atuadores utilizando condições polinomiais quadráticas

Lucas A. L. Oliveira, Kevin Guelton, Koffi M. D. Motchon, Valter J. S. Leite

Este artigo apresenta o projeto de controladores robustos via dados amostrados por realimentação de estado para sistemas LPV com atuadores sujeitos à saturação no sinal de controle, utilizando Desigualdades Matriciais Lineares (LMIs). O método proposto integra a abordagem de funcionais looped e a condição de setor generalizada. A estabilização local é verificada por meio de um lema de negatividade definida para polinômios quadráticos. São propostos procedimentos de otimização para maximizar o intervalo de amostragem aperiódico e maximizar a região de atração. Um exemplo numérico demonstra a eficácia do método proposto, evidenciando condições de estabilização menos conservadoras em comparação com abordagens existentes.

Projeto de controlador com custo garantido-L2 para sistemas LPV amostrados

Alessandra R. C. R. Campos, Lucas A. L. Oliveira, Valter J. S. Leite

Neste trabalho são propostas condições baseadas em desigualdades matriciais lineares que permitem a síntese de controladores por realimentação de estados amostrados, assegurando um custo garantido L2 entre o sinal exógeno e a saída de um sistema linear a parâmetros variantes (LPV) controlado via rede. O controlador é robusto à variação paramétrica, sendo atualizado de forma aperiódica a cada amostragem. A abordagem utilizada baseia-se na modelagem do problema pelo método do atraso na entrada e pelo uso de funcionais de loop. As condições de síntese de controladores obtidas são menos conservadoras que outras encontradas na literatura como ilustrado nos exemplos apresentados. Essa vantagem do método de síntese proposto advém do funcional de loop utilizado, que resulta em um problema de negatividade (local) de um polinômio de segundo grau no atraso. Os resultados obtidos sugerem a superioridade da técnica proposta em relação ao encontrado na literatura.

Estudo Comparativo entre Controladores Digitais e Sampled-Data para a Estabilização de Sistemas Não Lineares

Gabriel A. Nogueira, Adriano N. D. Lopes, Lucas A. L. Oliveira, Koffi M. D. Motchon

A escolha do período de amostragem para a discretização de sistemas contínuos é uma etapa crucial no contexto do controle automático baseado em dispositivos microprocessados, pois exerce influência direta no desempenho e na eficiência do sistema de controle. Devido à inexistência de um método único e exclusivo para determinar esse parâmetro, diversas abordagens podem ser consideradas, cada uma apresentando suas próprias vantagens e limitações. Métodos tradicionais, como o critério de Nyquist-Shannon, são amplamente utilizados. No entanto, esse método pode não ser o mais eficiente para todos os tipos de sistemas. Este trabalho analisa e compara os métodos mais utilizados para determinar o período de amostragem, incluindo abordagens clássicas e modernas, bem como o método Sampled-Data, no contexto de sistemas fuzzy de Takagi-Sugeno. O método Sampled-Data oferece uma abordagem mais flexível, permitindo variação no intervalo de amostragem e potencialmente reduzindo a necessidade de uma alta frequência de amostragem sem comprometer o desempenho do sistema. Para a comparação entre cada uma das técnicas, um sistema de pêndulo invertido rotativo de dois graus de liberdade é utilizado. As aplicações e os resultados encontrados confirmam as vantagens teóricas do método Sampled-Data, especialmente por se apresentar como uma alternativa às dificuldades na determinação do período de amostragem. Isso porque, ao contrário desse método, a obtenção de um controlador discreto não garante a estabilização do sistema contínuo e, dessa forma, diversos testes são necessários para a determinação de um período de amostragem adequado.

Síntese de Gerador de Eventos em Sistemas Afim por Partes com Representação Implícita

Heros C. Soares, Giorgio Valmorbida, Valter J. S. Leite

Este trabalho aborda estratégias de Codesign para sistemas discretos no tempo e afins por partes com representação implícita no contexto de sistemas via rede sujeitos a atuadores saturantes assimétricos. As principais contribuições incluem: i) uma estratégia de otimização híbrida, que alterna entre uma etapa convexa e outra não convexa, para a síntese dos parâmetros de um gerador de eventos e do ganho de realimentação de estados em sistemas PWAI; e ii) um procedimento de chaveamento de controladores, cada um associado com um gerador de eventos, que reduz o número de dados transmitidos conforme a trajetória converge para a origem. Em ambos os casos, a região de atração para a origem (RAO) é estimada pela união das regiões associadas a cada controlador. Um estudo de caso demonstra a eficácia da estratégia proposta.