

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RSA5680044

ชื่อโครงการ: การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองเชิงออฟไลน์สำหรับระบบซึ่งไม่เป็นเชิงเส้นขนาดใหญ่

ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร.สุรเทพ เชี่ยวหอม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

E-mail Address: soorathep.k@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองเป็นระเบียบวิธีควบคุมขั้นสูงซึ่งสามารถจัดการระบบหลายตัวแปรซึ่งมีเงื่อนไขบังคับได้ดี แต่ทว่าโดยทั่วไปการควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองอาศัยแบบจำลองเชิงเส้นซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลานั้นไม่เหมาะสมต่อการควบคุมระบบไม่เชิงเส้นหรือมีความไม่แน่นอน การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนได้รับการเสนอเพื่อควบคุมระบบซึ่งมีความไม่แน่นอน ในแต่ละเวลาสุ่มอัตราขยายป้อนกลับซึ่งสามารถสร้างเสถียรภาพให้กับระบบวงจรจะกำหนดจากค่าต่ำสุดของต้นทุนสมรรถนะที่สถานะเลวร้ายที่สุดภายใต้เงื่อนไขบังคับของสัญญาณขาเข้า สัญญาณขาออกและเงื่อนไขเสถียรภาพ แม้ว่าการควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนสามารถรับมือกับระบบซึ่งมีความไม่แน่นอนได้ แต่การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนนั้นจะใช้ภาระในการคำนวณสูงมากในการใช้งานจริง เพื่อที่จะลดภาระในการคำนวณลง การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนเชิงออฟไลน์จึงได้รับความสนใจในการพัฒนา

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการในการประมาณค่าภายในช่วงซึ่งสามารถใช้ร่วมกับการควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนเชิงออฟไลน์สำหรับระบบเวลาวิยุตซึ่งพารามิเตอร์มีความไม่แน่นอนแบบโพลีโทป ลำดับของอัตราขยายป้อนกลับจะได้ออกมาจากการแก้ปัญหาการควบคุมแบบออฟติมัลหลาย ๆ ปัญหาแบบออฟไลน์ จากนั้นลำดับของเซตยีนยงทรงเหลี่ยมที่สอดคล้องกับอัตราขยายป้อนกลับจะถูกสร้างขึ้น ในแต่ละเวลาสุ่มจะระบุเซตยีนยงขนาดเล็กที่สุดซึ่งบรรจุสถานะปัจจุบัน ถ้าเซตยีนยงปัจจุบันเป็นเซตว่างในที่สุด จะใช้อัตราขยายป้อนกลับที่สัมพันธ์กับเซตยีนยงว่างในที่สุด หากไม่ใช่กรณีดังกล่าว อัตราขยายป้อนกลับซึ่งเปลี่ยนแปลงและกำหนดโดยการประมาณค่าภายในช่วงแบบเชิงเส้นของค่าอัตราขยายป้อนกลับซึ่งสัมพันธ์กับเซตยีนยงปัจจุบันและเซตยีนยงลำดับถัดไปจะถูกนำมาใช้ งานวิจัยนี้ศึกษาระเบียบวิธีการประมาณค่าภายในช่วงสองวิธี ระเบียบวิธีที่นำเสนอจะแสดงในกรณีศึกษาของระบบสองถึงและระบบสี่ถึง ผลจากการจำลองกระบวนการแสดงให้เห็นว่าระเบียบวิธีการประมาณค่าภายในช่วงที่เสนอสามารถปรับปรุงสมรรถนะการควบคุมของการควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทนเชิงออฟไลน์ได้ในขณะที่ภาระการคำนวณออนไลน์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

คำหลัก: ระบบเวลาวิยุตซึ่งมีความไม่แน่นอนแบบโพลีโทปิก, เซตยีนยงทรงโพลีอีตรอล, การควบคุมเชิงทำนายแบบจำลองคงทน, การควบคุมเชิงออฟไลน์, การควบคุมซึ่งอาศัยการประมาณภายในช่วง

Abstract

Project Code: RSA5680044

Project Title: Off-line robust model predictive control for nonlinear large-scale systems

Investigator: Associate Professor Dr. Soorathep Kheawhom

E-mail Address: soorathep.k@chula.ac.th

Project Period: 2 years

Model predictive control (MPC) is an advanced control algorithm which can effectively handle multiple input multiple output (MIMO) processes with constraints. However, a conventional MPC based on an LTI model is often unsuitable to handle nonlinear or uncertain systems. Robust model predictive control (RMPC) has been introduced to control uncertain systems. At each sampling time, a feedback gain that can robustly stabilize the closed-loop system is determined by minimizing the worst-case performance cost subjected to input, output and stability criteria constraints. Though, RMPC can handle uncertain systems, RMPC is computationally prohibitive in practical situations. To overcome an excessive computational cost of RMPC application, a synthesis of off-line RMPC for polytopic uncertain system has been motivated.

This work studies interpolation techniques that can be employed on off-line robust constrained model predictive control for a discrete time-varying system with polytopic parametric uncertainty. A sequence of feedback gains is determined by solving off-line a series of optimal control optimization problems. A sequence of nested corresponding polyhedral invariant set is then constructed. At each sampling time, the smallest invariant set containing the current state is determined. If the current invariant set is the innermost set, the pre-computed gain associated with the innermost set is applied. If otherwise, a feedback gain is variable and determined by a linear interpolation of the pre-computed gains. Two interpolation algorithms are investigated. The proposed algorithms are illustrated with case studies of a two-tank system and a four-tank system. The simulation results showed that the proposed interpolation techniques can improve control performance of off-line robust model predictive control while on-line computation is still tractable.

Keywords: Discrete-time polytopic uncertain system, polyhedral invariant set, robust model predictive control, off-line control, interpolation-based control