

文章编号: 0367-6234(1999)06-0019-03

关于 SISO 系统间隔度量的应用问题

姚 远¹, 包革军², 李连锋¹

(1. 哈尔滨工业大学 控制工程系, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 哈尔滨工业大学 数学系, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 研究了间隔度量摄动的最优鲁棒反馈镇定及其应用问题, 给出了 SISO 系统间隔度量的一个下界取最大值时的充要条件及对应的系统幅频和相频条件; 然后利用该下界对间隔度量应用中的保守性进行了分析. 所得结果为补偿间隔度量在应用中的保守性提供了依据.

关键词: 间隔度量; 反馈镇定; 鲁棒性; 单入单出系统; H_∞ 控制

中图分类号: TP273.0 **文献标识码:** A

Application of gap metric for SISO systems

YAO Yuang¹, BAO Ge-jun², LI Lian-feng¹

(1. Dept. of Control Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;

2. Dept. of Mathematics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: The optimal robust feedback stabilization for gap metric perturbation and its application are studied. For a lower bound of the gap metric for SISO systems, a sufficient and necessary condition is obtained for reaching its maximum, and the corresponding magnitude and phase conditions are obtained as well. Then the conservatism of the gap metric in application is studied using the lower bound. The results can be used for compensation of the conservatism in application.

Key words: gap metric; feedback stabilization; robustness; SISO system; H_∞ control

间隔度量最早由 ZAMES 和 EL-Sakkary 引入控制领域中^[1], 作为描述线性时不变系统摄动大小的新工具, 对反馈的鲁棒稳定性问题有以下主要贡献^[1-4]: (1) 推广了算子范数的概念, 可应用于不稳定系统; (2) 可同时考虑对象和控制器的摄动; (3) 证明了反馈稳定性本身具有鲁棒性; (4) 证明了间隔度量摄动和规范互质分解摄动的最优鲁棒反馈镇定问题等价. 因此, 间隔度量为鲁棒反馈镇定设计提供了新的思路. 在与间隔度量同样的拓扑结构基础上, 后来又出现了对偶间隔 (T-gap) 度量^[4]、点态间隔 (Pointwise-gap) 度量^[5] 和 v 间隔 (v -gap) 度量^[6], 它们的数值一般不同, 但

都具有相同的定性性质.

然而, 在应用间隔度量进行鲁棒反馈镇定设计时, 需要注意存在的保守性, 如 Hsieh 和 Safonov 曾指出 SISO 系统虚轴上零极点的微小摄动在一定条件下会导致大的间隔值^[7]. 这时只有通过预补偿消除保守性后才能应用间隔度量理论进行设计, 因此需要对保守性的特点进行分析. 由于间隔度量本身不具有实际的物理意义, 于是本文基于它的一个下界, 考察了 SISO 系统的一般情形, 分析了该下界取极大值 (间隔取极大值的充分条件) 时所对应的系统幅频和相频特性. 这些结果体现了 SISO 系统间隔度量保守性的物理特点, 对于应用可提供参考.

1 间隔度量摄动的最优鲁棒反馈镇定设计

考察如图 1 的标准反馈结构, 定义反馈系统

收稿日期: 1998-04-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (69174031)

作者简介: 姚 远 (1970-), 男, 硕士生.