CONTENTS

Page

Acknowledgement iii

Abstract in Thai iv

Abstract in English v

List of Tables viii

List of Figures ix

Statement of Originality in Thai x

Statement of Originality in English xi

Chapter 1 Introduction 1

Chapter 2 Preliminaries 6

2.1 Notations 6

2.2 Examples of dynamical systems with time-varying delay 7

2.3 Preliminary results 9

Chapter 3 H_∞ control problem for linear time-varying system 24

3.1 H_∞ control problem for linear time-varying system with time-varying delay 24

3.2 Numerical examples 31

Chapter 4 Stability analysis and H_∞ control problem of linear systems with interval non-differentiable time-varying delays 36

4.1 Stabilization and H_∞ control problem for linear system 36

4.2 Robustly H_∞ control for uncertain linear systems 44

4.3 Numerical example 47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Chapter 5 Stabilization and H_∞ control problem for nonlinear system with time-varying delay 51

5.1 Problem Formulation 51

5.2 Numerical examples 62

Chapter 6 Conclusion 67

Bibliography 68

Curriculum Vitae 75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

LIST OF TABLES

Page

Table 4.1 Maximum allowable upper bounds h_2 of the uncertain linear system with interval time-varying delay (**??**) for different values of the lower bounds h_1 and decay rate. 50

Table 5.1 The value of the minimum allowable disturbance attenuation γ with $\mu_1 = -0.1$ and $\mu_2 = 0.1$. 65

Table 5.2 The value of the minimum allowable disturbance attenuation γ with $\mu_1 = 0.05$ and $\mu_2 = 0.1$. 65

Table 5.3 The value of maximum allowable delay τ_2 in Example **??** with $\tau_1 = 0$. 65

Table 5.4 Comparison of maximum allowable delay τ_2 in Example **??** with $\tau_1 = 0$. 66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

LIST OF FIGURES

Page

Figure 3.1 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the system (1.2)and feedback control deactivated. 33

Figure 3.2 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the system (1.2)and feedback control activated. 33

Figure 3.3 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the system (1.26)and feedback control deactivated. 35

Figure 3.4 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the system (1.26)and feedback control activated. 35

Figure 4.1 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the uncertain linear system with interval time-varying delay (**??**) and feedback control deactivated. 49

Figure 4.2 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of the uncertain linear system with interval time-varying delay (**??**) and feedback control activated.. 49

Figure 5.1 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of **??** in Example **??** without feedback control. 64

Figure 5.2 The trajectories of $x_1(t)$, and $x_2(t)$ of **??** in Example **??** with feedback control. 64

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อความแห่งการริเริ่ม

1) เราได้เงื่อนไขเพียงพอใหม่สำหรับการมีอยู่จริงของตัวควบคุมย้อนกลับ H_∞ ของระบบที่ขึ้นกับเวลาและมีตัวหน่วงแปรผันตามเวลา โดยแสดงในเทอมของคำตอบของ สมการเชิงอนุพันธ์ริคาติ ข้อดีของเงื่อนไขที่ได้คือ สามารถนำไปใช้ได้กับระบบที่ไม่มีตัวหน่วงที่แปรผันตามเวลาได้

2) เราได้เงื่อนไขเพียงพอของการมีเสถียรภาพแบบเลขชี้กำลังและการควบคุม H_∞ ของระบบเชิงเส้นที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลาซึ่งเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่กำหนดบนช่วงแต่ฟังก์ชันของตัวหน่วงนั้นไม่จำเป็นต้องหาอนุพันธ์ได้

3) เราได้เงื่อนไขใหม่ที่เพียงพอสำหรับการมีเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับและการควบคุม H_∞ สำหรับระบบไม่เชิงเส้นซึ่งมีตัวหน่วงแปรผันตามเวลาซึ่งกำหนดบนช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

STATEMENT OF ORIGINALITY

1) We obtained a new sufficient condition for the existence of delay-dependent H_∞ state feedback control for uncertain time-varying system with time-varying delay in terms of solutions of certain Riccati differential equations (RDEs). An advantage of our approach is that the obtained condition can still be used for the system without delay.

2) We obtained new delay-dependent sufficient conditions for the exponential stabilization and the H_∞ performance for the system. Time delay is a continuous function belonging to a given interval, which means that the lower and upper bounds for the time-varying delay are available, but the delay function is not necessarily differentiable.

3) We obtained new delay-dependent sufficient condition for the H_∞ control and asymptotic stability condition of nonlinear systems with interval time-varying delay in terms of LMIs.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved