

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

LÊ THỊ TRÀ MY

**GIẢM BẬC CỦA MÔ HÌNH PHỤ THUỘC
THAM SỐ DỰA TRÊN KHÔNG GIAN
CON KRYLOV SUY RỘNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Thái Nguyên - 2016

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

LÊ THỊ TRÀ MY

**GIẢM BẬC CỦA MÔ HÌNH PHỤ THUỘC
THAM SỐ DỰA TRÊN KHÔNG GIAN
CON KRYLOV SUY RỘNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Chuyên ngành: Toán ứng dụng

Mã số: 60 46 01 12

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. NGUYỄN THANH SƠN

Thái Nguyên - 2016

Mục lục

Lời cảm ơn	iii
Danh sách ký hiệu	1
Mở đầu	2
1 Hệ điều khiển và giảm bậc sử dụng không gian con Krylov	5
1.1 Sơ lược về hệ điều khiển	5
1.1.1 Khái niệm mở đầu	5
1.1.2 Công thức nghiệm	7
1.1.3 Biểu diễn trong miền thời gian	8
1.1.4 Biểu diễn trong miền tần số, hàm truyền	8
1.1.5 Moment của hàm truyền	10
1.2 Không gian con Krylov	10
1.2.1 Định nghĩa	10
1.2.2 Tính chất	11
1.2.3 Xây dựng cơ sở - Thuật toán Arnoldi	11
1.3 Phương pháp không gian con Krylov	12
1.3.1 Ý tưởng	12
1.3.2 Giảm bậc thông qua phép chiếu	13
1.3.3 Định lí Grimme	15

2	Giảm bậc của mô hình phụ thuộc tham số dựa trên không gian con Krylov suy rộng	18
2.1	Giảm bậc dựa trên không gian con Krylov suy rộng	18
2.1.1	Ý tưởng	18
2.1.2	Định lý mở rộng	24
2.2	Một số phiên bản cải biên	26
2.2.1	Phương pháp Arnoldi 2 hướng	26
2.2.2	Thống kê phương pháp khác	30
3	Ví dụ số	33
	Kết luận	37

Lời cảm ơn

Trước tiên, tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới Tiến sĩ Nguyễn Thanh Sơn - Giảng viên khoa Toán - Tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, người thầy đã hướng dẫn, chỉ bảo tận tình cho tôi trong suốt quá trình hoàn thành luận văn này. Tôi cũng xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy, cô đã và đang tham gia giảng dạy tại trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên. Thầy cô đã nhiệt tình giảng dạy và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi hoàn thành khóa học tại trường. Tôi cũng xin được bày tỏ lòng biết ơn tới tất cả bạn bè, đồng nghiệp và người thân đã động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn.

Thái Nguyên, ngày 28 tháng 05 năm 2016

Học viên

Lê Thị Trà My

Danh sách ký hiệu

- \mathbb{R}_+ tập các số thực dương.
- $\mathbb{R}^{n \times r}$ tập các ma trận thực cỡ $n \times r$.
- $\mathcal{L}^q(\mathbb{R}_+, \mathbb{R}^m)$ không gian các hàm khả tích bậc q từ \mathbb{R}_+ vào \mathbb{R}^m .
- A^T ma trận chuyển vị của ma trận A .
- I ma trận đơn vị.
- $\text{span}\{a_1, a_2, \dots, a_j\}$ không gian sinh bởi các vectơ a_1, a_2, \dots, a_j .
- $\text{colsp}(A)$ không gian sinh bởi các vectơ cột của ma trận A .
- $\dot{x}(t)$ đạo hàm của x theo biến t .
- $\text{Re}(\lambda)$ phần thực của số phức λ .
- $\Lambda(A)$ tập các giá trị riêng của ma trận A .

Mở đầu

1. Lý do chọn đề tài

Mô phỏng số cho những hệ điều khiển là bước không thể thiếu được trong hoạt động nghiên cứu và chế tạo thiết bị công nghệ cao. Do yêu cầu cao về tính chính xác, những hệ điều khiển này thường có bậc rất lớn và vì thế mà gây khó khăn cho việc mô phỏng vì thời gian mô phỏng quá lâu hoặc đòi hỏi bộ nhớ quá lớn. Do đó, ta cần xấp xỉ mô hình này bởi một mô hình có bậc nhỏ hơn. Công việc đó được gọi đó là giảm bậc của mô hình.

Đã có nhiều phương pháp giảm bậc mô hình nhưng nổi trội lên là 3 phương pháp: Chặt cân bằng, Phân tích trực giao và Không gian con Krylov. Tuy nhiên, những phương pháp này không áp dụng được cho mô hình phụ thuộc tham số, vốn xuất hiện rất nhiều như là các tham số của môi trường, của tính chất vật liệu hay của cấu trúc hình học. Nếu áp dụng một cách trực tiếp các phương pháp kể trên, trước tiên ta cần phải cố định giá trị của tham số. Nhưng điều đó cũng có nghĩa là, hệ giảm bậc được sinh ra chỉ xấp xỉ hệ ban đầu trong một lân cận nhỏ của giá trị tham số đã chọn. Yêu cầu đặt ra là hệ giảm bậc đó phải xấp xỉ hệ ban đầu trên toàn bộ miền tham số. Đó chính là chủ đề của luận văn. Tuy nhiên, chúng tôi không định và cũng không thể trình bày hết các phương pháp trong khuôn khổ của một quyển luận văn. Thay vào đó, chúng tôi tập trung vào trình bày phương pháp dựa trên khái niệm không gian con Krylov suy rộng.

2. Mục đích và nhiệm vụ nghiên cứu

Xây dựng phương pháp không gian con Krylov suy rộng cho giảm bậc của mô hình phụ thuộc tham số; áp dụng phương pháp này cho ví dụ thực tế.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết của hệ phụ thuộc tham số, phương pháp không gian con Krylov suy rộng.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Sử dụng các phép biến đổi của đại số tuyến tính, các kết quả của đại số tuyến tính và giải tích.
- Sử dụng các tài liệu liên quan đến phương pháp giảm bậc bao gồm: các bài báo khoa học, sách chuyên khảo và các luận án về thuật toán Arnoldi, phương pháp không gian con Krylov, phương pháp không gian con Krylov suy rộng. Sử dụng các dữ liệu đã được công nhận trong cộng đồng những nhà khoa học nghiên cứu về lý thuyết giảm bậc để làm ví dụ minh họa cho phương pháp.

5. Bố cục của luận văn

Ngoài phần mở đầu và phần kết luận, luận văn gồm ba chương:

Chương 1. Hệ điều khiển và giảm bậc sử dụng không gian con Krylov

- Giới thiệu sơ lược về hệ điều khiển.
- Xây dựng cơ sở thuật toán Arnoldi.
- Trình bày phương pháp không gian con Krylov.

Chương 2. Giảm bậc của mô hình phụ thuộc tham số dựa trên không gian con Krylov suy rộng.

- Trình bày phương pháp giảm bậc mô hình sử dụng không gian con Krylov suy rộng.
- Trình bày một số phương pháp cải biên như: Phương pháp Arnoldi 2 hướng và một số phương pháp khác.

Chương 3. Ví dụ số

Trình bày ví dụ số với các dữ liệu được lấy từ một mô hình thiết bị vi điện-nhiệt và thực hiện trên MATLAB.

Thái Nguyên, ngày 28 tháng 05 năm 2016

Học viên

Lê Thị Trà My

Chương 1

Hệ điều khiển và giảm bậc sử dụng không gian con Krylov

1.1 Sơ lược về hệ điều khiển

1.1.1 Khái niệm mở đầu

Hệ điều khiển là hệ mà trạng thái hiện tại của một số thành phần được xác định bởi không chỉ những thành phần ở thời điểm hiện tại mà còn của những thành phần khác trong quá khứ.

Hệ điều khiển xuất hiện thường xuyên trong vật lý, sinh học, kinh tế, cơ khí và vận chuyển, ...

Đối tượng chính của luận văn này là hệ điều khiển tuyến tính, ô-tô-nôm, thời gian liên tục có dạng sau:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t), \\ y(t) &= Cx(t) + Du(t), \end{aligned} \tag{1.1}$$

trong đó

$t \in (0, +\infty)$ là biến thời gian.

$x(t) \in \mathbb{R}^N$ là vectơ trạng thái.

$u(t) \in \mathbb{R}^m$ là hàm điều khiển hoặc thông tin đầu vào.

$y(t) \in \mathbb{R}^l$ là thông tin cần quan sát từ trạng thái $x(t)$.