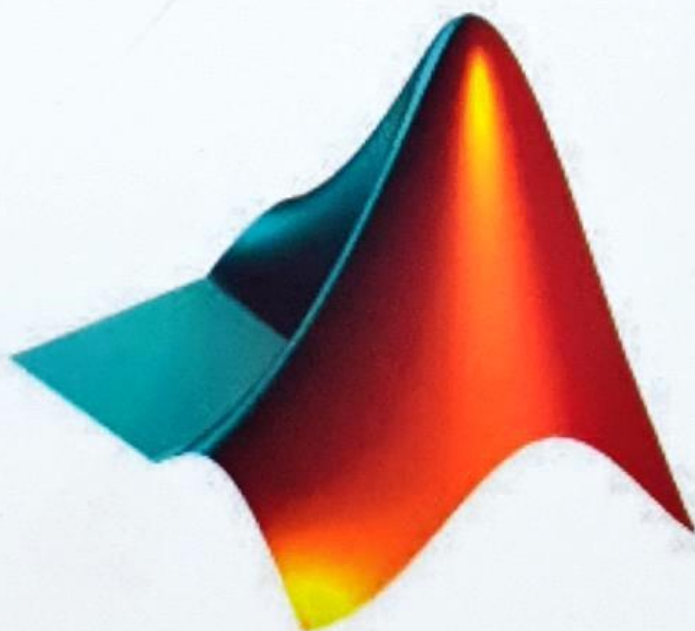


PGS. TS. LÊ TRỌNG VINH, ThS. TRẦN MINH TOÀN

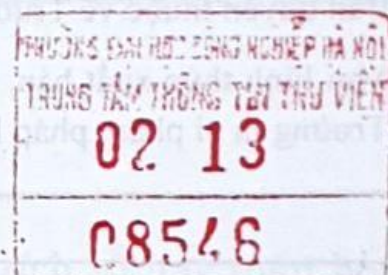
Giáo trình Phương pháp tính và Matlab

Lý thuyết, bài tập và chương trình minh họa
(Dùng cho sinh viên khối các trường Khoa học Công nghệ)



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

PGS. TS. LÊ TRỌNG VINH, THS. TRẦN MINH TOÀN



Giáo trình PHƯƠNG PHÁP TÍNH VÀ MATLAB

Lý thuyết, bài tập và chương trình minh họa

(Dùng cho sinh viên khối các trường
Khoa học Công nghệ)

(Xuất bản lần thứ hai)



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

PHƯƠNG pháp tính còn được gọi là giải tích số hay toán học tính toán là môn khoa học nghiên cứu cách giải gần đúng, chủ yếu là giải số các phương trình, các bài toán xấp xỉ hàm số và các bài toán tối ưu. Ngay từ đầu, toán học sinh ra do yêu cầu giải quyết các vấn đề thực tế như tính diện tích một mảnh đất; đo chiều cao của các vật có độ cao lớn; tìm quỹ đạo của sao chổi, đường đi của tàu buôn trên biển, ... Như vậy, có thể nói toán học ban đầu xuất hiện chính là toán học tính toán.

Từ những năm cuối của thế kỷ XX, phương pháp tính được phát triển mạnh mẽ cùng với sự bùng nổ của tin học. Đặc biệt, với sự xuất hiện của các siêu máy tính thì khả năng song song hóa các quá trình tính toán ngày càng được mở rộng.

Các nhiệm vụ chính của phương pháp tính là:

1. Giải gần đúng các loại phương trình đại số hay siêu việt; giải hệ phương trình; tìm trị riêng, vector riêng của ma trận; giải gần đúng phương trình vi phân,...
2. Xấp xỉ hàm số: Thay hàm có dạng phức tạp hay hàm cho dưới dạng bảng số bởi hàm có dạng đơn giản hơn để dễ tính toán.

Trong khi đó, tin học có nhiệm vụ cài đặt và khai thác thực hiện quá trình tính để cho kết quả mong muốn. Song việc tăng tốc độ tính toán (khi khối lượng tính toán lớn) đối với máy gặp nhiều khó khăn về kỹ thuật và đòi hỏi chi phí lớn. Do đó, cần thiết phải cải tiến thuật toán để

có thể giải các bài toán cỡ lớn. Điều đó có nghĩa là toán học tính toán và tin học có mối quan hệ qua lại đặc biệt quan trọng.

Hiện nay, đã có nhiều giáo trình khác nhau, giới thiệu các cách sử dụng các loại ngôn ngữ lập trình khác nhau để khai thác tính toán như ngôn ngữ C, Maple,... Trong giáo trình này chúng tôi giới thiệu ngôn ngữ lập trình bậc cao MATLAB chuyên được sử dụng cho các tính toán kỹ thuật. Đối với hầu hết các vấn đề, chúng tôi giới thiệu thuật toán và kèm theo chương trình MATLAB (đã được chạy thử một cách cẩn thận) để độc giả kiểm nghiệm và có thể dễ dàng sử dụng để giải quyết các vấn đề cần nghiên cứu.

Giáo trình bao gồm 6 chương, trong đó phần các thuật toán (phương pháp tính) do PGS. TS. Lê Trọng Vinh biên soạn, phần lập trình MATLAB do ThS. Trần Minh Toàn biên soạn.

Chúng tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến TS. Hà Thị Ngọc Yến và TS. Nguyễn Thanh Huyền đã đọc bản thảo và có những đóng góp vô cùng quý báu. Do giáo trình được biên soạn lần đầu nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi rất mong sự lượng thứ và góp ý của bạn đọc. Mọi ý kiến xin chuyển về địa chỉ: Viện Toán ứng dụng và Tin học, Đại học Bách Khoa Hà Nội, số 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội.

Các tác giả

MỤC LỤC

Lời nói đầu	iii
------------------------------	-----

Mục lục	1
--------------------------	---

Chương 1 . Sai số	7
------------------------------------	---

1	Số xấp xỉ, sai số	7
1.1	Sai số tuyệt đối	7
1.2	Sai số tương đối	8
1.3	Chữ số có nghĩa	8
1.4	Chữ số tin tưởng, chữ số khả nghi trong một số	8
1.5	Sai số quy tròn và quy tròn số	9
1.6	Cách viết số xấp xỉ	9
2	Các phép tính về sai số	9
2.1	Các phép tính	9
2.2	Công thức tổng quát về sai số	11
2.3	Bài toán ngược về sai số	12
2.4	Sai số phương pháp, sai số tính toán và sự ổn định	14

Chương 2 . MATLAB cơ bản	17
-------------------------------------------	----

1	Khởi động MATLAB	18
2	Biểu thức MATLAB: biến, số, toán tử, hàm	19
2.1	Biến	19
2.2	Số	20
2.3	Toán tử	20
2.4	Hàm	21

3	Các dạng dữ liệu cơ bản trong MATLAB	22
3.1	Vector	22
3.2	Đa thức	27
3.3	Ma trận	30
4	Vẽ đồ thị trong MATLAB	37
4.1	Đồ thị 2D	37
4.2	Đồ thị 3D	41
5	Lập trình với MATLAB	43
5.1	Thủ tục (Script)	44
5.2	Hàm "m-files" (Function)	45
5.3	Nhập, xuất dữ liệu	48
5.4	Điều khiển luồng	55
5.5	Vector hóa (Vectorization)	61
5.6	Tính giá trị hàm một cách gián tiếp	66
5.7	Chú thích	66
5.8	Gỡ lỗi	67
5.9	Phân tích một chương trình sử dụng "The Profiler"	68
6	Bài tập	69
	Chương 3 . Giải gần đúng phương trình	79
1	Tìm khoảng phân ly nghiệm	80
1.1	Khoảng phân ly nghiệm	80
1.2	Phương pháp hình học tìm khoảng phân ly nghiệm	80
2	Phương pháp lặp đơn	82
2.1	Nội dung phương pháp	82
2.2	Sự hội tụ của phương pháp	82
2.3	Sai số	84
2.4	Chương trình MATLAB	85
3	Phương pháp Newton (phương pháp tiếp tuyến)	87
3.1	Nội dung phương pháp	87
3.2	Sự hội tụ của phương pháp Newton	88
3.3	Sai số	89
3.4	Chương trình MATLAB	90
4	Phương pháp dây cung	92

4.1	Nội dung phương pháp	92
4.2	Sự hội tụ của phương pháp dây cung	93
4.3	Sai số	94
4.4	Chương trình MATLAB	94
5	Phương trình đa thức bậc n	96
5.1	Miền chứa nghiệm của đa thức	96
5.2	Sơ đồ Horner tính giá trị của đa thức	97
5.3	Chương trình MATLAB	97
6	Giải gần đúng hệ phương trình phi tuyến	98
6.1	Phương pháp Newton	99
6.2	Phương pháp lặp	100
6.3	Chương trình MATLAB	101
7	Bài tập	102
Chương 4 . Phương pháp số trong đại số tuyến tính		105
1	Mở đầu về hệ đại số tuyến tính	105
1.1	Đặt vấn đề	105
1.2	Phương pháp Cramer	106
2	Phương pháp giải đúng và chương trình MATLAB	107
2.1	Phương pháp Gauss	107
2.2	Chương trình MATLAB	111
2.3	Phương pháp Gauss-Jordan (trụ tối đại)	112
2.4	Phương pháp Cholesky (khai căn)	116
2.5	Công thức truy đuổi giải hệ có ma trận dạng ba đường chéo	121
2.6	Chương trình MATLAB	122
3	Phương pháp lặp đơn	123
3.1	Chuẩn của ma trận và sự hội tụ của dãy ma trận	123
3.2	Phương pháp lặp đơn (lặp cổ điển)	125
4	Sự không ổn định của hệ đại số tuyến tính	128
5	Ma trận nghịch đảo và chương trình MATLAB	130
5.1	Bài toán	130
5.2	Phương pháp tìm A^{-1} trong đại số tuyến tính	131
5.3	Phương pháp Gauss-Jordan	131
5.4	Trường hợp ma trận đối xứng. Phương pháp Cholesky	134

6	Trị riêng, vector riêng của ma trận và chương trình MATLAB	137
6.1	Khái niệm về trị riêng và vector riêng	137
6.2	Trị riêng và vector riêng của các ma trận đồng dạng	137
6.3	Phương pháp Danhilepski	138
6.4	Phương pháp Krulôp A.N.	145
7	Tìm gần đúng trị riêng và vector riêng	147
7.1	Nội dung phương pháp tìm trị riêng trội	147
7.2	Trường hợp ma trận đối xứng, xác định dương	152
8	Bài tập	157
	Chương 5 . Phép nội suy và xấp xỉ hàm	161
1	Khái niệm về nội suy	161
1.1	Bài toán	161
1.2	Sự duy nhất của đa thức nội suy	163
2	Đa thức nội suy Lagrange	163
2.1	Đa thức nội suy Lagrange	163
2.2	Sai số của đa thức nội suy Lagrange	164
2.3	Chương trình MATLAB	165
3	Đa thức nội suy Newton có mốc cách đều	166
3.1	Khái niệm về sai phân	166
3.2	Đa thức nội suy Newton tiến có mốc nội suy cách đều	168
3.3	Đa thức nội suy Newton lùi có mốc nội suy cách đều	169
3.4	Sai số	170
3.5	Chương trình MATLAB	172
4	Phép nội suy ngược	173
4.1	Sử dụng đa thức nội suy Lagrange	173
4.2	Trường hợp các mốc nội suy cách đều	174
4.3	Chương trình MATLAB	174
5	Phương pháp bình phương tối thiểu...	175
5.1	Khái niệm về sai số trung bình phương	175
5.2	Bài toán	176
5.3	Xây dựng phương pháp tính	177
5.4	Sai số của phương pháp	179
5.5	Trường hợp $\{\varphi_k(x)\}_{k=\overline{0,m}}$ là hệ trực chuẩn	180

5.6	Trường hợp hệ cơ bản là hệ đại số	181
5.7	Trường hợp hệ cơ bản là hệ lượng giác	182
5.8	Chương trình MATLAB	185
6	Tìm hàm thực nghiệm theo phương pháp bình phương tối thiểu	185
6.1	Hàm thực nghiệm dạng $y = ae^{bx}$, ($a > 0$)	186
6.2	Hàm thực nghiệm dạng $y = ax^b$, ($a > 0, x > 0$)	187
6.3	Chương trình MATLAB	189
7	Bài tập	189
Chương 6 . Đạo hàm, tích phân và phương trình vi phân . . .		193
1	Tính đạo hàm	193
1.1	Tính đạo hàm nhờ đa thức nội suy Lagrange	193
1.2	Trường hợp các mốc nội suy cách đều nhau	194
1.3	Trường hợp $n = 2$	194
1.4	Trường hợp $n = 3$	195
2	Tính gần đúng tích phân xác định	197
2.1	Mở đầu	197
2.2	Công thức hình thang	197
2.3	Công thức Simpson	202
2.4	Chương trình MATLAB	205
3	Giải gần đúng phương trình vi phân (bài toán Cauchy)	205
3.1	Mở đầu	205
3.2	Bài toán Cauchy	206
3.3	Phương pháp giải bài toán Cauchy	206
3.4	Chương trình MATLAB	216
4	Giải phương trình vi phân cấp cao và hệ phương trình vi phân	217
4.1	Bài toán	217
4.2	Công thức Euler	218
4.3	Công thức dạng Runge-Kutta	218
4.4	Chương trình MATLAB	219
5	Bài tập	220
Tài liệu tham khảo		223