

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**



**PHAN THỊ GIANG**

**NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÁC THUẬT TOÁN  
GIẢI CÁC BÀI TOÁN TÍNH TOÁN TRÊN  
COMPUTER CLUSTER**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH**

**Thái Nguyên - 2012**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Học viên xin khẳng định tất cả các kết quả được trình bày trong luận văn là của riêng học viên, không sao chép từ bất kỳ một công trình nào khác. Nếu có điều gì không trung thực, học viên xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

**Học viên**

**Phan Thị Giang**

## LỜI CẢM ƠN

Luận văn được thực hiện tại trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền Thông – Đại học Thái Nguyên dưới sự hướng dẫn của ***GS.TS Nguyễn Thanh Thủy***.

Trước hết học viên xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy Nguyễn Thanh Thủy, người đã có những định hướng, những kiến thức quý báu, những lời động viên và chỉ bảo giúp học viên vượt qua những khó khăn để học viên hoàn thành tốt luận văn của mình.

Học viên xin được bày tỏ lòng cảm ơn và sự kính trọng của mình đến các thầy cô giáo Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền Thông, Đại học Thái Nguyên, các thầy bên Viện Công nghệ thông tin, đặc biệt là các thầy cô giáo đã giảng dạy và giúp đỡ học viên trong suốt quá trình học tập tại trường.

Học viên cũng đặc biệt cảm ơn tới bạn bè lớp Cao học K9, các đồng nghiệp đã luôn động viên, giúp đỡ học viên trong quá trình học tập và công tác, để học viên hoàn thành nhiệm vụ được giao.

Xin chân thành cảm ơn sự quan tâm, giúp đỡ, chia sẻ, động viên về tinh thần và vật chất của người thân trong gia đình, bạn bè để học viên hoàn thành luận văn.

*Thái Nguyên, tháng 10 năm 2012*

**Học viên**

**Phan Thị Giang**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>1</b>
<b>LỜI CẢM ƠN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>iv</b>
<b>MỞ ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
1. Lý do chọn đề tài .....	1
2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	1
3. Hướng nghiên cứu của đề tài .....	1
4. Phương pháp nghiên cứu .....	2
5. Ý nghĩa khoa học của đề tài.....	2
6. Cấu trúc của luận văn .....	2
<b>Chương 1. LÝ THUYẾT XỬ LÝ SONG SONG VÀ PHÂN TÁN .....</b>	<b>3</b>
1.1. Giới thiệu chung .....	3
1.2. Lý thuyết xử lý song song .....	3
1.2.1. Khái niệm .....	3
1.2.2. Phân biệt xử lý song song với tuần tự .....	3
1.2.3. Phân loại máy tính song song.....	6
1.2.4. Song song hóa trong máy tính tuần tự .....	11
1.3. Lý thuyết xử lý phân tán.....	14
1.3.1. Khái niệm .....	14
1.3.2. Tính toán phân tán.....	15
1.4. Các phương pháp giải bài toán bằng xử lý song song và phân tán .....	15
1.4.1. Mô hình gửi/nhận thông báo .....	16
1.4.3. Mô hình lập trình.....	19
1.4.4. Lập trình trên cụm máy tính.....	23
<b>Chương 2. CLUSTER VÀ TÍNH TOÁN PHÂN TÁN BẰNG CLUSTER</b>	<b>26</b>

2.1. Mô hình chung của hệ thống Cluster.....	26
2.1.1. Mô hình .....	26
2.1.2. Chế độ hoạt động của Cluster .....	27
2.1.3. Một số ứng dụng trong Cluster .....	29
2.2. Các ưu điểm của hệ thống Cluster.....	30
2.3. Các thành phần của Cluster Service .....	32
2.4. Nguyên tắc hoạt động của Server Cluster .....	37
2.5. Cách cài đặt và cấu hình Cluster trên Linux.....	42
2.5.1. Khái niệm LVS.....	43
2.5.2. Các mô hình LVS .....	44
2.5.3. Mô hình Virtual Server via NAT .....	44
2.5.4. Mô hình Virtual Server via Tunneling .....	45
2.5.5. Mô hình Virtual Server via Direct Routing .....	46
2.5.6. Cách triển khai các mô hình.....	47
2.5.7. Các bước triển khai LVS via Direct Routing.....	47
2.6. Tính toán phân tán bằng Cluster.....	53
2.6.1. Lập trình trên môi trường MPI.....	53
2.6.2. Cài đặt MPICH2 .....	55
2.6.3. Tính toán trên MPI .....	57
2.6.4. Các mô hình tương tác trong lập trình MPI .....	61
<b>Chương 3. CÀI ĐẶT THỬ NGHIỆM.....</b>	<b>66</b>
3.1. Phương trình vi phân đạo hàm riêng .....	66
3.2. Phương trình Laplace.....	67
3.3. Công thức lặp Jacobi .....	69
3.3.1. Giá trị riêng của ma trận lặp Jacobi .....	70
3.3.2. Tính toán Jacobi .....	71
3.4. Song song hóa thuật toán.....	73

3.5. Kết quả thực hiện.....	74
3.5.1. Thông tin chung về hệ thống.....	74
3.5.2. Giao diện và lệnh thực hiện.....	74
3.5.3. Kết quả thực hiện tuân tự.....	77
3.5.4. Kết quả thực hiện thực hiện xử lý song song trên nhiều máy.....	77
3.6. Nhận xét và đánh giá.....	78
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>79</b>
1. Kết luận.....	79
2. Kiến nghị.....	79
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>80</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Mô hình xử lý tuần tự .....	4
Hình 1.2. Mô hình xử lý song song.....	4
Hình 1.3. Mô hình của kiến trúc SISD.....	7
Hình 1.4. Mô hình của kiến trúc SIMD .....	8
Hình 1.5. Mô hình MISD .....	8
Hình 1.6. Mô hình của kiến trúc MISD .....	9
Hình 1.6.1. Thực hiện tuần tự và hình ống của hai tiến trình gồm 4 giai đoạn	10
Hình 1.7. (a) Xử lý hình ống theo ALU, (b) Xử lý hình ống theo CU .....	10
Hình 1.8. Mô hình của kiến trúc MIMD .....	11
Hình 1.9. Hệ thống bộ nhớ phân cấp .....	13
Hình 1.10. Dịch đơn chương trình, đa thao tác dữ liệu .....	20
Hình 1.11. Sự trao đổi thông điệp giữa hai tiến trình .....	22
Hình 1.12. Sự trao đổi thông điệp của các máy tính trong hệ PVM.....	24
Hình 1.13. Gọi hàm <code>pvm_psend()</code> và <code>pvm_precv()</code> .....	25
Hình 2.1. Nguyên lý hoạt động của một Cluster .....	28
Hình 2.2. Linux Virtual Server .....	43
Hình 2.3. Mô hình Virtual Server via NAT .....	45
Hình 2.4. Mô hình Virtual Server via Tunneling .....	46
Hình 2.5. Mô hình Virtual Server via Direct Routing .....	47
Hình 2.6. Mô hình chuẩn gồm 4 server .....	48
Hình 2.7. 6 vi xử lý kết nối với nhau thành hình tròn .....	63
Hình 2.8. Các vi-xử-ly kết nối với nhau thành lưới .....	64
Hình 3.1. Miền $\Omega$ và đường biên $\partial\Omega$ .....	67
Hình 3.2. Sai phân hữu hạn (Finite difference) .....	68

Hình 3.3. Phương trình Laplace/Poisson biểu diễn trên một hình lưới hình chữ nhật với $N_x \times N_y$ điểm. ....	69
Hình 3.4. Cấu trúc dải của ma trận lặp Jacobi cho phương trình Laplace/Poisson .....	70
Hình 3.5. Thực hiện tính toán Jacobi trên một đối tượng .....	73
Hình 3.6a. Đăng nhập vào trung tâm với tên <i>ccs1.hnue.edu.vn</i> .....	75
Hình 3.6b. Nhập thông tin tài khoản .....	75
Hình 3.6c. Sử dụng phần mềm <i>winscp</i> để đăng nhập vào hệ thống .....	75
Hình 3.6d. Các file trên tài khoản đăng nhập vào hệ thống .....	76
Hình 3.7. Thời gian thực hiện trên tính toán tuần tự $> 200s$ .....	77
Hình 3.8a. Lệnh <code>qsub -q l1 -l nodes=2:ppn=4 Laplace.script</code> trên 2 .....	77
Hình 3.8b. Kết quả thời gian thực hiện.....	77
Hình 3.8c. Kết quả lưu trữ trên tệp. <i>dat</i> .....	78



## MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài

Ngày nay có rất nhiều bài toán phức tạp và các ứng dụng thực tế cần phải tính toán, giải trên một số lượng lớn các dữ liệu, nếu chúng ta sử dụng máy tính thông thường để thực thi thì sẽ mất rất nhiều thời gian và công sức. Để giải quyết được những khó khăn trên chúng ta có thể sử dụng một hệ thống máy tính được kết nối với nhau gọi là Computer Cluster.

Trong cuốn luận văn này học viên đã thực hiện tìm hiểu cách thức xây dựng một Computer Cluster cho việc giải quyết bài toán lớn (Phương trình Laplace với công thức lặp Jacobi) bằng cách song song hóa để đưa ra sự so sánh về thời gian thực hiện khi xử lý tuần tự.

### 2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Lý thuyết xử lý song song, xử lý phân tán.
- Hệ thống Computer Cluster.
- Một số bài toán thực tế trong Khoa học kỹ thuật.
- Ngôn ngữ xử lý song song MPI (Message Passing Interface).

### 3. Hướng nghiên cứu của đề tài

- Nghiên cứu các lý thuyết xử lý song song, xử lý phân tán.
- Nghiên cứu cách xây dựng và vận hành Computer Cluster, tìm hiểu các khả năng của Computer Cluster. Nghiên cứu cách cài đặt các thuật toán xử lý song song trên Computer Cluster.
- Giải quyết một số bài toán thực tế trong khoa học kỹ thuật.
- Tìm hiểu thêm về ngôn ngữ xử lý song song MPI.

#### **4. Phương pháp nghiên cứu**

- Về lý thuyết:
  - + Ứng dụng các kết quả của lý thuyết xử lý song song.
  - + Nắm bắt cách thức xây dựng và hoạt động của Computer Cluster, từ đó xây dựng và triển khai Computer Cluster theo yêu cầu của các bài toán.
  - + Nghiên cứu triển khai các thuật toán xử lý song song trên Computer Cluster.
- Về thực nghiệm:
  - + Xây dựng và triển khai Computer Cluster.
  - + Cài đặt liên quan tới bài toán thực tế.

#### **5. Ý nghĩa khoa học của đề tài**

Luận văn nghiên cứu chi tiết lý thuyết xử lý song song và xử lý phân tán, nghiên cứu việc cài đặt hệ thống Cluster server và ứng dụng để giải phương trình vi phân đạo hàm riêng Laplace, một phương trình có ứng dụng lớn trong khoa học kỹ thuật và có cách giải rất phức tạp. Các kết quả khả quan thu được sẽ minh chứng nói lên triển vọng tính toán song song của Computer Cluster.

#### **6. Cấu trúc của luận văn**

Nội dung của luận văn được chia thành 3 chương như sau:

Chương I: Lý thuyết xử lý song song và phân tán.

Chương II: Cluster và tính toán phân tán bằng Cluster.

Chương III: Cài đặt thử nghiệm.