

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

NGUYỄN QUANG LẬP

**THUẬT TOÁN BẦY ĐÀN PSO, GIẢI THUẬT
DI TRUYỀN VÀ ỨNG DỤNG GIẢI CÁC BÀI TOÁN
TỐI ƯU ĐA MỤC TIÊU**

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số: 60 48 01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Người hướng dẫn khoa học: TS. VŨ VINH QUANG

Thái Nguyên - 2013

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn Trường Đại Học Công Nghệ Thông Tin và truyền thông đã tạo điều kiện cho em thực hiện luận văn này.

Em cũng xin chân thành cảm ơn tới toàn thể thầy cô giáo ở Viện công nghệ thông tin và trường Đại học công nghệ thông tin và truyền thông đã tận tình giảng dạy và hướng dẫn, trang bị cho em những kiến thức cần thiết trong quá trình thực hiện luận văn được thành công.

Dựa trên sự chỉ bảo tận tình của **TS. Vũ Vinh Quang** dựa trên những kiến thức đã học và tìm hiểu được, em đã hoàn thành luận văn theo đúng thời gian quy định. Tuy nhiên trong quá trình thiết kế và thực hiện luận văn không tránh khỏi sai sót, do thời gian có hạn và khả năng còn hạn chế. Em mong quý thầy cô và các bạn thông cảm và có những ý kiến quý báu nhằm hoàn thiện hơn cho sản phẩm.

Em xin chân thành cảm ơn!

Thái nguyên, ngày 15 tháng 9 năm 2013

Học viên

Nguyễn Quang Lập

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan luận văn tốt nghiệp: “Thuật toán bày đàn PSO, giải thuật di truyền và ứng dụng giải các bài toán tối ưu đa mục tiêu” do em tự thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy giáo Vũ Vinh Quang. Các kết quả và số liệu hoàn toàn trung thực.

Ngoài các tài liệu tham khảo đã dẫn ra ở cuối luận văn em đảm bảo rằng không sao chép các công trình hay luận văn tốt nghiệp của người khác. Nếu phát hiện có sự sai phạm với điều cam đoan trên, em xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
LỜI CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	v
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	vi
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: MÔ HÌNH BÀI TOÁN TỐI ƯU	3
1.1 Mô hình bài toán tối ưu hóa	3
1.1.1 Mô hình tổng quát	3
1.1.2 Phân loại bài toán tối ưu.....	4
1.2 Bài toán quy hoạch tuyến tính.....	4
1.3 Bài toán tối ưu đa mục tiêu	6
1.3.1 Phương pháp ràng buộc.....	6
1.3.2 Phương pháp tổng trọng số	8
1.3.3 Phương pháp nhượng bộ dần	8
1.3.4 Phương pháp thỏa hiệp.....	9
1.3.5 Phương pháp tìm nghiệm có khoảng cách nhỏ nhất đến nghiệm lý tưởng.....	9
1.3.6 Phương pháp giải theo dãy mục tiêu đã được sắp.....	9
1.3.7 Phương pháp từng bước của Benayoun	10
1.3.8 Phương pháp trọng số	11
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ THUẬT TOÁN DI TRUYỀN	13
2.1 Các khái niệm cơ bản.....	14
2.1.1 Cá thể, nhiễm sắc thể	14
2.1.2 Quần thể	14
2.1.3 Chọn lọc (Selection).....	14
2.1.4 Lai ghép (Cross-over)	15
2.1.5 Đột biến (Mutation).....	15
2.1.6 Mô hình GA	15

2.1.7 Các tham số của GA.....	16
2.2 Cơ chế thực hiện GA.....	17
2.2.1 Mã hóa.....	17
2.2.2 Khởi tạo quần thể ban đầu	18
2.2.3 Xác định hàm thích nghi	19
2.2.4 Cơ chế lựa chọn.....	19
2.2.5 Các toán tử di truyền	20
2.3. Thuật toán di truyền kinh điển	22
2.3.1. Mã hóa.....	22
2.3.2. Toán tử chọn lọc	23
2.3.3. Toán tử lai ghép.....	24
2.3.4. Toán tử đột biến.....	25
2.3.5. Thuật toán di truyền mã hóa số thực (RCGA)	27
2.4 Thuật toán tối ưu bầy đàn PSO	33
2.4.1 Giới thiệu.....	33
2.4.2 Khái niệm về bầy đàn thông minh.....	34
2.4.3 Thuật toán PSO truyền thống	35
2.5 Một số kết quả cải tiến đối với PSO	43
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN GA VÀ PSO CHO CÁC BÀI TOÁN THỰC TẾ	56
3.1 Đặt vấn đề.....	56
3.2 Mô hình bài toán thức ăn gia súc.....	58
3.2.1 Yêu cầu của bài toán.....	58
3.2.2 Dữ liệu đầu vào của bài toán	58
3.3 Bài toán thực tế	61
KẾT LUẬN	68
TÀI LIỆU THAM KHẢO	69
PHỤ LỤC	70

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1: Phân tích kết quả một vài bài toán tối ưu thông dụng	53
Bảng 2.2: Kích thước quần thể và miền giá trị khởi tạo cho các bài toán tối ưu.....	53
Bảng 3.1 Giá trị các tham số của bài toán.....	57
Bảng 3.2 Tiêu chuẩn dinh dưỡng	61
Bảng 3.3 Tỷ lệ chất dinh dưỡng trong các loại nguyên liệu	61
Bảng 3.4: Nghiệm của bài toán với một số bộ dữ liệu.....	63
Bảng 3.5: Nghiệm của bài toán với một số bộ dữ liệu.....	66

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 2.1: Sơ đồ mô tả GA	15
Hình 2.2: Lai ghép CMX	30
Hình 2.3: Phân bố của x_j^{ci}	31
Hình 2.4: Toán tử lai ghép SX	32
Hình 2.5: Mô tả cách thức tìm kiếm thức ăn của bầy kiến	34
Hình 2.6: Mô tả cách thức tìm đường của đàn chim	35
Hình 2.7: Bầy đàn với 10 cá thể trong không gian tìm kiếm 2 chiều	36
Hình 2.8: Quan hệ vị trí – vận tốc trong không gian 2 chiều	37
Hình 2.9: Một bầy đàn toàn cục và lân cận cục bộ	38
Hình 2.10: Các topology lân cận đơn giản	38
Hình 2.11: Chuyển động của cá thể	42
Hình 2.12: Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.13) tại điểm $x^* = 4.60095589$, với $\lambda=1$	46
Hình 2.13 Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.13) tại điểm $x^* = 4.60095589$, với $\lambda=10$...	46
Hình 2.14:Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.13) tại điểm $x^* = 4.60095589$, với $\lambda=0.1$..	47
Hình 2.15: Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.14) tại điểm $x^* = (\frac{\pi}{2})$, với $\lambda=1$	47
Hình 2.16: Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.14) tại điểm $x^* = \frac{\pi}{2}$, với $\lambda=10$	48
Hình 2.17: Áp dụng kỹ thuật làm lệch cho hàm (2.14) tại điểm $x^* = \frac{\pi}{2}$, với $\lambda=0.1$	48
Hình 2.18: Đồ thị của hàm Levy No.5 trong khối $[-2,2]^2$	50
Hình 2.19: Giai đoạn đầu G(x) của kỹ thuật kéo giãn cho hàm Levy No.5 trong khối $[-2,2]^2$	50
Hình 2.20: Hàm Levy No.5 trong khối $[-2,2]^2$ sau giai đoạn hai H(x) của kỹ thuật kéo giãn	51
Hình 3.1: Kết quả bài toán khi sử dụng thuật toán GA – Test 2	64
Hình 3.2 Kết quả giải bài toán khi sử dụng thuật toán PSO – Test 2	66

MỞ ĐẦU

Trong thực tế, rất nhiều ngành khoa học phải giải quyết các bài toán tối ưu đa mục tiêu đặc biệt là trong ngành kinh tế. Chẳng hạn, người chế tạo sản phẩm thường phải đưa ra phương án sao cho vừa tiết kiệm vật liệu, chi phí sản xuất thấp và lại muốn giá trị sản phẩm là cao nhất. Nghiên cứu giải bài toán tối ưu đa mục tiêu là một vấn đề không đơn giản vì chưa chắc có lời giải thỏa mãn đồng thời các mục tiêu đặt ra (thường là các mục tiêu đối nghịch như ví dụ trên) mà không vi phạm các ràng buộc nào đó. Đã có nhiều phương pháp giải bài toán tối ưu đa mục tiêu được đề xuất, việc nghiên cứu phát triển các phương pháp này và ứng dụng chúng để giải quyết các bài toán thực tế là một vấn đề đang được quan tâm.

Trong nhiều bài toán tối ưu thực tế, việc trọng tâm là tìm vị trí cực tiểu toàn cục của hàm mục tiêu giá trị thực $f: E \rightarrow \mathbb{R}$, nghĩa là tìm điểm $x^* \in E$ sao cho

$$f(x^*) \leq f(x), \forall x \in E$$

với tập đóng $E \subset \mathbb{R}^d$, trong đó d là số chiều.

Đã có nhiều phương pháp tối ưu toàn cục (Global Optimization - GO) được phát triển để giải quyết vấn đề như trên như: Mô phỏng việc luyện thép (Simulated Annealing), Tabu search, Tính toán tiến hóa (Evolutionary computation). Về mặt lý thuyết tổng quát, các phương pháp GO có tính hội tụ mạnh, hay ít ra về nguyên tắc cũng dễ hiểu trong việc thực hiện và ứng dụng.

Tính toán tiến hóa (Evolutionary computation) là kỹ thuật đặc biệt trong số các phương pháp GO. Phương pháp này làm việc trên một tập hợp những lời giải tiềm năng, được gọi là quần thể (population) và tìm lời giải tối ưu thông qua việc cộng tác và cạnh tranh giữa các lời giải tiềm năng. Thường được sử dụng nhất là các thuật toán di truyền (Genetic Algorithms – GA) và Artificial Life, dựa trên sự tiến hóa tự nhiên và cư xử xã hội. Các phương pháp này thường có thể tìm tốt nhất trong các bài toán tối ưu phức tạp với các phương pháp tối ưu truyền thống.

Thuật toán tối ưu Particle Swarm Optimization (PSO) được R.C.Eberhat và J.Kennedy đề nghị năm 1995. Từ lúc ra đời đến nay PSO đã được nhiều nhà khoa

học tham gia nghiên cứu, cải tiến và ứng dụng nó để giải nhiều bài toán lý thuyết và thực tế.

Đề tài “*Thuật toán bầy đàn PSO, giải thuật di truyền và ứng dụng giải các bài toán tối ưu đa mục tiêu*” nhằm tìm hiểu khả năng ứng dụng của thuật toán PSO, GA trong việc giải quyết các bài toán tối ưu đa mục tiêu trong thực tế. Với mục đích đó, đề tài tập trung trình bày về việc giải bài toán tối ưu bằng giải thuật PSO, GA và thực nghiệm về khả năng ứng dụng thực tế của hai thuật toán này.

Nội dung đề tài gồm 3 chương:

Chương 1: Mô hình bài toán tối ưu đa mục tiêu.

Chương 2: Cơ sở thuật toán di truyền.

Chương 3: Ứng dụng thuật toán GA, và PSO cho các bài toán thực tế.

Trong luận văn, các kết quả thực nghiệm được thực hiện bằng các chương trình viết trên nền Matlab version 7.0.

CHƯƠNG 1

MÔ HÌNH BÀI TOÁN TỐI ƯU

Trong chương này, luận văn sẽ trình bày một số kiến thức cơ bản về mô hình tổng quát của bài toán tối ưu hóa, việc phân loại các bài toán tối ưu và một số phương pháp giải bài toán tối ưu đa mục tiêu, các kiến thức của chương này được tham khảo từ các tài liệu [1,2].

1.1 Mô hình bài toán tối ưu hóa

1.1.1 Mô hình tổng quát

Tối ưu hóa là một trong những lĩnh vực quan trọng của toán học có ảnh hưởng đến hầu hết các lĩnh vực khoa học, công nghệ và kinh tế và xã hội. Việc tìm giải pháp tối ưu cho một bài toán thực tế nào đó chiếm một vai trò hết sức quan trọng như việc tiến hành lập kế hoạch sản xuất hay thiết kế hệ thống điều khiển các quá trình ... Nếu sử dụng các kiến thức trên nền tảng của toán học để giải quyết các bài toán cực trị, người ta sẽ đạt được hiệu quả kinh tế cao. Điều này phù hợp với mục đích của các vấn đề đặt ra trong thực tế hiện nay.

Bài toán tối ưu tổng quát được phát biểu như sau:

Cực đại hóa (cực tiểu hóa) hàm:

$$f(X) \rightarrow \max(\min)$$

Với các điều kiện:

$$g_i(X) = b_i, i \in J_1 \quad (1.1)$$

$$g_j(X) \leq b_j, j \in J_2 \quad (1.2)$$

$$g_k(X) \geq b_k, k \in J_3 \quad (1.3)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0. \quad (1.4)$$

Trong đó $f(X)$ được gọi là hàm mục tiêu, Các điều kiện (1.1) được gọi là ràng buộc đẳng thức. Các điều kiện (1.2), (1.3) được gọi là ràng buộc bất đẳng thức. Các điều kiện (1.4) được gọi là ràng buộc về dấu. $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ là véc tơ thuộc không gian R^n . Tập các véc tơ X thỏa mãn hệ ràng buộc lập nên một miền D được