

Trong bài tập 03 này, chúng ta cài đặt Particle Swarm Optimization để tối ưu hóa các hàm sau:

1. f1: Rastrigin (d = 2 biến và 10 biến).
2. f2: Rosenbrock (d = 2 biến và 10 biến)
3. f3: Eggholder (d = 2 biến)
4. f4: Ackley (d = 2 biến)

Thông tin về các hàm này: công thức hàm đánh giá (evaluation function), miền giá trị (search domain), cực trị toàn cục (global minima), các bạn tham khảo trong link sau đây:

https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization

Để cài đặt PSO, các bạn có thể tham khảo slides bài giảng và paper về PSO thầy đã đăng ở homepage của trang course môn học. Một số tham số điều khiển của PSO được thiết lập như sau:

- Trọng số quán tính (Inertia weight): $w = 0.7298$
- Hằng số gia tốc (acceleration constants) $c_1 = c_2 = 1.49618$

Đối với các trường hợp d = 2 biến, các bạn thực hiện thí nghiệm như sau:

- 4 hàm F = f1, f2, f3, f4
- 2 loại neighborhood topology, T = star, ring
- Chạy thí nghiệm **1 lần duy nhất** cho mỗi tổ hợp (F, T), có thể dùng MSSV của mình làm random seed.
- Kích thước quần thể N = 32.
- Số thế hệ G = 50.
- Sau khi chạy xong 50 thế hệ, các bạn ghi lại trong báo cáo đối với mỗi tổ hợp (F,T) thì lời giải tốt nhất mà thuật toán tìm ra được là gì? Giá trị hàm mục tiêu (objective value / fitness value) là bao nhiêu? Và so với objective value của lời giải tối ưu (true global minimum) thì lời giải tìm được cách bao xa (lấy trị tuyệt đối)?
- So sánh ngắn gọn về hiệu suất của PSO khi dùng các neighborhood topology khác nhau (T = star versus T = ring).
- **Bonus:** Các bạn có thể vẽ minh họa contour của các hàm, và quần thể ở thế hệ G=50 (giống trong slides bài giảng). Các bạn có thể làm animation cho chuyển động của quần thể qua các thế hệ từ đầu tới thế hệ cuối cùng.

Đối với hàm Rastrigin và Rosenbrock trường hợp d = 10 biến, các bạn thực hiện các thí nghiệm như sau:

- 2 loại neighborhood topology, T = star, ring
- Kích thước quần thể: N = 128, 256, 512, 1024, 2048.
- Số lần tối đa gọi hàm evaluation (gọi hàm f1 Rastrigin hoặc f2 Rosenbrock) để tính objective value là 1,000,000 (1 triệu lần).
- Các bạn chạy thí nghiệm **10 lần** cho mỗi tổ hợp (T, N), dùng random seed là từ MSSV cho tới MSSV+9.

- Với mỗi lần chạy, PSO sẽ dừng lại ngay khi sử dụng hết 1 triệu lần gọi hàm evaluation. Các bạn lưu lại thông tin về **lời giải tốt nhất** mà PSO tìm ra được. Các bạn lập 1 bảng thống kê kết quả như sau:

Popsizes N	Star Topology	Ring Topology
128	Mean (std)	Mean (std)
256	Mean (std)	Mean (std)
512	Mean (std)	Mean (std)
1024	Mean (std)	Mean (std)
2048	Mean (std)	Mean (std)

Mean: Trung bình objective value của lời giải tốt nhất trên 10 lần chạy ứng với tổ hợp (T,N) tương ứng.

std: Độ lệch chuẩn của objective value của lời giải tốt nhất trên 10 lần chạy ứng với tổ hợp (T,N) tương ứng.

Bonus: Thực hiện t-test với significance level $\alpha=0.05$ để kiểm tra xem sự khác biệt giữa Star và Ring topology trong mỗi trường hợp có thực sự khác nhau hay không (statistically significantly different)? Nếu có thì tô đậm dòng kết quả tương ứng trong bảng trên. (Hint: Tìm hiểu cách dùng Python để thực hiện t-test).

- Nêu kết luận ngắn gọn về hiệu suất của Ring và Star topology đối với hàm Rastrigin và hàm Rosenbrock trường hợp $d = 10$ biến này.

Trong các log files cần chứa thông tin về random seed của lần chạy, lời giải tốt nhất PSO tìm được trong lần chạy đó là gì, giá trị hàm mục tiêu (objective value) là bao nhiêu?

Các bạn để log files, file báo cáo và source code vào 1 thư mục, zip lại và nộp file zip vào link nộp BT03 trên trang courses.

Ngôn ngữ lập trình: Tùy chọn.