

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO KẾT QUẢ
MÔN HỌC: MẠNG NEURAL VÀ THUẬT GIẢI DI
TRUYỀN

ĐỀ TÀI:

**Continuous Optimization with Differential
Evolution (DE) and Evolution Strategies (ES)**

Lớp: CS410.M11.KHCL

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Lương Ngọc Hoàng

Sinh viên thực hiện:

Phan Nguyễn Thành Nhân

19521943

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 17 tháng 10 năm 2021

Mục lục

<i>I. Kết quả thực nghiệm</i>	<i>1</i>
1. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Sphere.....	1
2. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Rastrigin.....	3
3. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Rosenbrock	6
4. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Griewank.....	8
5. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Ackley	10
<i>II. Nhận xét chung</i>	<i>13</i>
<i>III. Kết quả đính kèm.....</i>	<i>13</i>

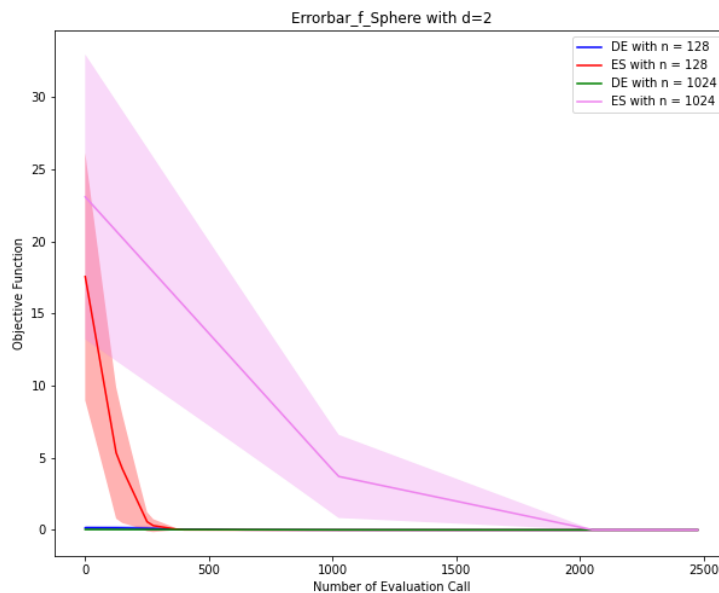
I. Kết quả thực nghiệm

1. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Sphere

- Dimensions = 2:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
64	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
128	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
256	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
512	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1024	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Bảng 1: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Sphere của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 2.

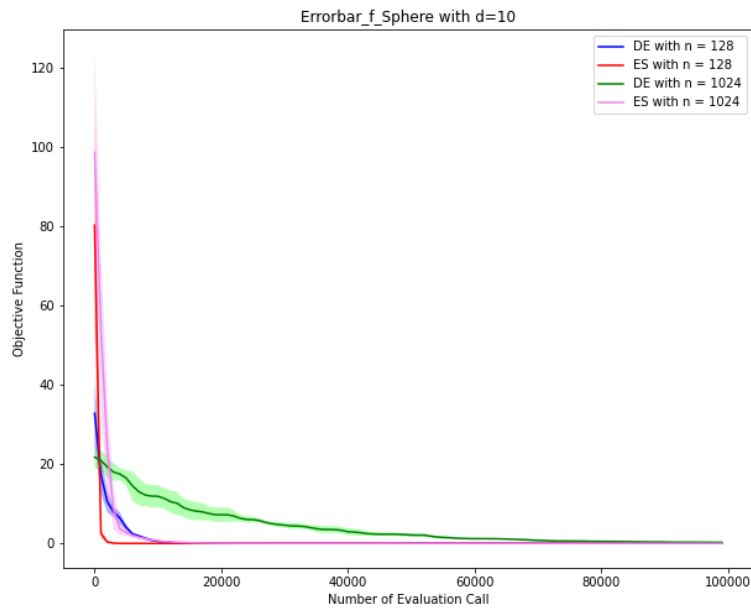


Hình 1: Đồ thị hội tụ của hàm Sphere với số biến bằng 2 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Dimensions = 10:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
64	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
128	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
256	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
512	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1024	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Bảng 2: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Sphere của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 10.



Hình 2: Đồ thị hội tụ của hàm Sphere với số biến bằng 10 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

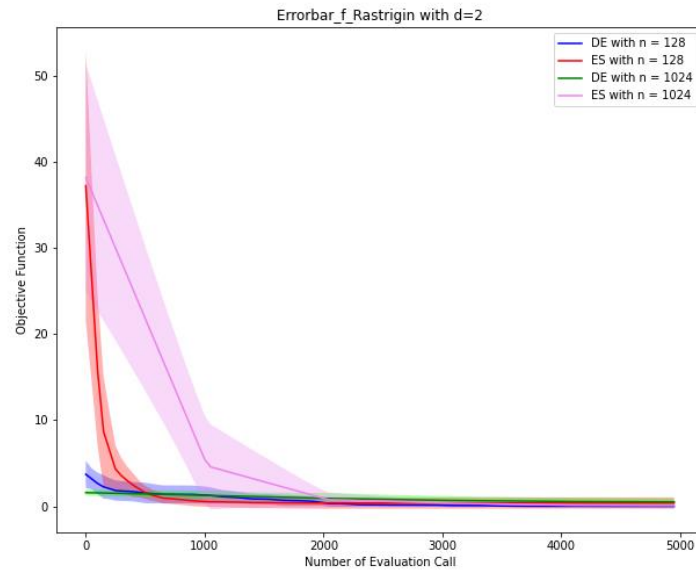
- Nhận xét:
 - + Nhìn chung cả 2 trường hợp số biến bằng 2 và bằng 10, thuật toán DE và ES đều hội tụ tốt tại cực trị toàn cục, nhưng thuật toán DE hội tụ nhanh hơn so với thuật toán ES.
 - + Tuy nhiên ở trường hợp số biến bằng 10, thuật toán DE với $n=1024$ lại hội tụ chậm hơn so với ES.

2. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Rastrigin

- Dimensions = 2:

Popsiz e N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	1.09 ± 1.13
64	0.0 ± 0.0	0.9 ± 1.44
128	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.66
256	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
512	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1024	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Bảng 3: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Rastrigin của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 2.

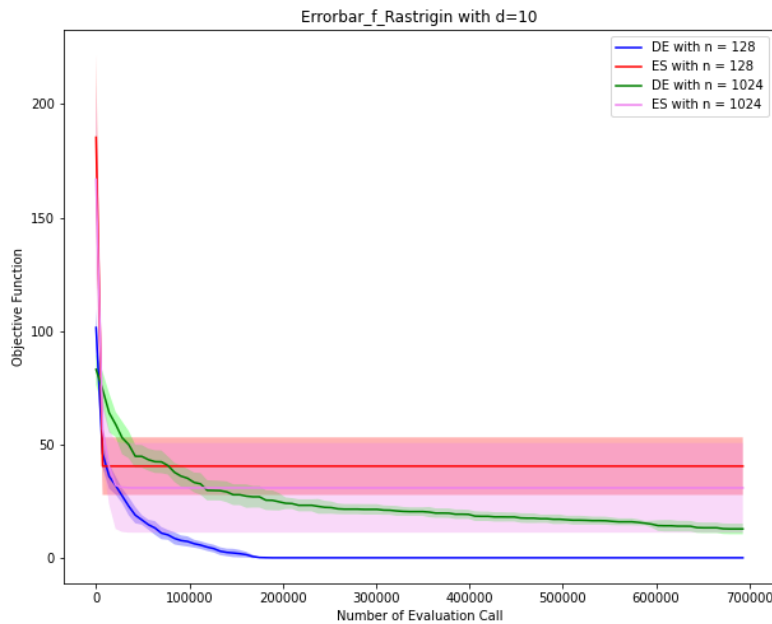


Hình 3: Đồ thị hội tụ của hàm Rastrigin với số biến bằng 2 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Dimensions = 10:

Popsize N/λ	DE	ES
32	2.3 ± 1.67	64.37 ± 20.67
64	0.2 ± 0.4	57.51 ± 24.19
128	0.0 ± 0.0	40.4 ± 12.7
256	0.0 ± 0.0	34.82 ± 21.68
512	3.9 ± 0.72	28.56 ± 15.03
1024	9.92 ± 1.25	30.84 ± 19.78

Bảng 4: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Rastrigin của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 10.



Hình 4: Đồ thị hội tụ của hàm Rastrigin với số biến bằng 10 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Nhận xét:

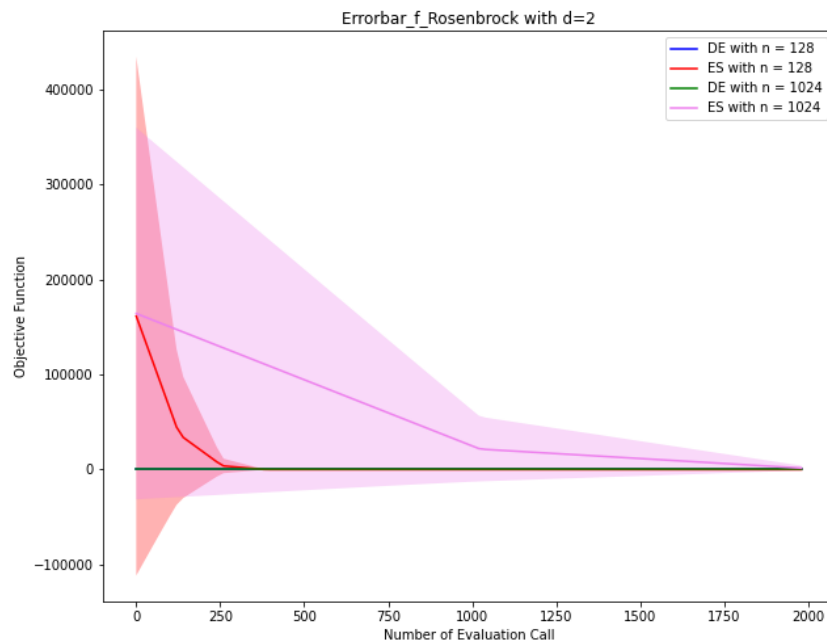
- + Đối với hàm Rastrigin, cả 2 thuật toán chỉ hội tụ tốt với số biến bằng 2, nhưng chỉ có thuật toán DE hội tụ tốt tại cực trị toàn cục trên toàn popsize.
- + Đối với số biến bằng 10, thuật toán ES đã bị mắc kẹt tại một cực trị cục bộ cho nên không thể hội tụ tốt được.
- + Tương tự với hàm Sphere, thuật toán DE vẫn có hiệu suất tốt hơn so với ES.

3. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Rosenbrock

- Dimensions = 2:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
64	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
128	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
256	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
512	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1024	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Bảng 5: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Rosenbrock của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 2.

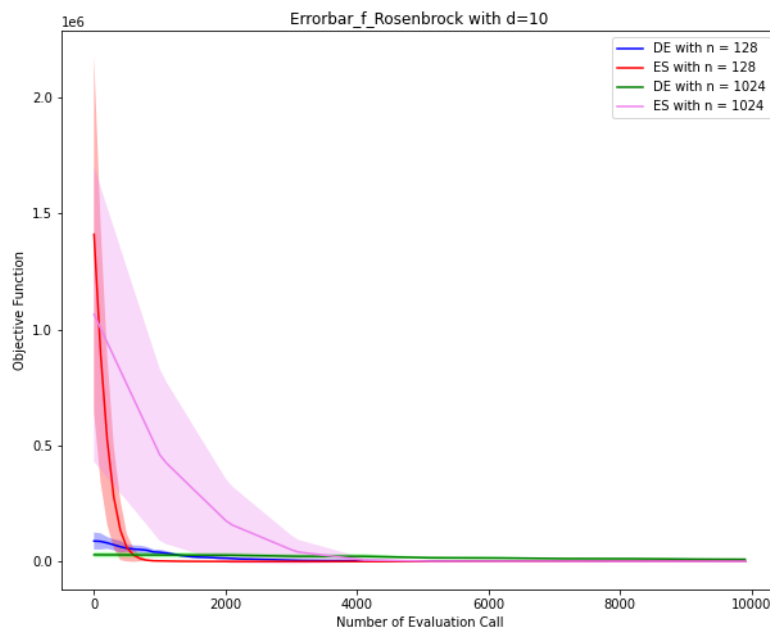


Hình 5: Đồ thị hội tụ của hàm Rosenbrock với số biến bằng 2 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Dimensions 10:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	0.4 ± 1.2
64	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
128	0.0 ± 0.0	0.4 ± 1.2
256	0.0 ± 0.0	0.92 ± 1.86
512	0.0 ± 0.0	1.37 ± 2.11
1024	0.39 ± 0.05	0.0 ± 0.0

Bảng 6: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Rosenbrock của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 10.



Hình 6: Đồ thị hội tụ của hàm Rosenbrock với số biến bằng 10 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Nhận xét:

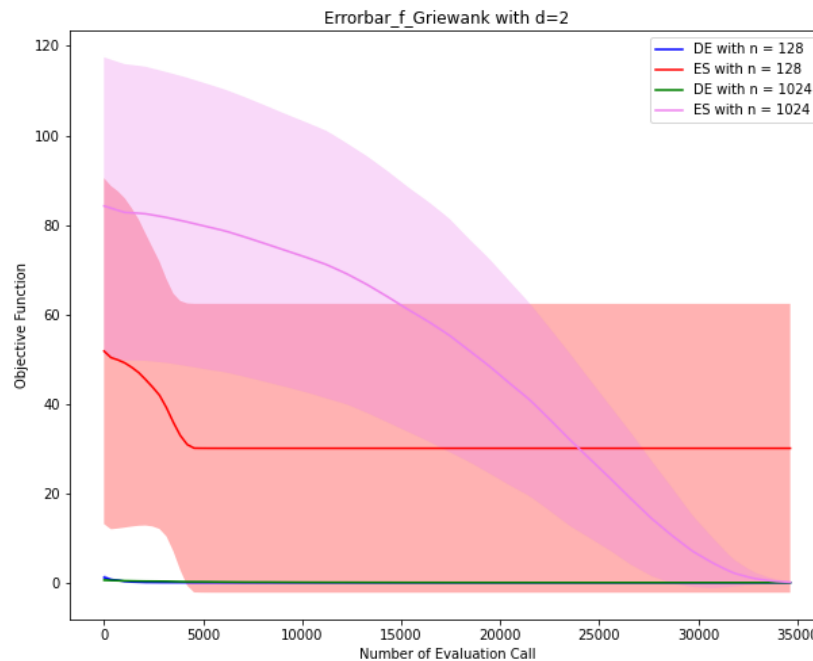
- + Tương tự như hàm Sphere, cả 2 thuật toán đều cho lời giải tốt và hội tụ tốt.
- + Thuật toán DE vẫn có hiệu suất tốt hơn so với ES khi số biến = 10.

4. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Griewank

- Dimensions = 2:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	74.64 ± 49.45
64	0.0 ± 0.0	41.04 ± 43.65
128	0.0 ± 0.0	30.4 ± 32.3
256	0.0 ± 0.0	16.32 ± 23.25
512	0.0 ± 0.0	15.65 ± 24.03
1024	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Bảng 7: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Griewank của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 2.

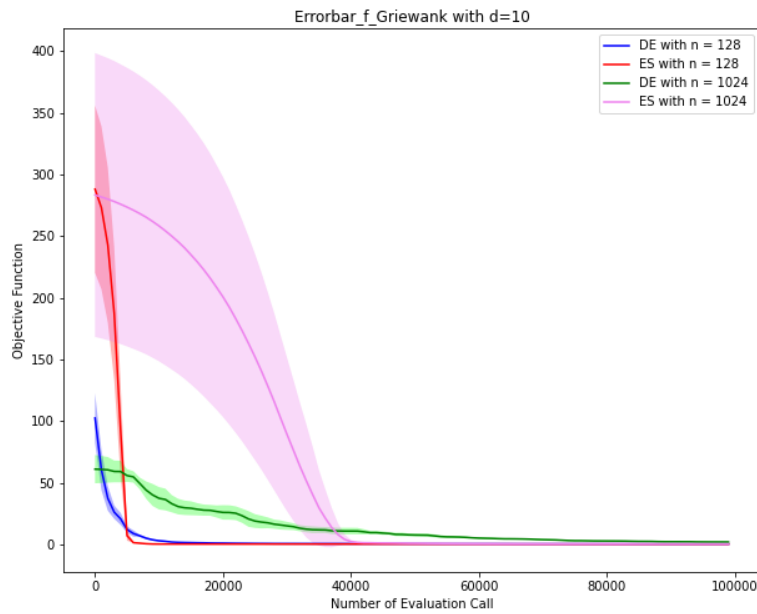


Hình 7: Đồ thị hội tụ của hàm Griewank với số biến bằng 2 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Dimensions = 10:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.02 ± 0.01	0.18 ± 0.09
64	0.01 ± 0.01	0.17 ± 0.08
128	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.11
256	0.01 ± 0.01	0.25 ± 0.11
512	0.16 ± 0.02	0.23 ± 0.11
1024	0.22 ± 0.03	0.28 ± 0.12

Bảng 8: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Griewank của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 10.



Hình 8: Đồ thị hội tụ của hàm Griewank với số biến bằng 10 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

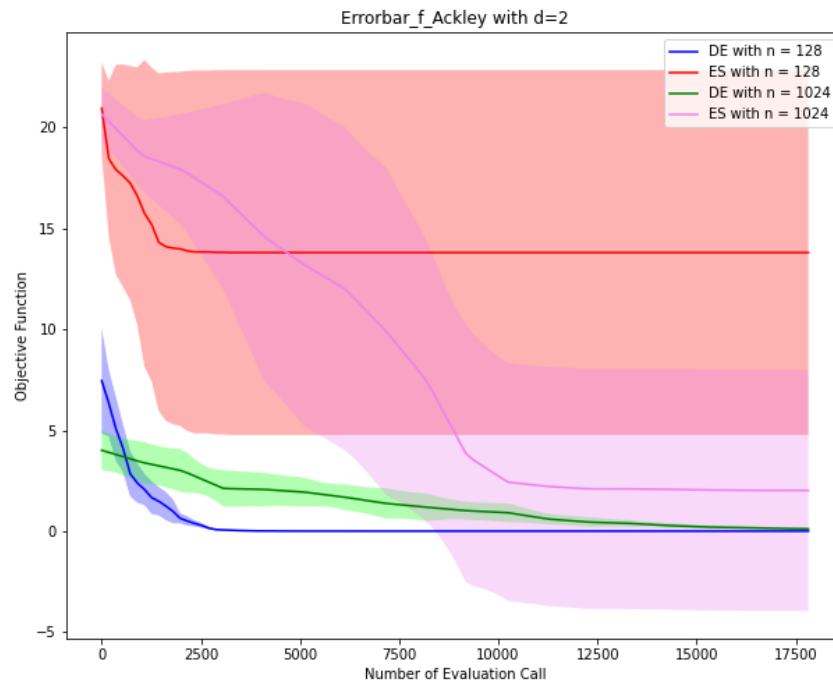
- Nhận xét:
 - + Ở hàm Griewank, đối với số biến bằng 2, thì thuật toán DE hội tụ tốt tại cực trị toàn cục, tuy nhiên đối với thuật toán ES lại không cho lại lời giải tối ưu.
 - + Khi xem xét với $n=128$, thì thuật toán ES lại bị mắc kẹt tại một cực trị cục bộ, nhưng khi $n=1024$ thì vô cùng bất ngờ là thuật toán ES lại hội tụ tốt tại cực trị toàn cục, điều đó chứng minh rằng khi giải các bài toán tối ưu hóa thì quần thể càng lớn thì càng có nhiều cơ hội để mang lại lời giải tối ưu.
 - + Đối với số biến bằng 10, cả 2 thuật toán đều cho kết quả tốt, tất cả các giá trị hàm mục tiêu đều xấp xỉ bằng 0.

5. So sánh kết quả của thuật toán Differential Evolution (DE) và thuật toán Evolution Strategies (ES) với hàm mục tiêu Ackley

- Dimensions = 2:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	13.81 ± 9.04
64	0.0 ± 0.0	15.49 ± 7.76
128	0.0 ± 0.0	13.8 ± 9.04
256	0.0 ± 0.0	7.93 ± 9.71
512	0.0 ± 0.0	1.99 ± 5.97
1024	0.0 ± 0.0	1.99 ± 5.98

Bảng 9: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Ackley của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 2.

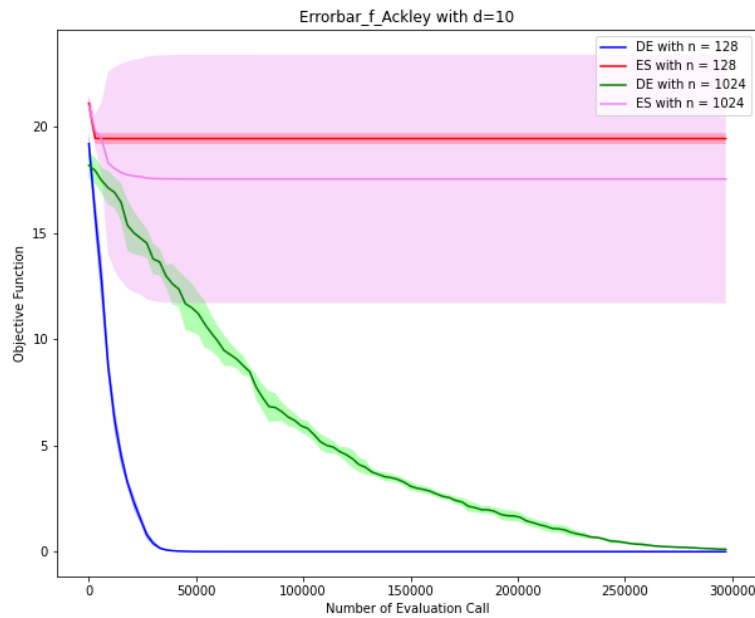


Hình 9: Đồ thị hội tụ của hàm Ackley với số biến bằng 2 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Dimensions = 10:

Popsize N/λ	DE	ES
32	0.0 ± 0.0	19.69 ± 0.25
64	0.0 ± 0.0	15.37 ± 0.5
128	0.0 ± 0.0	19.46 ± 0.26
256	0.0 ± 0.0	19.46 ± 0.23
512	0.0 ± 0.0	19.64 ± 0.19
1024	0.0 ± 0.0	17.55 ± 5.86

Bảng 10: Bảng so sánh kết quả giá trị hàm mục tiêu của hàm Ackley của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies (ES) với số biến bằng 10.



Hình 10: Đồ thị hội tụ của hàm Ackley với số biến bằng 10 của thuật toán Differential Evolution (DE) và Evolution Strategies với $n = 128, 1024$.

- Nhận xét:

- + Ở hàm Ackley, ở cả 2 trường hợp có số biến có bằng 2 và bằng 10, thuật toán DE đều mang lại lời giải tối ưu, giá trị hàm mục tiêu đều bằng 0 ở cả 6 popsize.
- + Đối với thuật toán ES thì lại không mang lại được kết quả tương tự, cả 2 trường hợp số biến bằng 2 và bằng 10 thì đều mắc kẹt tại cực trị cục bộ, tuy nhiên ở trường hợp số biến bằng 2 thì thuật toán ES lại cho kết quả tương đối tốt với $n=1024$ và cũng giá trị hàm mục tiêu gần bằng 1.

II. Nhận xét chung

- Đánh giá tổng thể trên toàn bộ 5 hàm mục tiêu ở trên, thì thuật toán Different Evolution (DE) cho ra lời giải tối ưu hơn so với thuật toán Evolution Strategies (ES).
- Khi xem xét cả 10 biểu đồ ở trên, thì thuật toán DE rất khó bị mắc kẹt tại những điểm cực trị cục bộ so với thuật toán ES.
- Tuy nhiên để mang lại giá trị tối ưu, thì thuật toán DE sẽ chạy rất lâu so với thuật toán ES.

III. Kết quả đính kèm

- Kết quả giá trị hàm mục tiêu của lời giải tốt nhất trên 10 lần chạy thử nghiệm ứng với từng hàm mục tiêu và số biến: [link](#).
- Lời giải tốt nhất và giá trị hàm mục tiêu mà DE vs ES tìm ra tại mỗi thể hệ ứng với $n=128$ và $n=1024$: [link](#).
- Toàn bộ quần thể của seed mang lại lời giải tốt nhất cho từng hàm mục tiêu ứng với $d=2$: [link](#).
- Biểu đồ hội tụ của tất cả các hàm mục tiêu: [link](#).
- Biểu đồ hội tụ rút gọn số lần gọi hàm đánh giá mục tiêu: [link](#).
- Mô phỏng quá trình hội tụ của tất cả hàm mục tiêu ứng với $d=2$: [link](#).
- Ghi chú quá trình tối ưu hóa các hàm mục tiêu: [link](#).