

Ngô Đức Tuấn

MSSV: 18520186

Mã môn: CS410.M11.KHCL

Tên môn: Mạng neural và thuật giải di truyền

BÀI TẬP 3: BÁO CÁO KẾT QUẢ CHẠY THỰC NGHIỆM CÀI ĐẶT HAI THUẬT TOÁN TỐI ƯU HÓA TRÊN MIỀN LIÊN TỤC (CONTINUOUS OPTIMIZATION) LÀ DE (DIFFERENTIAL EVOLUTION) VÀ $(1 + \lambda)$ ES (EVOLUTION STRATEGIES) ĐỂ TỐI ƯU HÓA CÁC HÀM MỤC TIÊU

A. GIỚI THIỆU VỀ YÊU CẦU

Tối ưu hóa trên các hàm mục tiêu sau:

1. Sphere function ($d = 2$ biến và 10 biến).
2. Rastrigin function ($d = 2$ biến và 10 biến).
3. Rosenbrock function ($d = 2$ biến và 10 biến).
4. Griewank function ($d = 2$ biến và 10 biến).
5. Ackley function ($d = 2$ biến và 10 biến).

Thông tin về các hàm: <https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html>

Thực hiện thí nghiệm như sau:

- Kích thước quần thể N (hoặc λ) = 32, 64, 128, 256, 512, 1024
- Với mỗi trường hợp (f, d, N) ta cần chạy thực nghiệm 10 lần, dùng các random seed là từ MSSV \rightarrow MSSV + 9 (18520186 \rightarrow 18520195).
- Mỗi lần chạy thực nghiệm thì thuật toán dừng lại ngay sau khi $1e5$ lần (đối với $d = 2$) hoặc $1e6$ lần (đối với $d = 10$) hàm đánh giá (để tính giá trị hàm mục tiêu) được gọi (fitness evaluation).

Kết quả thực nghiệm

- 10 bảng ghi lại thông tin về kết quả **giá trị mục tiêu (fitness evaluation)** đối với số biến d lần lượt là **2** và **10** cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **objective function**.
- **10 đồ thị** tương ứng cho kết quả trên.

B. BẢNG KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Hàm Sphere:

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
64	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
128	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
256	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
512	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
1024	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)

Bảng kết quả 1: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (fitness evaluation) đối với số biến $d = 2$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Sphere function**.

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
64	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
128	0 (\pm 0)	0.002 (\pm 0.002)
256	0 (\pm 0)	0.135 (\pm 0.104)
512	0 (\pm 0)	0.055 (\pm 0.041)
1024	0 (\pm 0)	0.866 (\pm 0.560)

Bảng kết quả 2: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (fitness evaluation) đối với số biến $d = 10$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Sphere function**.

Hàm Rastrigin:

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	0 (\pm 0)	3.084 (\pm 5.236)
64	0 (\pm 0)	0.895 (\pm 1.130)
128	0 (\pm 0)	0.100 (\pm 0.298)
256	0 (\pm 0)	0 (\pm 0.001)
512	0 (\pm 0)	0.100 (\pm 0.298)
1024	0 (\pm 0)	0.017 (\pm 0.023)

Bảng kết quả 3: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (fitness evaluation) đối với số biến $d = 2$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Rastrigin function**.

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>DE</i></u>	<u><i>ES</i></u>
32	0 (\pm 0)	66.562 (\pm 40.399)
64	0 (\pm 0)	49.449 (\pm 24.249)
128	0 (\pm 0)	48.472 (\pm 27.955)
256	0 (\pm 0)	39.400 (\pm 19.247)
512	7.260 (\pm 0.822)	35.353 (\pm 19.050)
1024	11.137 (\pm 1.890)	54.633 (\pm 11.325)

Bảng kết quả 4: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (*fitness evaluation*) đối với số biến $d = 10$ lần lượt cho hai thuật toán *DE* và *ES* khi tối ưu trên hàm *Rastrigin function*.

Hàm Rosenbrock:

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>DE</i></u>	<u><i>ES</i></u>
32	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
64	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
128	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
256	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
512	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
1024	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)

Bảng kết quả 5: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (*fitness evaluation*) đối với số biến $d = 2$ lần lượt cho hai thuật toán *DE* và *ES* khi tối ưu trên hàm *Rosenbrock function*.

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>DE</i></u>	<u><i>ES</i></u>
32	0 (\pm 0)	7.016 (\pm 1.416)
64	0 (\pm 0)	8.550 (\pm 7.593)
128	0 (\pm 0)	8.119 (\pm 1.842)
256	0 (\pm 0)	12.990 (\pm 2.673)
512	0 (\pm 0)	11.436 (\pm 3.412)
1024	0.209 (\pm 0.028)	49.301 (\pm 22.517)

Bảng kết quả 6: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (*fitness evaluation*) đối với số biến $d = 10$ lần lượt cho hai thuật toán *DE* và *ES* khi tối ưu trên hàm *Rosenbrock function*.

Hàm Griewank:

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	0.001 (\pm 0.002)	35.107 (\pm 27.907)
64	0 (\pm 0)	61.332 (\pm 43.373)
128	0 (\pm 0)	20.797 (\pm 25.044)
256	0 (\pm 0)	38.282 (\pm 29.535)
512	0 (\pm 0)	32.446 (\pm 15.160)
1024	0.001 (\pm 0.001)	51.231 (\pm 37.261)

Bảng kết quả 7: Bảng thông tin về kết quả *giá trị mục tiêu (fitness evaluation)* đối với số biến $d = 2$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Griewank function**.

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	0.005 (\pm 0.005)	0.112 (\pm 0.073)
64	0 (\pm 0)	0.211 (\pm 0.073)
128	0.044 (\pm 0.027)	3.896 (\pm 2.696)
256	0.158 (\pm 0.027)	240.031 (\pm 73.056)
512	0.198 (\pm 0.024)	200.539 (\pm 62.761)
1024	0.221 (\pm 0.066)	286.900 (\pm 78.595)

Bảng kết quả 8: Bảng thông tin về kết quả *giá trị mục tiêu (fitness evaluation)* đối với số biến $d = 10$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Griewank function**.

Hàm Ackley:

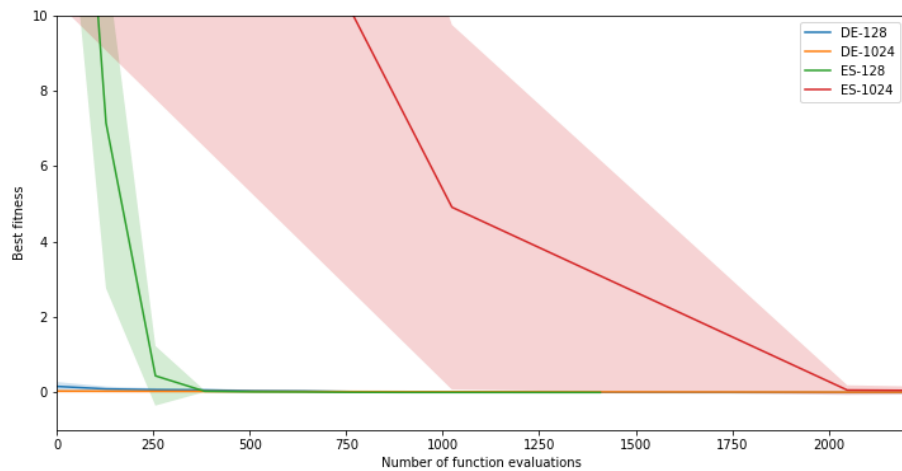
<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>DE</u>	<u>ES</u>
32	11.978 (\pm 9.780)	20 (\pm 0)
64	5.943 (\pm 9.079)	20 (\pm 0)
128	0 (\pm 0)	20 (\pm 0)
256	0 (\pm 0)	20 (\pm 0)
512	0 (\pm 0)	20 (\pm 0.004)
1024	0 (\pm 0)	20 (\pm 0)

Bảng kết quả 9: Bảng thông tin về kết quả *giá trị mục tiêu (fitness evaluation)* đối với số biến $d = 2$ lần lượt cho hai thuật toán **DE** và **ES** khi tối ưu trên hàm **Ackley function**.

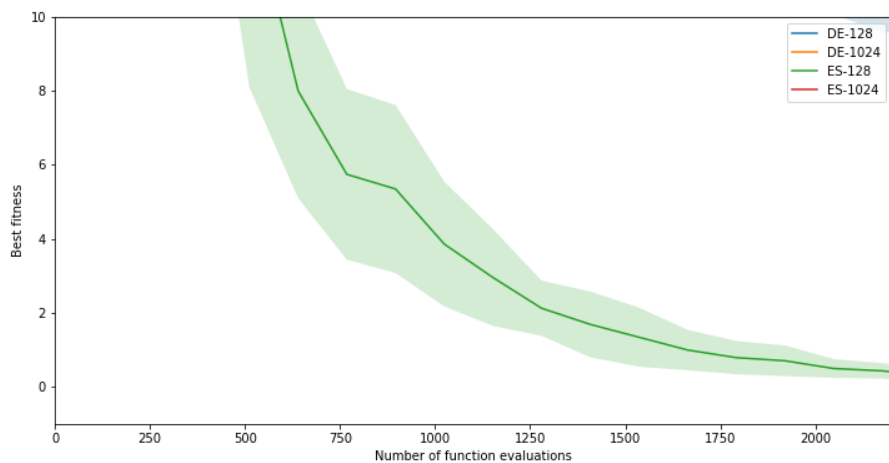
<i>Popsiz</i>e N/λ	<i>DE</i>	<i>ES</i>
32	19.984 (\pm 0.013)	20 (\pm 0)
64	19.978 (\pm 0.011)	20 (\pm 0)
128	19.973 (\pm 0)	20 (\pm 0)
256	19.973 (\pm 0.001)	20.024 (\pm 0.023)
512	19.971 (\pm 0.004)	20.011 (\pm 0.003)
1024	19.971 (\pm 0.003)	20.159 (\pm 0.073)

Bảng kết quả 10: Bảng thông tin về kết quả giá trị mục tiêu (*fitness evaluation*) đối với số biến $d = 10$ lần lượt cho hai thuật toán ***DE*** và ***ES*** khi tối ưu trên hàm ***Ackley function***.

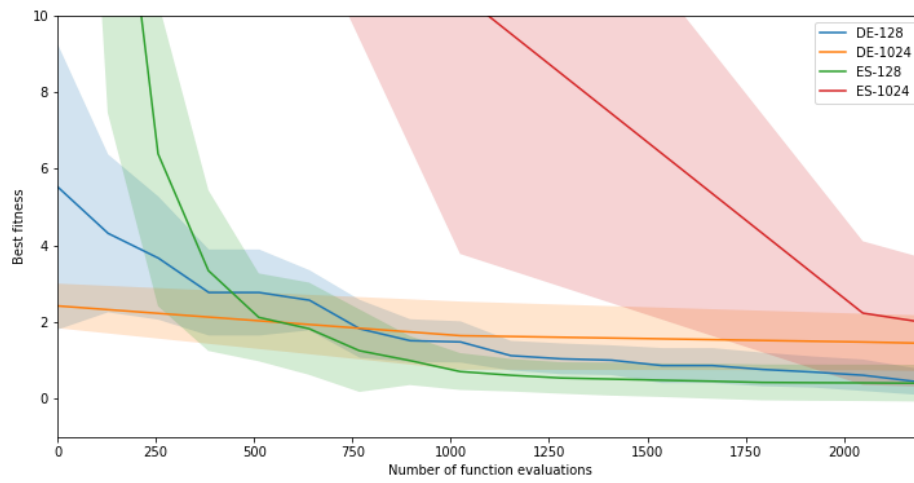
C. ĐỒ THỊ THỰC NGHIỆM



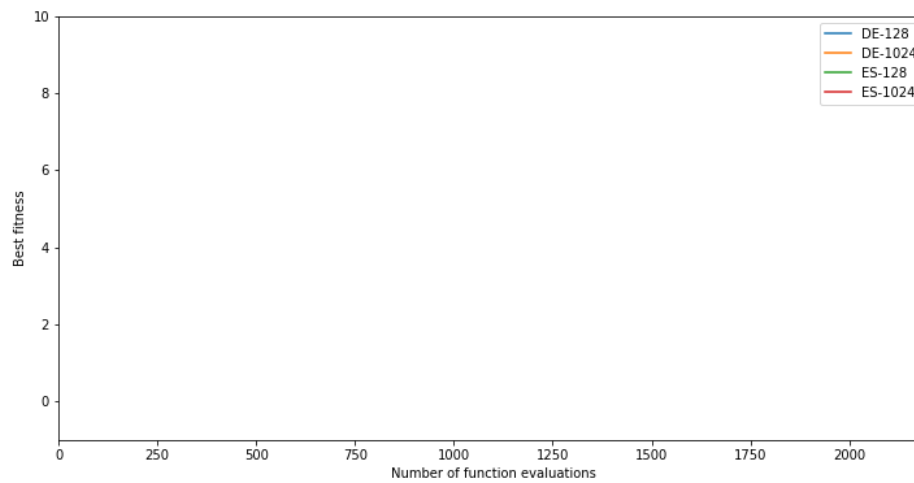
Đồ thị 1: Hàm ***Sphere function*** với ***dims = 2***



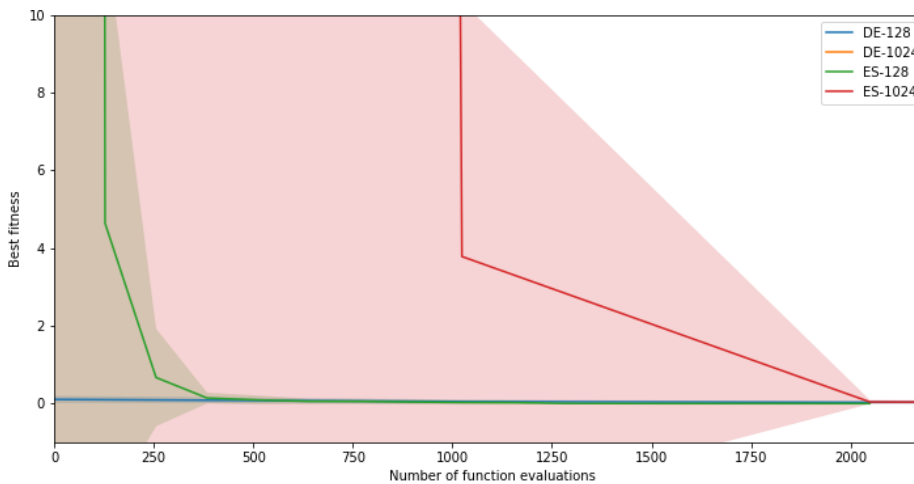
Đồ thị 2: Hàm ***Sphere function*** với ***dims = 10***



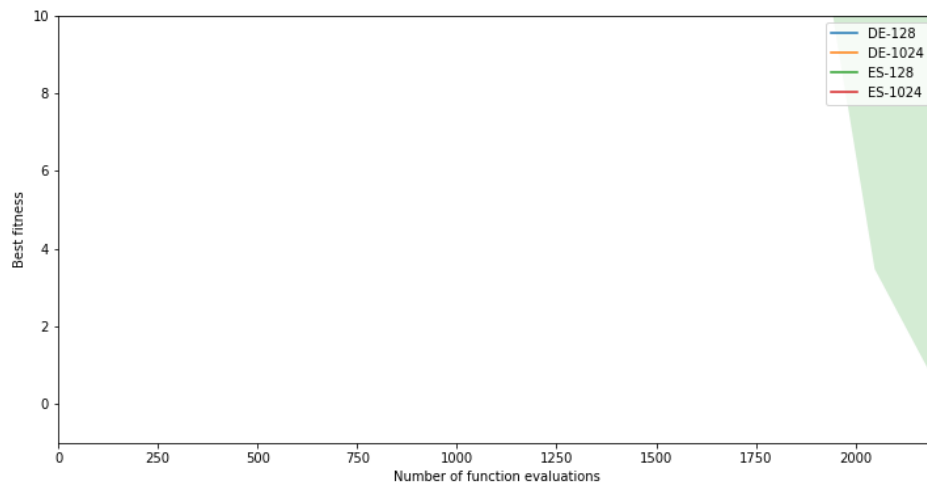
Đồ thị 3: Hàm Rastrigin function với **dims = 2**



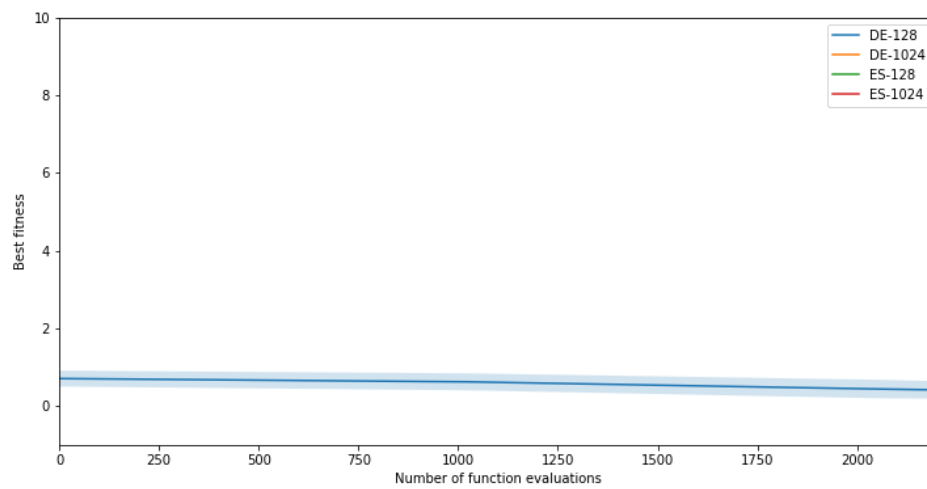
Đồ thị 4: Hàm Rastrigin function với **dims = 10**



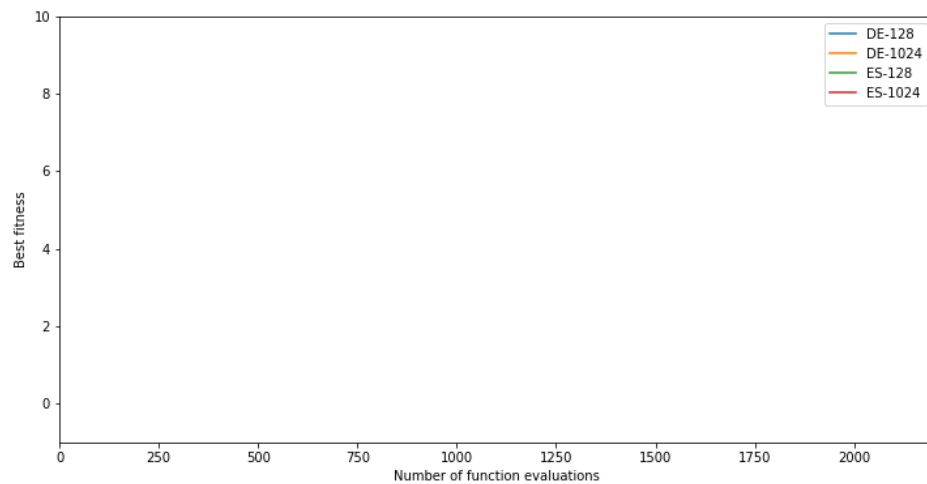
Đồ thị 5: Hàm Rosenbrock function với **dims = 2**



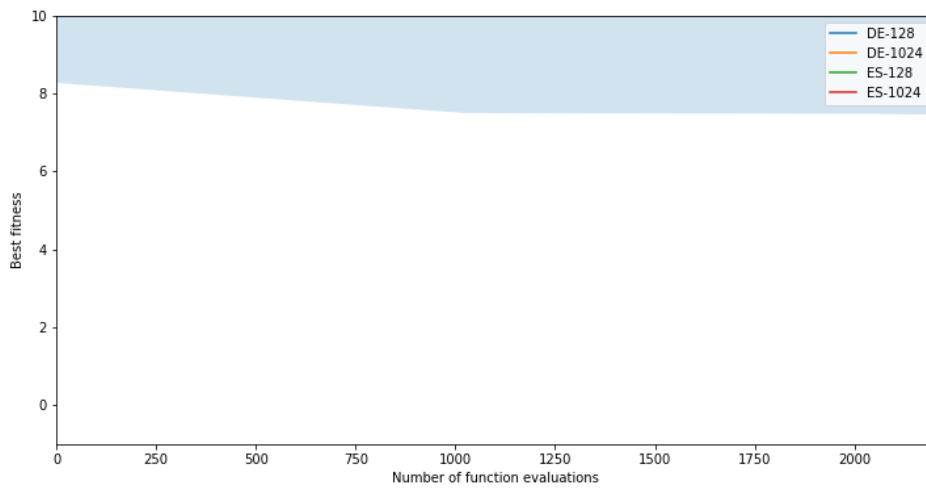
Đồ thị 6: Hàm **Rosenbrock function** với **dims = 10**



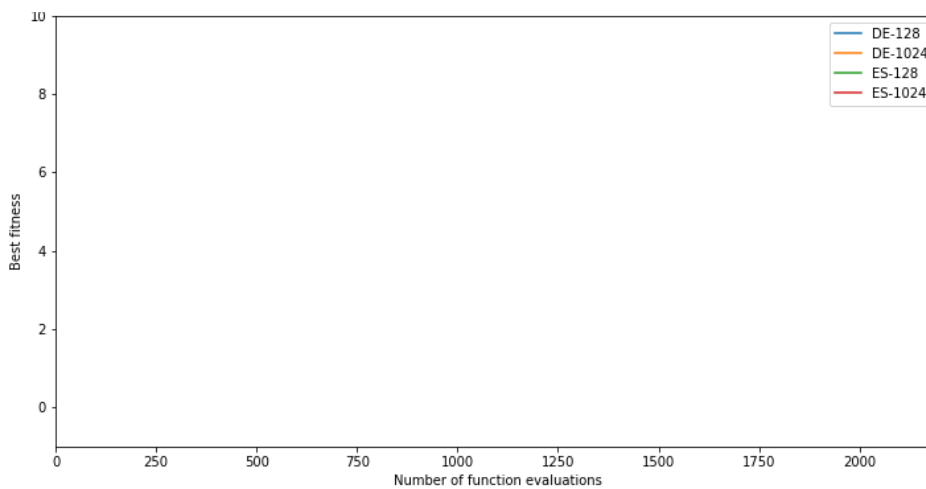
Đồ thị 7: Hàm **Griewank function** với **dims = 2**



Đồ thị 8: Hàm **Griewank function** với **dims = 10**



Đồ thị 9: Hàm Ackley function với **dims = 2**



Đồ thị 10: Hàm Ackley function với **dims = 10**

C. NHẬN XÉT

Nêu các kết luận ngắn gọn về hiệu năng (performance) của DE và ES dựa trên kết quả thực nghiệm.

- Dựa trên các bảng kết quả thực nghiệm, có thể nhận thấy khi sử dụng thuật toán Tiến hóa vi phân (Differential Evolution – DE) cho ra kết quả tốt hơn so với thuật toán Chiến lược tiến hóa (Evolution Strategies) với các hàm mục tiêu (objective functions) (d = 2 và 10 biến) cho kích thước quần thể là 32, 64, 128, 256, 512, 1024. Hầu hết các thí nghiệm cho ra DE có độ lệch chuẩn (standard deviation) nhỏ hơn nhiều so với ES.
- DE cho ra độ fitness tốt hơn và thời gian hội tụ cũng nhanh hơn so với ES cho dù sử dụng hàm mục tiêu nào với các kích thước quần thể tăng dần.