

Ngô Đức Tuấn

MSSV: 18520186

Mã môn: CS410.M11.KHCL

Tên môn: Mạng neural và thuật giải di truyền

BÀI TẬP BONUS: BÁO CÁO KẾT QUẢ CHẠY THỰC NGHIỆM CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN TỐI ƯU HÓA TRÊN MIỀN LIÊN TỤC (CONTINUOUS OPTIMIZATION) LÀ CROSS-ENTROPY METHOD VỚI HAI PHIÊN BẢN: BẢN GỐC (CEM) VÀ BẢN CẢI TIẾN (CEMv2) 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 thuật toán Cross-Entropy Method với hai phiên bản là **CEM** và **CEMv2** 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>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	5.787 (\pm 5.574)	0.016 (\pm 0.005)
64	3.870 (\pm 4.500)	0.014 (\pm 0.004)
128	1.800 (\pm 2.148)	0.013 (\pm 0.003)
256	1.149 (\pm 1.388)	0.013 (\pm 0.003)
512	0.957 (\pm 1.279)	0.014 (\pm 0.002)
1024	0.540 (\pm 0.865)	0.015 (\pm 0.003)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Sphere function**.

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	77.153 (\pm 32.200)	1.727 (\pm 0.878)
64	62.995 (\pm 29.997)	0.729 (\pm 0.167)
128	55.104 (\pm 24.568)	0.595 (\pm 0.099)
256	50.050 (\pm 22.611)	0.530 (\pm 0.108)
512	43.998 (\pm 20.694)	0500 (\pm 0.107)
1024	39.274 (\pm 20.230)	0.466 (\pm 0.103)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Sphere function**.

Hàm Rastrigin:

<u>Popsiz</u> e N/λ	<u>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	14.437 (\pm 7.553)	14.534 (\pm 20.811)
64	11.394 (\pm 8.957)	3.619 (\pm 0.965)
128	12.266 (\pm 7.151)	2.999 (\pm 0.732)
256	8.583 (\pm 7.995)	2.866 (\pm 0.636)
512	8.351 (\pm 5.610)	7.522 (\pm 13.246)
1024	9.745 (\pm 10.766)	3.059 (\pm 0.501)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Rastrigin function**.

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>CEM</i></u>	<u><i>CEMv2</i></u>
32	814.186 (\pm 481.954)	721.043 (\pm 228.276)
64	137.168 (\pm 36.440)	1113.047 (\pm 689.699)
128	137.609 (\pm 29.321)	98.820 (\pm 8.994)
256	132.571 (\pm 32.002)	88.200 (\pm 13.714)
512	118.649 (\pm 28.470)	88.055 (\pm 19.355)
1024	127.100 (\pm 23.475)	120.816 (\pm 110.353)

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 *CEM* và *CEMv2* khi tối ưu trên hàm *Rastrigin function*.

Hàm Rosenbrock:

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>CEM</i></u>	<u><i>CEMv2</i></u>
32	21.869 (\pm 45.503)	7.397 (\pm 3.114)
64	16.540 (\pm 47.420)	7.995 (\pm 4.395)
128	0.703 (\pm 1.302)	7.730 (\pm 2.261)
256	0.452 (\pm 0.652)	7.980 (\pm 1.653)
512	0.124 (\pm 0.129)	6.167 (\pm 1.026)
1024	0.029 (\pm 0.051)	6.179 (\pm 0.986)

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 *CEM* và *CEMv2* khi tối ưu trên hàm *Rosenbrock function*.

<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>CEM</i></u>	<u><i>CEMv2</i></u>
32	5843.496 (\pm 3392.840)	339.029 (\pm 299.520)
64	3824.698 (\pm 4096.263)	122.359 (\pm 57.501)
128	2184.411 (\pm 1589.328)	106.635 (\pm 48.766)
256	1458.635 (\pm 966.214)	114.575 (\pm 56.860)
512	1122.033 (\pm 763.019)	108.353 (\pm 46.472)
1024	673.707 (\pm 350.783)	90.155 (\pm 25.042)

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 cho *CEM* và *CEMv2* khi tối ưu trên hàm *Rosenbrock function*.

Hàm Griewank:

<u>Popsize N/λ</u>	<u>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	51.403 (± 30.567)	0.015 (± 0.011)
64	52.928 (± 31.204)	0.009 (± 0.004)
128	53.027 (± 30.831)	0.010 (± 0.003)
256	52.741 (± 31.031)	0.009 (± 0.004)
512	53.148 (± 31.404)	0.012 (± 0.003)
1024	52.846 (± 31.116)	0.011 (± 0.004)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Griewank function**.

<u>Popsize N/λ</u>	<u>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	287.100 (± 109.303)	0.227 (± 0.092)
64	286.567 (± 109.247)	0.108 (± 0.025)
128	286.284 (± 109.152)	0.109 (± 0.044)
256	286.063 (± 109.017)	0.091 (± 0.021)
512	285.767 (± 108.924)	0.090 (± 0.018)
1024	286.945 (± 106.272)	0.080 (± 0.216)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Griewank function**.

Hàm Ackley:

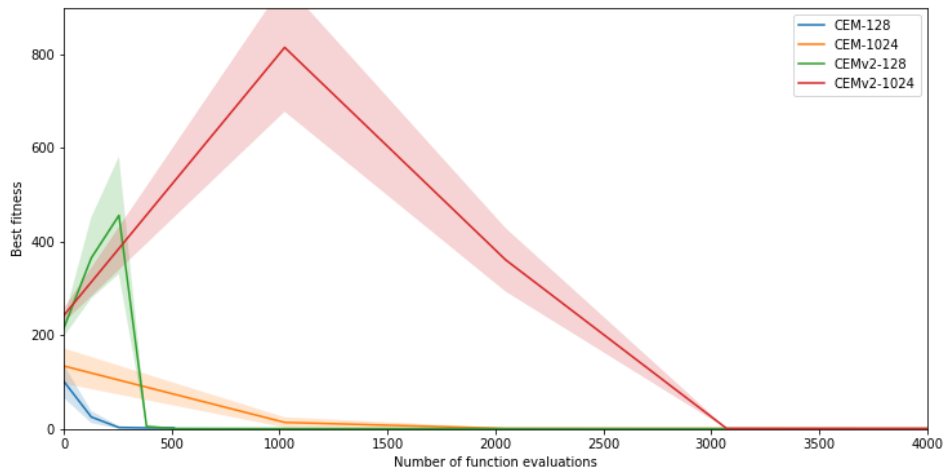
<u>Popsize N/λ</u>	<u>CEM</u>	<u>CEMv2</u>
32	19.715 (± 4.182)	2.374 (± 1.104)
64	18.809 (± 4.610)	2.447 (± 1.252)
128	18.623 (± 4.933)	1.961 (± 1.148)
256	17.600 (± 4.471)	1.299 (± 1.081)
512	17.684 (± 4.569)	2.226 (± 1.047)
1024	17.423 (± 4.675)	3.712 (± 3.020)

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 **CEM** và **CEMv2** khi tối ưu trên hàm **Ackley function**.

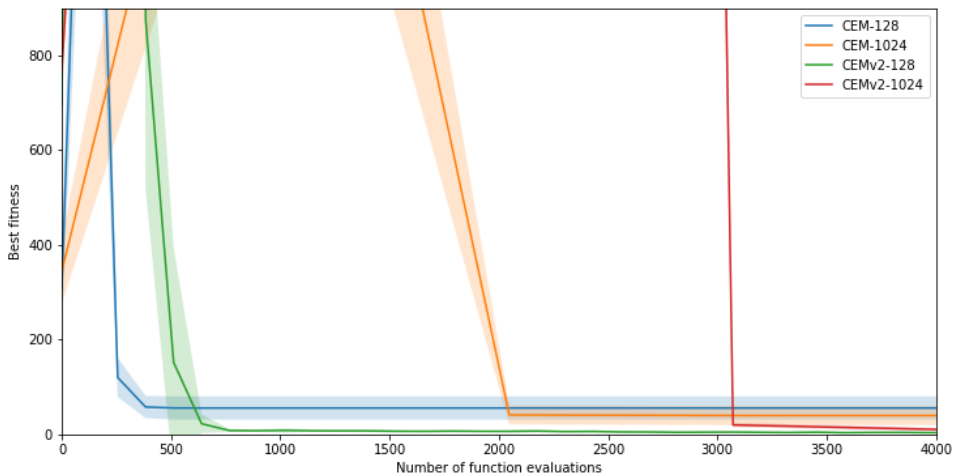
<u><i>Popsiz</i>e N/λ</u>	<u><i>CEM</i></u>	<u><i>CEMv2</i></u>
32	21.890 (\pm 1.308)	15.411 (\pm 8.471)
64	21.909 (\pm 0.574)	4.262 (\pm 0.436)
128	21.198 (\pm 1.235)	5.371 (\pm 2.380)
256	21.097 (\pm 1.265)	4.048 (\pm 0.659)
512	20.742 (\pm 1.244)	4.016 (\pm 0.677)
1024	20.536 (\pm 1.041)	4.443 (\pm 0.317)

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 *CEM* và *CEMv2* khi tối ưu trên hàm *Ackley function*.

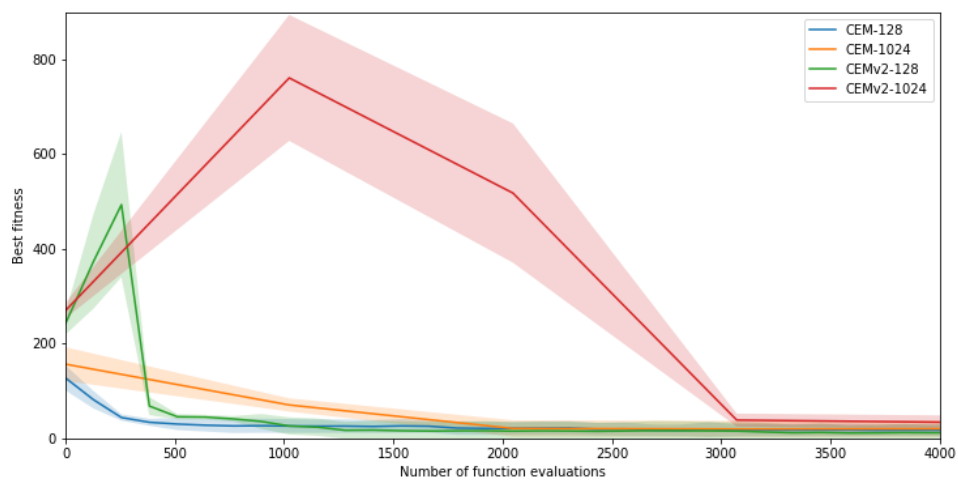
C. ĐỒ THỊ THỰC NGHIỆM



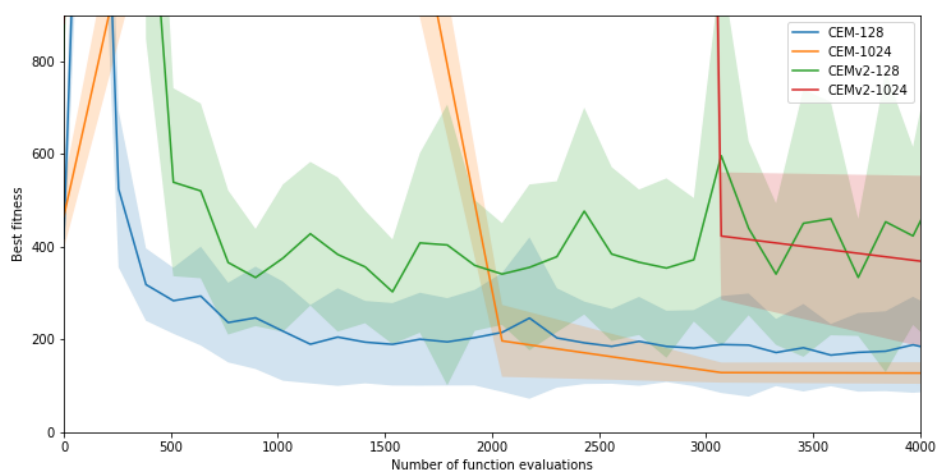
Đồ thị 1: Hàm *Sphere function* với $\text{dims} = 2$



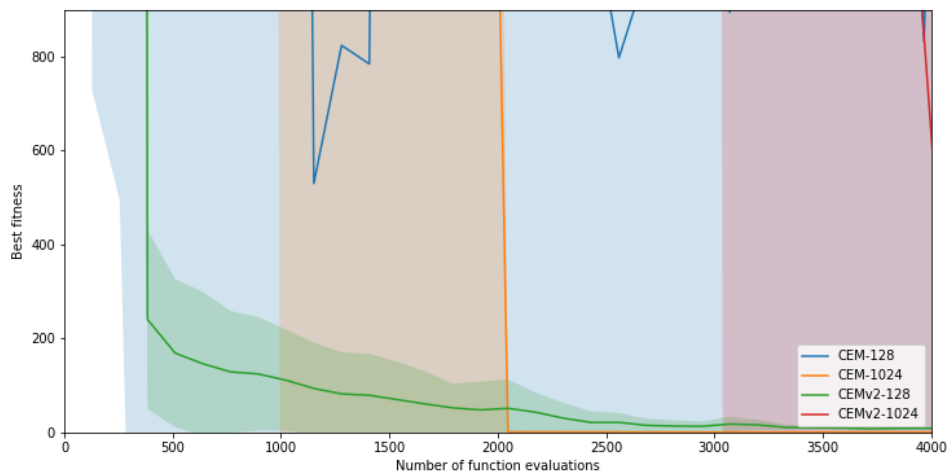
Đồ thị 2: Hàm *Sphere function* với $\text{dims} = 10$



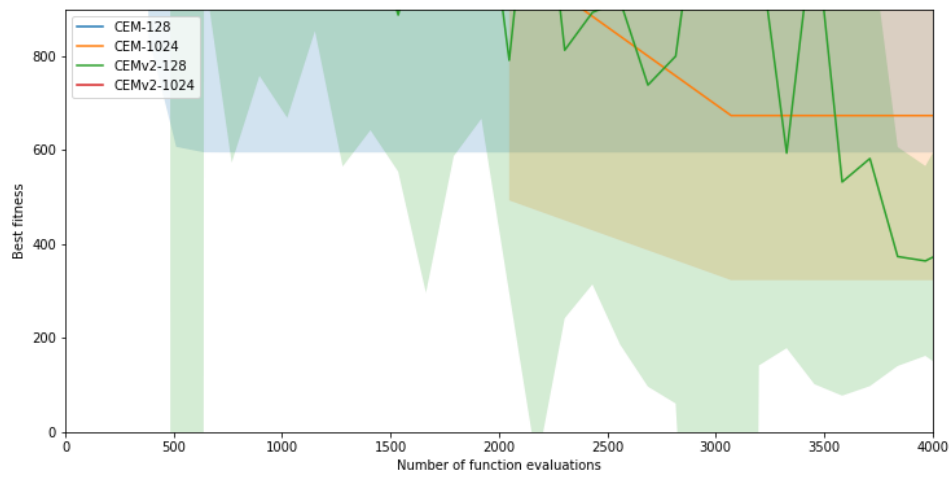
Đồ thị 3: Hàm Rastrigin function với dims = 2



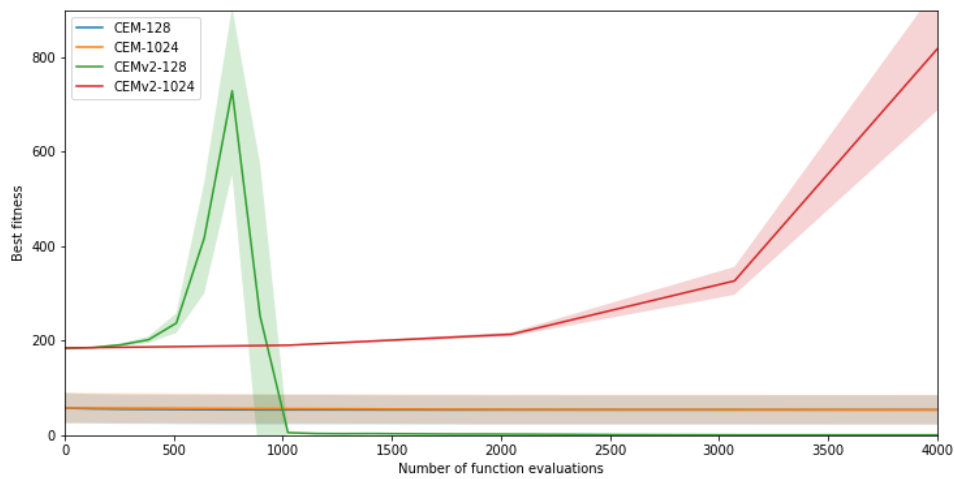
Đồ thị 4: Hàm Rastrigin function với dims = 10



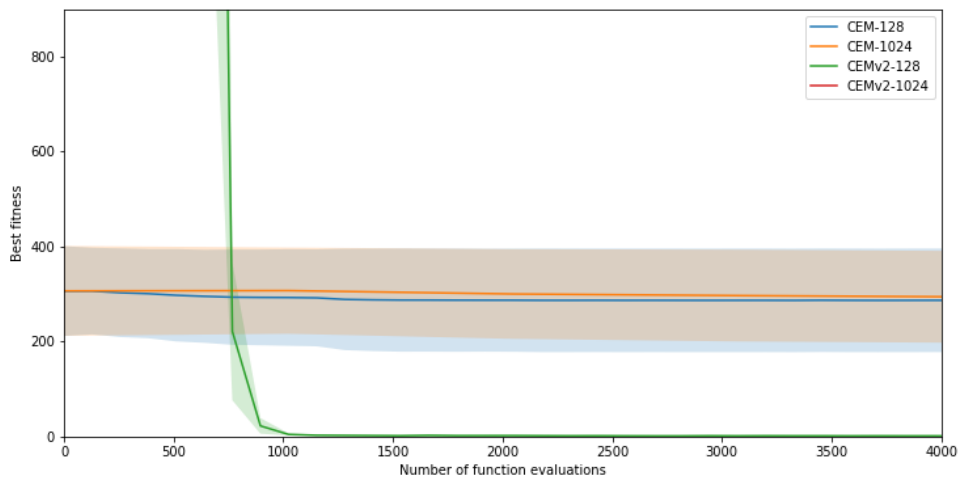
Đồ thị 5: Hàm Rosenbrock function với dims = 2



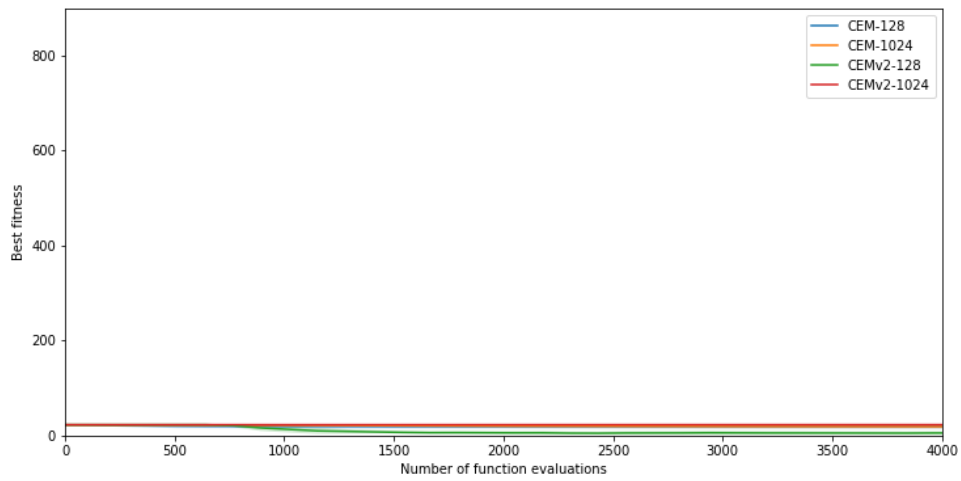
Đồ thị 6: Hàm Rosenbrock function với $\text{dims} = 10$



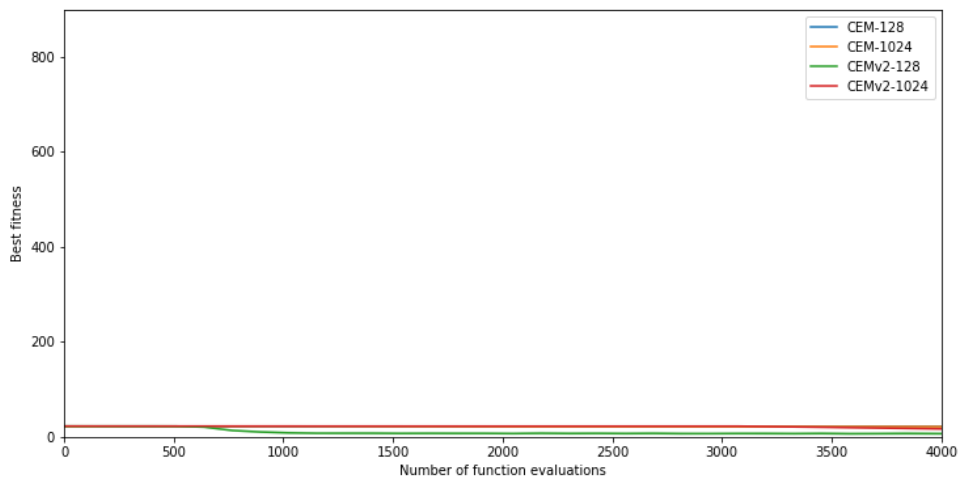
Đồ thị 7: Hàm Griewank function với $\text{dims} = 2$



Đồ thị 8: Hàm Griewank function với $\text{dims} = 10$



Đồ thị 9: Hàm Ackley function với $\text{dims} = 2$



Đồ thị 10: Hàm Ackley function với $\text{dims} = 10$

C. NHẬN XÉT

Nêu các kết luận ngắn gọn về hiệu năng (performance) của CEM và CEMv2 dựa trên kết quả thực nghiệm.

- Dựa trên các bảng kết quả thực nghiệm, có thể nhận thấy khi sử dụng cả hai phiên bản của thuật toán Cross-Entropy Method (CEM) với kích thước quần thể lớn hơn cho ra kết quả giải pháp tốt hơn. Còn khi xét với trong cùng 1 hàm mục tiêu với kích thước quần thể khác nhau, hai thuật toán này lại cho ra những kết quả hỗn loạn do sự mất ổn định của nó.
- Mỗi phiên bản có quan hệ bù trừ cho nhau, thuật toán CEM giải quyết problem nhanh hơn nhưng kết quả tệ hơn, trong khi CEMv2 lại giải quyết problem tốt hơn nhưng thời gian lại mất nhiều hơn. Do đó, có một sự trade-off khi giải quyết bài toán tối ưu hóa trên miền liên tục khi sử dụng

2 phiên bản này nên tôi cho rằng không có một đánh giá nào có thể nhận định liệu cái nào sẽ tốt hơn.