

群體智慧 期中報告

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PSO

B093040068 黃梓濤
授課老師 蔡崇煒老師



PSO 算法簡介

來自於觀察鳥群找食物的行為，鳥群可以知道自己和食物的距離，但不知道食物在哪，因此鳥群會同時向不同方向搜尋食物，並在休息時共享情報

鳥兒會根據上次的飛行方向 (Velocity $V(t)$)、自己曾到過最接近食物的位置 (Personal Best pBest) 和鳥群到過最接近食物的位置 (Global Best gBest) 來決定下次飛行要飛到哪個位置，到下個位置時會共享情報



演算法

初始化粒子位置和速度

直到迭代結束

歷遍每個粒子

更新粒子速度

$$v_i = Wv_i + c_1r_1 (PBest_i - x_i) + c_2r_2 (GBest - x_i)$$

更新粒子位置

$$x_i = x_i + v_i$$

更新個體最優解

更新全局最優解

速度 v_i 位置 x_i 最優解 $PBest_i$ 全局最優解 $GBest$ 慣性權重 w 個體學習參數 c_1 全局學習參數 c_2 隨機數 r_1 r_2 [0,1]

實驗環境

| | |
|-----------|----------------------------|
| g++ 編譯器版本 | Apple clang version 15.0.0 |
| g++ flags | -Wall -Wextra -std=c++11 |
| CPU | Apple silicon M2 |
| OS | macOS 14.4.1 |

執行指令

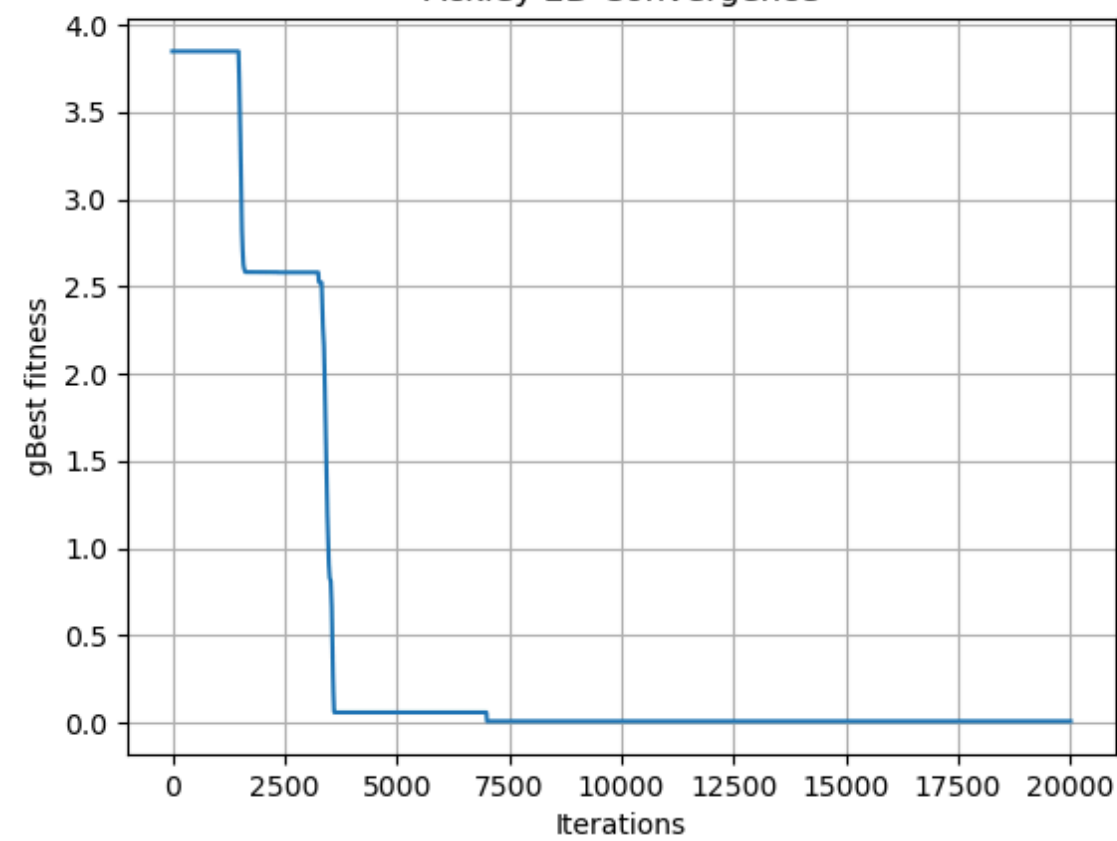
```
./run.sh <function_type> <run> <dimension> <k> <c1> <c2> <numParticle>
```

實驗參數

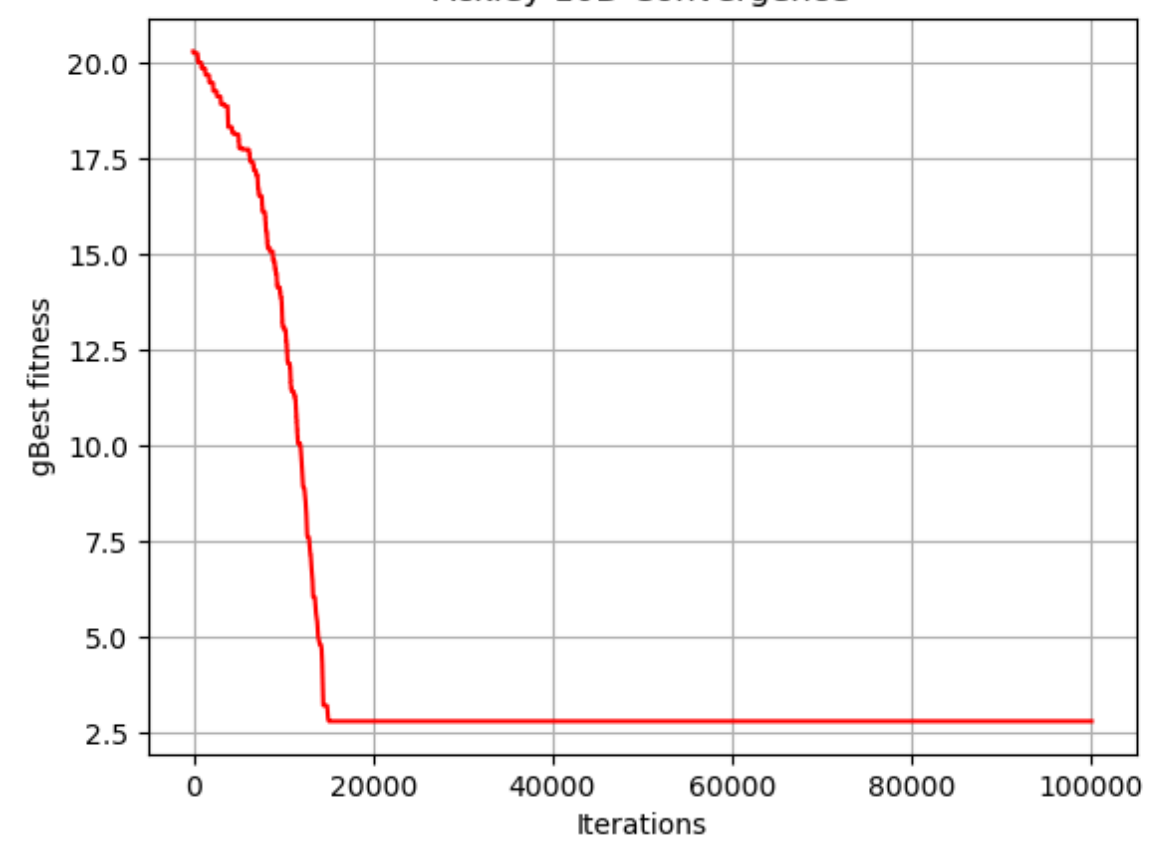
| | |
|------|------------|
| 評估次數 | 維度*10000 |
| 維度 | 2,10,30 |
| 個體數量 | 50,100,200 |

收斂表現

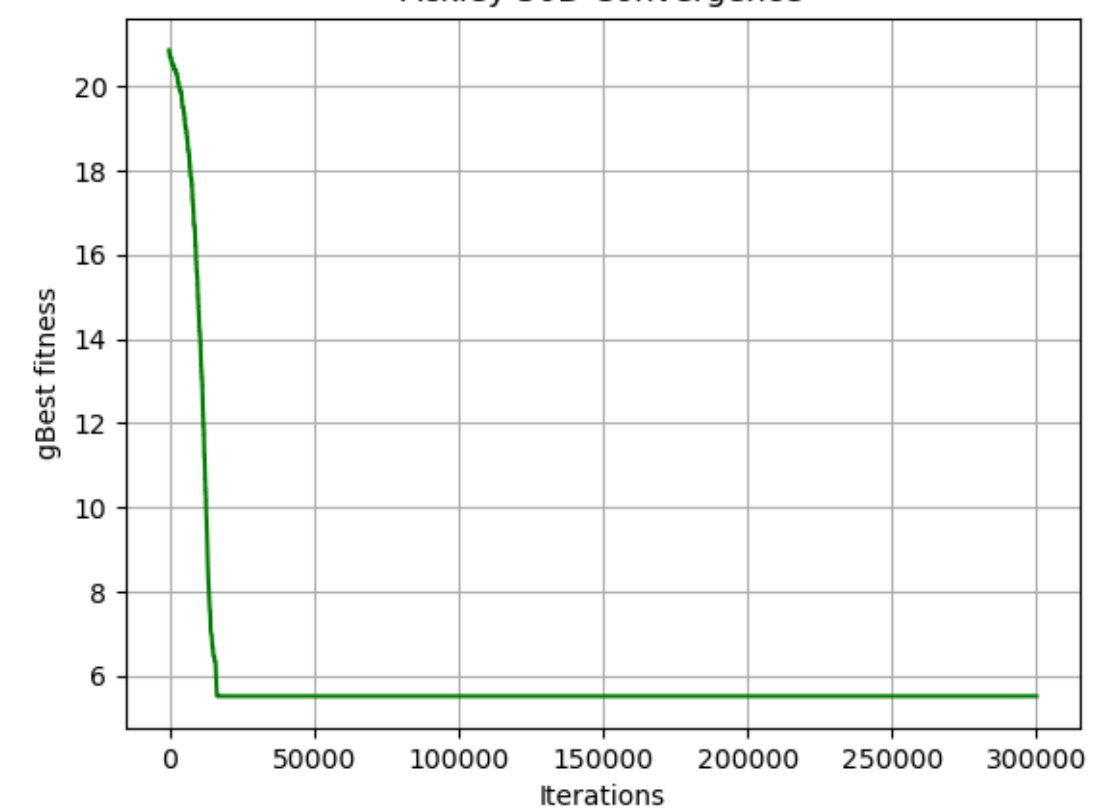
Ackley 2D Convergence



Ackley 10D Convergence



Ackley 30D Convergence

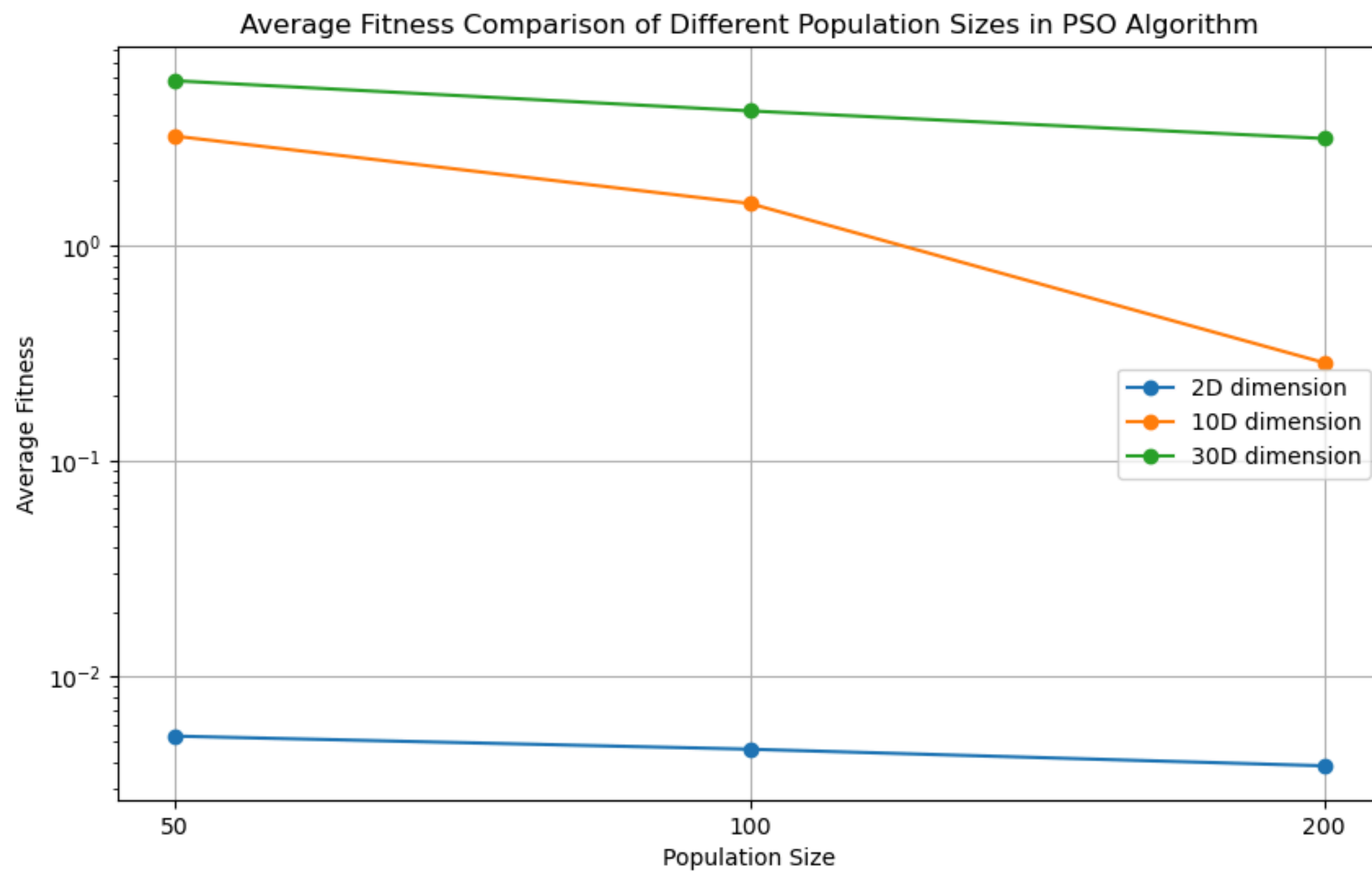


實驗結果

個體數量： 50

| | AVG | Worst | Best | | AVG | Worst | Best | | AVG | Worst | Best |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Ackley_2D | 5.30E-03 | 1.75E-02 | 3.21E-04 | Ackley_10D | 3.20E+00 | 6.92E+00 | 2.96E-02 | Ackley_30D | 5.78E+00 | 7.94E+00 | 3.71E+00 |
| HappyCat_2D | 1.80E-01 | 4.34E-01 | 6.13E-02 | HappyCat_10D | 3.92E-01 | 9.73E-01 | 1.96E-01 | HappyCat_30D | 6.90E-01 | 2.21E+00 | 4.10E-01 |
| Michalewicz_2D | -1.19E+00 | -9.14E-01 | -1.73E+00 | Michalewicz_10D | -3.11E+00 | -2.57E+00 | -3.84E+00 | Michalewicz_30D | -7.97E+00 | -6.90E+00 | -8.78E+00 |
| Rastrigin_2D | 4.75E-04 | 3.00E-03 | 7.30E-08 | Rastrigin_10D | 5.01E+00 | 9.10E+00 | 2.01E+00 | Rastrigin_30D | 3.59E+01 | 1.31E+02 | 7.18E+00 |
| Rosenbrock_2D | 8.41E-02 | 6.55E-01 | 2.20E-07 | Rosenbrock_10D | 3.08E+01 | 2.45E+02 | 8.00E-01 | Rosenbrock_30D | 1.11E+02 | 1.13E+03 | 2.77E+01 |
| Zakharov_2D | 3.35E-07 | 3.83E-06 | 1.68E-11 | Zakharov_10D | 6.86E+00 | 1.93E+01 | 2.64E-01 | Zakharov_30D | 4.93E+01 | 8.37E+01 | 1.70E+01 |

比較不同個體數的表現



比較不同個體數的表現

個體數量： 50

| | Best | |
|------------|----------|----|
| Ackley_2D | 3.21E-04 | 0% |
| Ackley_10D | 2.96E-02 | 0% |
| Ackley_30D | 3.71E+00 | 0% |

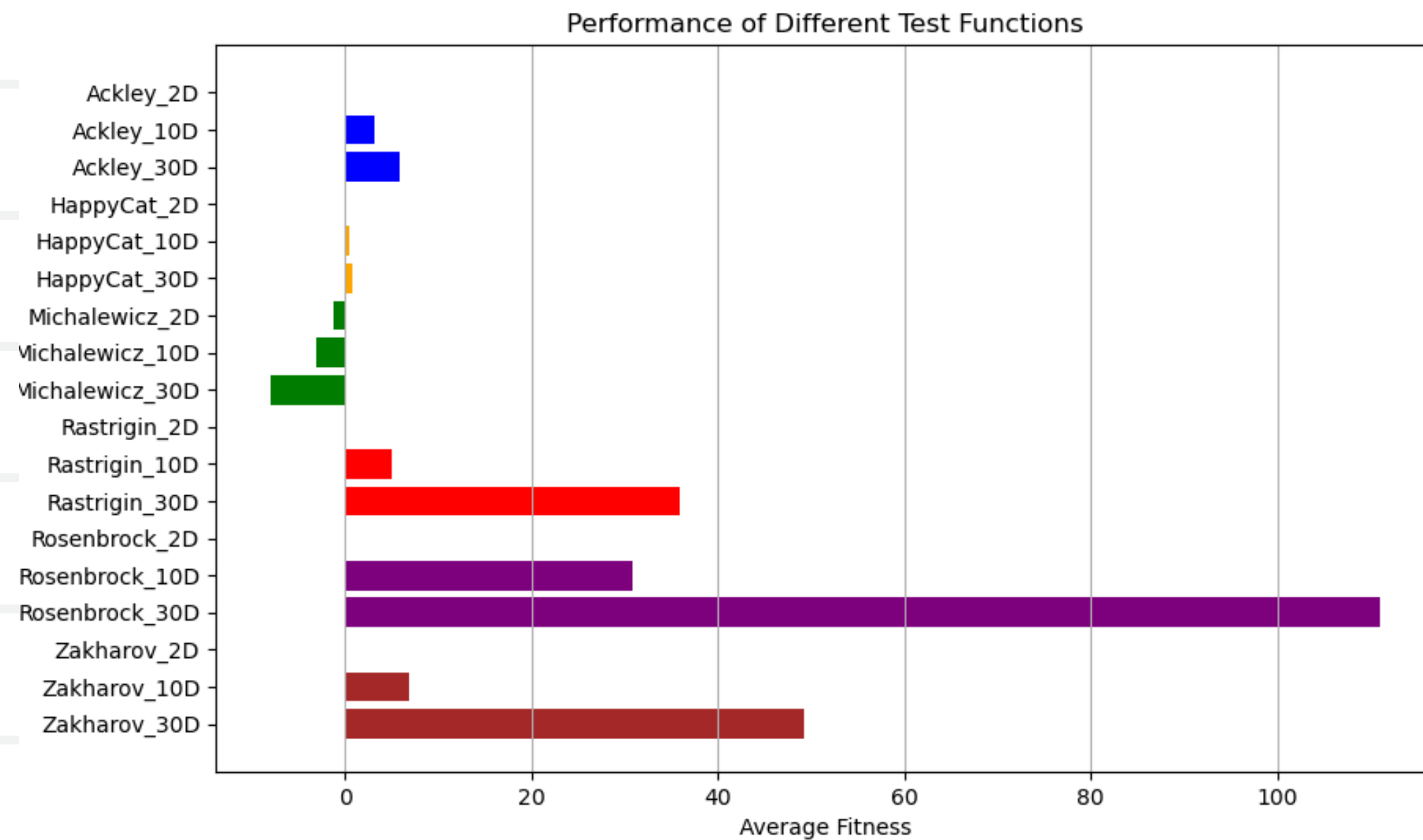
個體數量： 100

| | Best | |
|------------|----------|--------|
| Ackley_2D | 1.23E-04 | -61.7% |
| Ackley_10D | 9.56E-03 | -67.7% |
| Ackley_30D | 2.89E+00 | -22.9% |

個體數量： 200

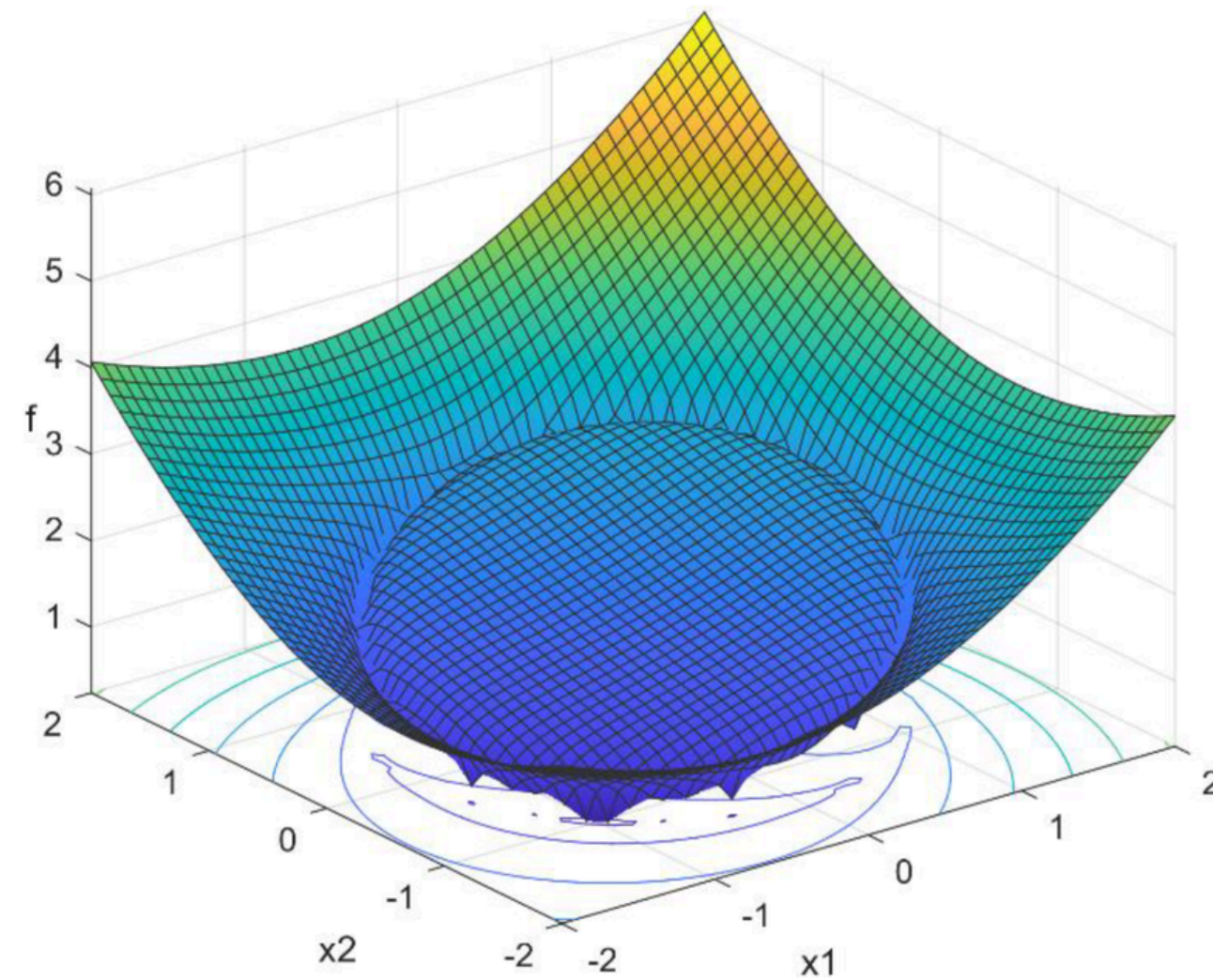
| | Best | |
|------------|----------|--------|
| Ackley_2D | 1.52E-04 | -52.6% |
| Ackley_10D | 4.12E-03 | -86.1% |
| Ackley_30D | 1.90E+00 | -48.8% |

比較不同測試函數的表現

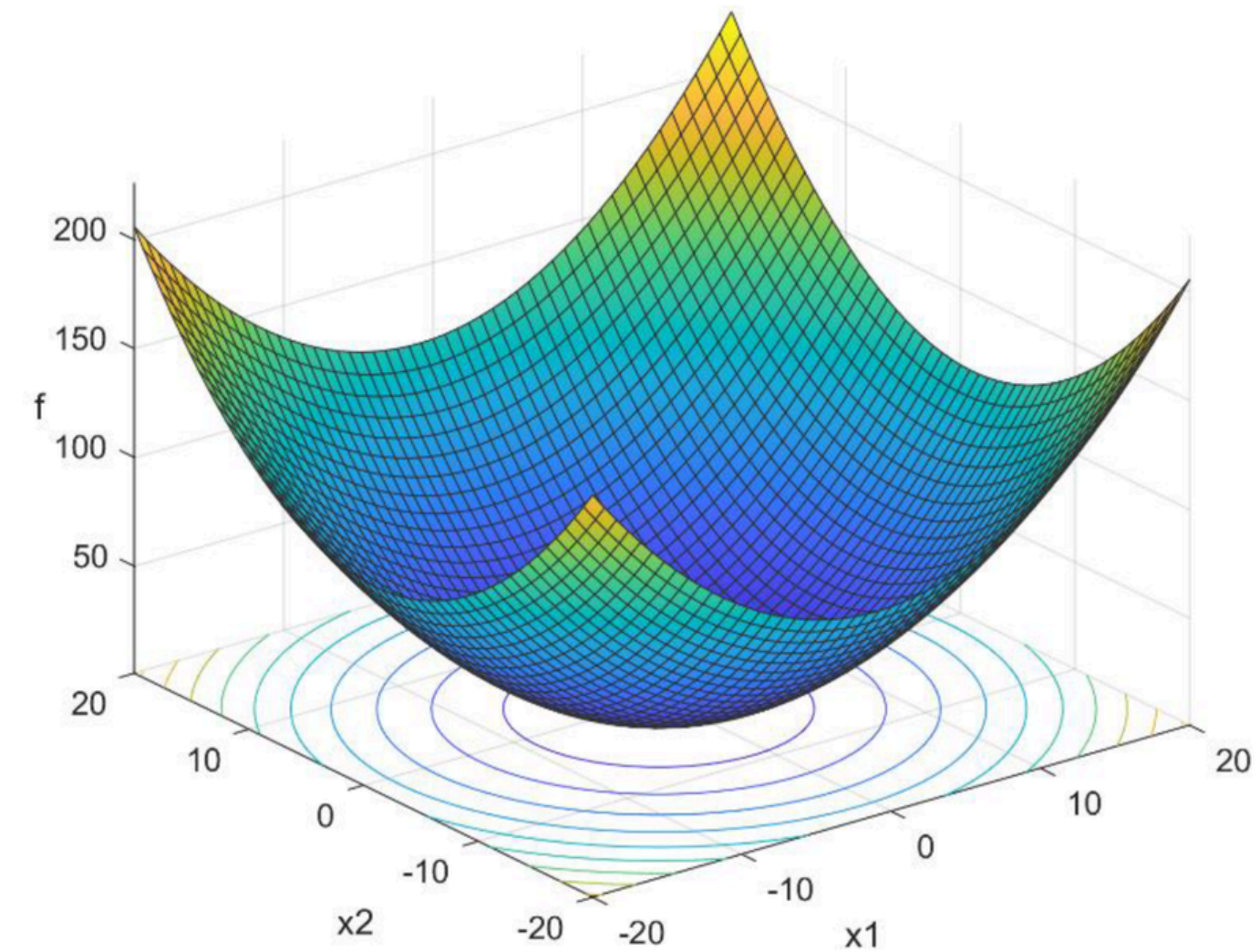


Happycat

F11 - HappyCat Function

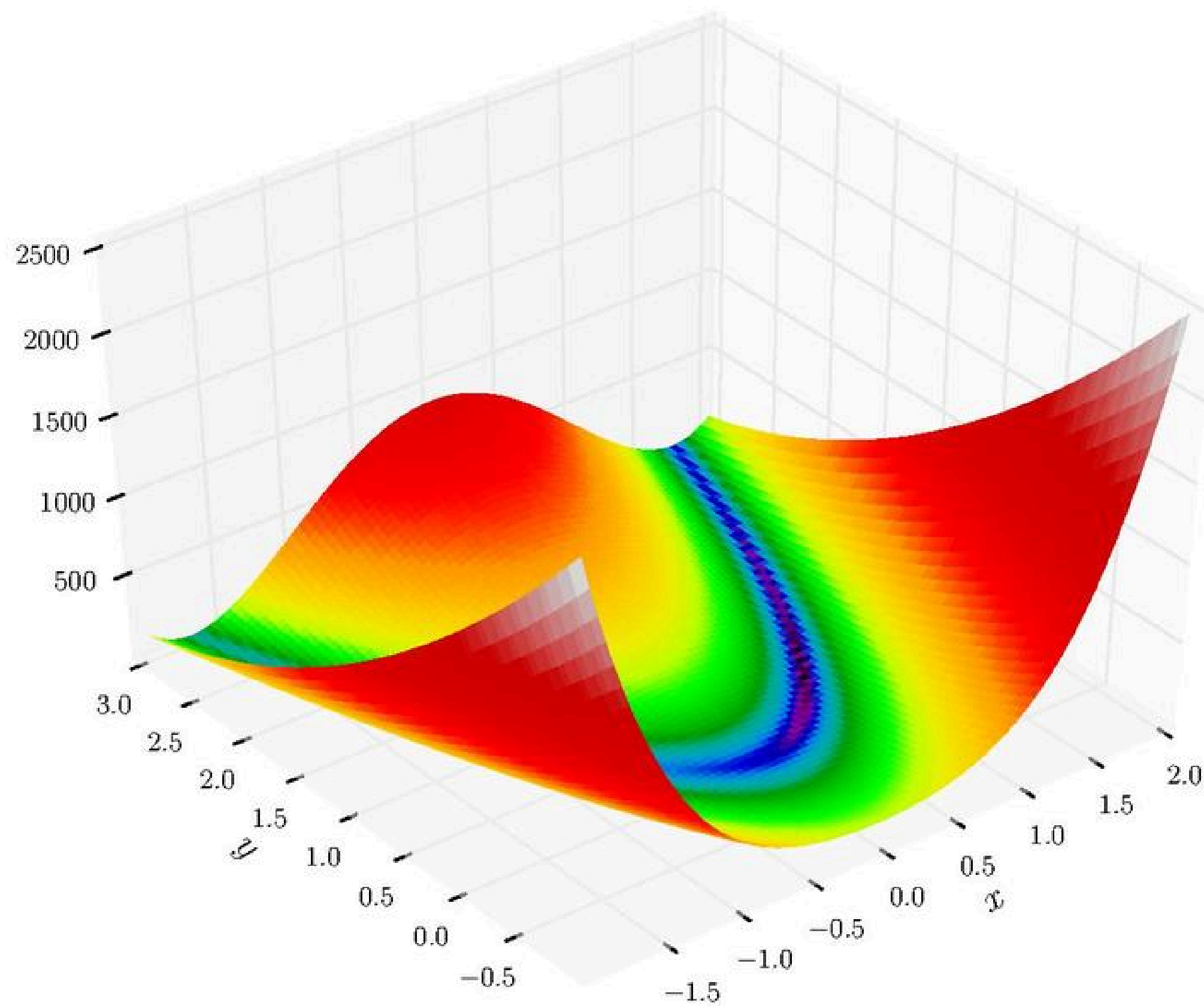


(a) $x \in [-2, 2]^2$



(b) $x \in [-20, 20]^2$

Rosenbrock



結果分析

在收斂的表現能看出，雖然越高維度的測試函數有著再多的最大迭代次數，但是每個維度都在相似的次數中完成收斂，可見在高維度測試函數中容易陷入局部最佳解，提高迭代次數無助得到更佳的结果，應調整其他參數增加算法的探索能力。

個體數量對算法性能的影響：

- 在2維Ackley函數的情況下，增加個體數量似乎對最佳適應度的改善影響不大，但在高維度的情況下，增加個體數量對算法性能的改善效果更加顯著。
- 對於10維和30維Ackley函數，隨著個體數量的增加，最佳適應度呈現明顯的下降趨勢，這可能是因為高維度空間中搜索更加困難，需要更多的個體數量才能獲得更好的結果。

測試函數的挑戰性：

- 隨著維度的增加，測試函數的挑戰性也增加，這在10維和30維Ackley函數的實驗結果中得到了體現。在高維度下，算法更難找到全局最優解，需要更多的個體數量和更長的搜索時間。

增加個體數量對於高維度函數的優化效果更加顯著，但在低維度下的影響相對較小。

THANK YOU

