

# AI-HW02 Assignment/智慧型資訊系統

作業說明：

Q1: 測試函數主要用於評估演算法的性能，通常是數學上已知的基準問題。理論上，函數 $f(\vec{x})$ 在給定的變數範圍內有一個(或以上)最佳解位置(記為 $\vec{x}^*$ )，其對應的是最佳函數值 $f_{\min} = f(\vec{x}^*)$ 。給定三個可擴展維度的測試函數 $f_1(\vec{x})$ 、 $f_2(\vec{x})$ 和 $f_3(\vec{x})$ ，其詳細資訊如表 1 所示，其中， $\vec{x} = [x_1, x_2, \dots, x_D]^T$  是變數向量； $x_i$  表示向量 $\vec{x}$ 的第 $i$ 維分量(元素)； $D$ 表示參數解空間的維度。  
[註:測試函數之變數向量類比於 AI 模型的參數向量]

表 1 測試函數相關資訊

函數名稱	函數	空間維度 $D$	變數範圍	理論最小值 $f_{\min}$ 及最佳解位置 $\vec{x}^*$
Rosenbrock	$f_1(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{D-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	依題目設定	$x_i \in [-5, 10]$ for $i = 1, 2, \dots, D$	$f_{\min} = 0$ at $\vec{x}^* = [0, 0, \dots, 0]^T$
Rastrigin	$f_2(\vec{x}) = 10 \times D + \sum_{i=1}^D [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$	依題目設定	$x_i \in [-5.12, 5.12]$	$f_{\min} = 0$ at $\vec{x}^* = [0, 0, \dots, 0]^T$
Griewank	$f_3(\vec{x}) = 1 + \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos(\frac{x_i}{\sqrt{i}})$	依題目設定	$x_i \in [-600, 600]$	$f_{\min} = 0$ at $\vec{x}^* = [0, 0, \dots, 0]^T$

作業結果須包含如下：

1. 在 $D = 2$ 的情形下，在給定變數範圍內，對 $x_1$ 及 $x_2$ 各自均勻取樣 $10^3$ 點，對成 $10^6$ 組(座標)數據對 $\{(x_{1,i}, x_{2,j}), i = 1, 2, \dots, 10^3, j = 1, 2, \dots, 10^3\}$ ，並將座標數據對 $(x_{1,i}, x_{2,j})$ 轉成一個向量，並將該座標數據對所形成的向量指定給向量 $\vec{x}$ 。將 $\vec{x}$ 代入函數 $f(\vec{x})$ 得出其值 $y_k$ 。將 $(x_{1,i}, x_{2,j})$ 與 $y_k$ 組成三維座標數據對 $(x_{1,i}, x_{2,j}, y_k)$ 。繼續如此步驟直到完成 $10^6$ 組三維座標數據對。為 $f_1(\vec{x})$ 、 $f_2(\vec{x})$ 和 $f_3(\vec{x})$ 的每一個函數，用其三維座標的 $10^6$ 數據對繪製成三維的立體圖，及並繪製函數的等高線圖。

2. 透過 RO、改良版 RO、PSO 以及 WOA 四種演算法搜尋 $f_1(\vec{x})$ 、 $f_2(\vec{x})$ 和 $f_3(\vec{x})$ 的最佳解位置( $\vec{x}^*$ )與最小值( $f_{\min}$ )，演算法疊代總次數 $n_T$ 。在 $D = 2$ 、10 及 30 的情況下， $n_T$ 分別為 300、1500 及 3000。群大小(Swarm size, 即粒子數量)記為 $n_{\text{swarm}}$ ，依解空間的維度 $D$ 不同而異。在 $D = 2$ 、10 及 30 的情況下， $n_{\text{swarm}}$ 分別設為 10、30、70 的粒子數量。群的這些粒子的位置向量以均勻隨機亂數在變數範圍內初始化。

實作結果呈現的部分，請將演算法之結果列於同張表格內，須包含四種演算法 RO、改良版 RO、PSO 以及 WOA，**重複實驗 15 次**，並計算這 15 次之最好、平均值、最差、標準差等 4 個實驗結果(詳細資訊如表 2 所示)。繪圖的部分，須將演算法隨疊代(iterations)最佳化之過程繪製成學習曲線圖(The figure of learning Curve; 亦即水平軸( $x$ 軸)是疊代次數，垂直軸( $y$ 軸)是測試函數值)。

表 2 結果表格範例(以 RO 為例)

RO	$D=2$	$D=10$	$D=30$
最好			
平均值			
最差			
標準差			

作業要求：

- (A) 每一題請測試程式的有效性並將測試結果依序詳細寫入作業報告。務求程式有效運作及正確測試結果。
- (B) 作業報告以能讓助教/老師清楚理解你的說明之邏輯為原則。
- (C) 作業說明未提及之部分參數可自行設定。
- (D) 自寫程式並將程式碼檔案(助教測試時使用)隨作業報告一起繳交，程式碼請以 Python/Matlab 為主，或是你熟悉的程式語言(請於 HW 報告中註明)。[勿使用內建函式、工具箱，須自寫程式。]

+++++

學術倫理：不可抄襲或被抄襲(含全部或部分；不拘校內或校外)，否則該成績歸零。  
繳交期限：依照 eeclass 教學系統設定之繳交期限。  
繳交方式：一律上傳到 eeclass 教學系統。

遲交處理規定：若遲交，該分數每2天扣10%，8天後分數歸零。

+++++

#### A. 作業/報告寫作格式

參考 eeclass 提供之報告格式(Single column; single space; 12pt font size; 2cm margins)

內容參考：封面頁(作業編號、題目、學生姓名、學號、日期等等)，以詳細清楚為原則，內容包含：{問題敘述、目標、理論方法說明、實作與結果、結論與心得、參考文獻、附件 ex.程式碼}

#### B. 作業報告命名規則

■ 作業：AI-HW-Number-YourName-ID

===== The End=====