國立臺灣大學工學院工業工程學研究所

柔性計算法與應用期末報告

向度人工蜂群演算法  
Directed Artificial Bee Colony

楊雲皓

指導教授：楊烽正 博士

中華民國111年01月

# 緒論

## 蜂群的行為模式

蜜蜂為一種群居昆蟲，雖然單個昆蟲的行為極其簡單，但是由單個簡單的個體所組成的群體卻表現出極其複雜的行為。真實的蜜蜂種群能夠在任何環境下，以極高的效率從花朵中採集花蜜；同時，它們的分工合作、群體智慧卻又能使其適應整體環境的改變。

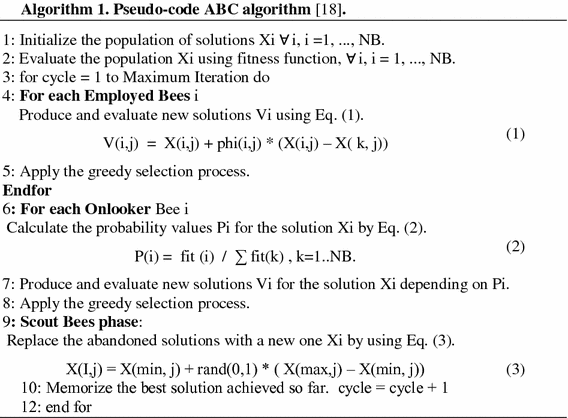
## 人工蜂群演算

人工蜂群演算法(Artificial Bee Colony, ABC)是由Karaboga於2005年提出的一種新穎的基於群智慧的全域性優化演算法，其直觀背景來源於蜂群的採蜜行為，蜜蜂根據各自的分工進行不同的活動，並實現蜂群資訊的共享和交流，從而找到問題的最優解，屬於群智慧演算法的一種。而向度人工蜂群演算法(Directed Artificial Bee Colony, dABC) 則在蜂群探索時依照過往經驗，提供方向資訊來優化演算過程。

人工蜂群產生群體智慧的最小搜尋模型包含基本的三個組成要素：食物源、被僱傭的蜜蜂和未被僱傭的蜜蜂。兩種最基本的行為模型：為食物源招募蜜蜂和放棄某個食物源。

# 方法與問題

## 演算法概觀



## 演算法物件

人工蜂群包含四個基本組成要素：食物源、僱傭蜂、觀察蜂與偵查蜂。以及兩種最基本的行為模型：為食物源招募蜜蜂和放棄某個食物源。

1. 食物源(Food Source)

食物源的價值由多方面因素決定，如：離蜂巢的遠近、包含花蜜的豐富程度和獲得花蜜的難易程度。使用單一的引數，食物源的“收益率”來代表以上各個因素。然而於連續優化問題中，則以目標函式定義。

1. 僱傭蜂(Employed Bee)

也稱引領蜂，其與所採集的食物源一對一對應。引領蜂儲存有食物源的相關資訊(相對與蜂巢的距離、方向和食物源的豐富程度等)並把這些資訊以一定的概率與其他蜜蜂分享。該概率通常由適應值訂定

1. 觀察蜂(Onlook Bee)

觀察蜂等在蜂巢裡面並通過與引領蜂分享相關資訊找到食物源，於選定特定食物源後出巢採集。易於接受有較佳食物源的僱傭蜂資訊

1. 偵查蜂(Scout Bee)

偵查蜂主要任務是尋找和開採食物源，由待在特定食物源過久的僱傭蜂所轉變而成，將搜尋新食物源。

## 迭代流程

每個僱傭蜂對應一個確定的蜜源(解向量)，並在迭代中對蜜源的領域進行搜尋。根據蜜源的豐富程度(適應值的大小)採用輪盤賭的方式僱傭觀察蜂採蜜(搜尋新蜜源)。如果蜜源多次更新沒有改進，則放棄該蜜源，僱傭蜂轉為偵查蜂搜尋新蜜源。

ABC可以運用於連續優化問題的求解之中，並與PSO、GA等演算法做比較。其每一迭代主要演算又可分為以下三大步驟：

1. 僱傭蜂於食物源周遭探索
2. 觀察蜂選擇僱傭蜂後探索
3. 偵查蜂尋找新食物源

# 系統的要求條件與函式應用

## **初始化**

依據群體個數()與僱傭比率()，隨機指派食物源給雇傭蜂()

## **僱傭蜂階段**

僱傭蜂於指派的食物源()周遭探索，若探索到更加食物源，則取代舊有食物源()，反之將維持不變。

## 觀察蜂階段

觀察蜂根據所有僱傭蜂的適應值()大小作為標準，進行隨機選擇。後至選定僱傭蜂於指派的食物源周遭探索，若探索到更加食物源，則取代舊有食物源，反之將維持不變。

## **偵查蜂階段**

經過多次探索後，若僱傭蜂指派之特定食物源周遭未能尋得最佳解時，則隨機指派食物源給該僱傭蜂，以求跳脫區域最佳進行搜尋。

## 有向度的探查模式

其中向度人工蜂群演算法在進行探索時將採納先前經驗()，初始時令；若向先該食物源(k)方向探索後取得更佳解，則令；若取得劣化解則令。以改善ABC求解時不依照經驗而隨機的搜尋方式。

# 標竿問題測試

在進行比較時，透過針對單一特定問題進行多次取平均的方式，來設法降低初始解對於求解器演化至迭代上限時，對歷史最佳解所造成的影響。

## Schwefe(30)

### 多次歷史最佳比較

迭代上限: 500, 代理人總數: 20, 測試次數: 20.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | Average | Deviation | Range | Median | Mode |
| **GA** | 0.314 | 0.461 | 1.794 | 0.11 | 0.01 |
| **PSO** | 9279.562 | 686.833 | 2822.526 | 9462.236 | 7747.687 |
| **ABC** | 1245.602 | 206.989 | 798.901 | 1243.628 | 780.339 |
| **dABC** | 2959.089 | 208.717 | 754.257 | 2928.164 | 2561.716 |

### 單一迭代收斂曲線

迭代上限: 1000、代理人總數: 20。

|  |
| --- |
| **GA (\*0.082)** |
|  |
|  |
| **PSO (\*9437.796)** |
|  |
|  |
| **ABC (\*509.693)** |
|  |
| **dABC (\*2850.505)** |
|  |

## Girewank (30)

### 多次歷史最佳比較

迭代上限: 500, 代理人總數: 20, 測試次數: 20

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | Average | Deviation | Range | Median | Mode |
| **GA** | 1.004 | 0.005 | 0.018 | 1.001 | 1 |
| **PSO** | 36.857 | 10.199 | 35.785 | 33.177 | 23.415 |
| **ABC** | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **dABC** | 1.053 | 0.037 | 0.129 | 1.039 | 1.01 |

### Girewank (30) 單一迭代收斂曲線

迭代上限: 1000、代理人總數: 20。

|  |
| --- |
| **GA (\*0.082)** |
|  |
|  |
| **PSO (\*9437.796)** |
|  |
|  |
| **ABC (\*509.693)** |
|  |
|  |
| **dABC (\*2850.505)** |
|  |

## Ackley (30)

### 多次歷史最佳比較

迭代上限: 500、代理人總數: 20、測試次數: 20。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | Average | Deviation | Range | Median | Mode |
| **GA** | 0.218 | 0.157 | 0.531 | 0.191 | 0.026 |
| **PSO** | 12.034 | 0.667 | 1.897 | 11.877 | 11.123 |
| **ABC** | 0.429 | 0.276 | 0.88 | 0.311 | 0.152 |
| **dABC** | 5.982 | 1.986 | 8.539 | 5.309 | 4.077 |

### Ackley(30) 單一迭代收斂曲線

迭代上限: 1000、代理人總數: 20。

|  |
| --- |
| **GA (\*0.042)** |
|  |
|  |
| **PSO (\*12.73)** |
|  |
|  |
| **ABC (\*0.001)** |
|  |

|  |
| --- |
|  |
| **dABC (\*5.705)** |
|  |

# 結論與建議

依據多次標竿問題測試與觀察之後，可以觀察出不同演算法於迭代過程之中，有不同的進化方向，像是粒子群演算法(PSO)多受到初始解的影響，且於演算過程中易陷入區域最佳解當中而無法脫出。基因演算法(GA)具快速收斂的特性，若給定足夠時間進行迭代則能逼近於全域最佳解。人工蜂群演算(ABC)也能在時間範圍內迅速收斂，且不被困於區域最佳解當中。向度人工蜂群演算(dABC)則在此連續優化問題之中略遜於人工蜂群演算，有著較緩慢的收斂過程，且受到初始解影響的幅度也比人工蜂群演算來的大。

# 參考文獻

Kıran, M. S., & Fındık, O. (2015). *A directed artificial bee colony algorithm.* Applied Soft Computing, 26, 454-462.

Karaboga, D. (2005). *An idea based on honey bee swarm for numerical optimization (Vol. 200, pp. 1-10)*. Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer engineering department.