**Bài toán: Tối ưu hóa phân hoạch cây trồng để đạt lợi nhuận tốt nhất**

**I. Phân tích bài toán**

**Mô tả bài toán:**

Cho một mảnh đất có diện tích cố định, bạn cần lựa chọn loại cây nào để trồng nhằm tối ưu hóa lợi nhuận trong một khoảng thời gian nhất định. Mỗi loại cây có các đặc điểm khác nhau về thời gian trồng, chi phí, và lợi nhuận. Bài toán yêu cầu tìm cách phân bổ diện tích đất trồng sao cho lợi nhuận đạt được là cao nhất trong thời gian cho trước, đồng thời thỏa mãn các ràng buộc về thời gian và chi phí.

**Input:**

* **Số lượng loại cây có thể trồng, tương ứng với số vùng được phân bổ trên mảnh đất (4 – 7)**
* **Diện tích đất (S):** Tổng diện tích đất có sẵn để trồng cây (m²).
* **Khoảng thời gian (T):** Thời gian tối đa cho phép để canh tác (tháng/năm).
* **Số lượng loại cây (N):** Số lượng loại cây có thể trồng.
* **Danh sách các loại cây:** Với mỗi loại cây iii (i = 1...N), có các thuộc tính sau:
* **Mã loại cây (Id\_i)**
  + **Tên loại cây (Name\_i)**
  + **Thời gian trồng (GrowthTime\_i):** Thời gian cần thiết để cây trưởng thành và thu hoạch (tháng/năm).
  + **Chi phí phân bón (FertilizerCost\_i):** Chi phí phân bón cho mỗi mét vuông đất (đơn vị tiền/m²).
  + **Chi phí hạt giống (SeedCost\_i):** Chi phí hạt giống cho mỗi mét vuông đất (đơn vị tiền/m²).
  + **Diện tích tối thiểu cần để trồng (MinArea\_i):** Diện tích nhỏ nhất yêu cầu để trồng loại cây này (m²).
  + **Lợi nhuận trên mỗi mét vuông (ProfitPerSqM\_i):** Lợi nhuận dự kiến trên mỗi mét vuông đất sau khi trồng xong (đơn vị tiền/m²).
  + **Mức độ chịu hạn (DroughtResistance\_i):** Khả năng chịu hạn của cây, được biểu diễn qua chỉ số từ 1 (thấp) đến 5 (cao).
  + **Mức độ tương thích với đất (SoilCompatibility\_i):** Độ tương thích của cây với loại đất hiện tại, cũng được biểu diễn qua chỉ số từ 1 đến 5.

**Output:**

* **Kế hoạch phân bổ cây trồng:** Xác định diện tích trồng cho mỗi loại cây sao cho tối ưu hóa lợi nhuận.
* **Lợi nhuận tối ưu (MaxProfit):** Tổng lợi nhuận tối đa có thể đạt được trong khoảng thời gian TTT.

**Các ràng buộc:**

1. **Diện tích đất khả dụng:** Tổng diện tích đất được phân bổ cho tất cả các loại cây không vượt quá diện tích đất có sẵn.

C:\Users\Asus\AppData\Local\Temp\ksohtml8576\wps1.jpg

Với Areai​ là diện tích được phân bổ cho loại cây thứ i.

1. **Thời gian trồng:** Tổng thời gian trồng của các loại cây không vượt quá thời gian T.

C:\Users\Asus\AppData\Local\Temp\ksohtml8576\wps2.jpg

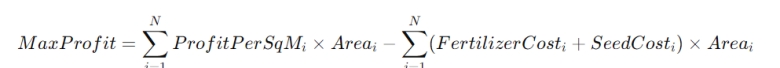
1. **Diện tích tối thiểu:** Diện tích phân bổ cho mỗi loại cây phải thỏa mãn điều kiện diện tích tối thiểu.

C:\Users\Asus\AppData\Local\Temp\ksohtml8576\wps3.jpg

1. **Chi phí:** Tổng chi phí trồng không vượt quá ngân sách cho phép (nếu có ràng buộc về ngân sách).
2. **Tương thích cây trồng với đất:** Cây chỉ được trồng nếu mức độ tương thích với đất đủ cao, ví dụ như chỉ trồng các loại cây có mức độ tương thích >3.
3. **Khả năng chịu hạn:** Trong trường hợp đất có điều kiện khô cằn, ưu tiên trồng những loại cây có khả năng chịu hạn cao.
4. **Cây tương thích theo mùa vụ**
5. **Luân canh cây trồng:** Không trồng 2 loại cây trên cùng một mảnh đất liên tục
6. Tính chất tương tác giữa các loại cây: Một số loại cây khi trồng gần nhau có thể giúp tăng năng suất (cộng sinh) hoặc giảm năng suất (cạnh tranh). Phân bổ cây trồng phải tính đến các tương tác này.
7. Hạn chế về nguồn tài nguyên (nước, nhân công): Tổng nhu cầu nước và nhân công của tất cả các loại cây không được vượt quá nguồn lực sẵn có (ví dụ, nguồn nước tưới tiêu hoặc nhân công).
8. **Sự đa dạng của cây trồng:** Để giảm thiểu rủi ro do thị trường, sâu bệnh hoặc khí hậu, nên trồng ít nhất 𝑘 loại cây khác nhau trên mảnh vườn này.

**Mục tiêu:**

* **Tối ưu hóa lợi nhuận:** Tối đa hóa tổng lợi nhuận từ các loại cây.

​

**Phương pháp giải quyết:**

* **Thuật toán khủng long bạo chúa**

**II. Áp dụng thuật toán khủng long vào bài toán phân hoạch cây trồng**

**1. Khởi tạo quần thể**

Khởi tạo quần thể có n mảnh đất diện tích bằng nhau ( S cố định), mỗi mảnh đất là một cá thể.

Mỗi mảnh đất sẽ được phân bổ ngẫu nhiên k vùng tương ứng với số lượng loại cây được trồng trên mảnh đất.

Giả sử: Cho một mảnh đất có diện tích cố định là 1000 mét vuông. Trên mảnh đất được phép trồng 4 loại cây, tương ứng sẽ có 4 vùng trên mảnh đất.

Khởi tạo 5 mảnh đất có diện tích 1000 mét vuông.

Mỗi mảnh đất sẽ được phân bổ diện tích 4 vùng khác nhau.

S2

S1

|  |  |
| --- | --- |
| A1 | B1 |
| C1 | D1 |

|  |  |
| --- | --- |
| A2 | B2 |
| C2 | D2 |

|  |  |
| --- | --- |
| A4 | B4 |
| C4 | D4 |

S4

S5

S3

|  |  |
| --- | --- |
| A3 | B3 |
| C3 | D3 |

|  |  |
| --- | --- |
| A5 | B5 |
| C5 | D5 |

**2. Chọn loại cây trồng và luân canh**

Để thuận tiện cho việc canh tác, mỗi mảnh đất sẽ có k người theo dõi và chăm sóc.

Khởi tạo k mảng động một chiều lưu các biến số để thuận tiện cho việc theo dõi, lựa chọn loại cây trồng và luân canh.

Mỗi mảng sẽ lưu các thông tin như:

Aj = [ Ma, S, Pr, Cj, Puj, ID\_i, …]

Bj = [ Mb, S, Pr, C, Pu, ID\_i, …]

Cj = [ Mc, S, Pr, C, Pu, ID\_i, …]

Dj = [ Md, S, Pr, C, Pu, ID\_i, …]

*Trong đó:*

*M(a,b,c,d): Tổng Tháng được cập nhật từ khi bắt đầu trồng đến khi kết thúc, đảm bảo T <= Ttotal (tháng)*

*S: Diện tích của vùng đất được chia (m2)*

*Pr: Tổng Lợi nhuận của mỗi loại cây/S*

*C: Tổng Chi phí của mỗi loại cây/S*

*Pu: Tổng tiền phạt (Các loại cây có thể cho ra năng suất không như dự kiến, vì không phù hợp về điều kiện tương thích đất, khả năng chịu hạn, hoặc thời gian thu hoạch không đáp ứng )*

*ID\_i: Mã loại cây sẽ được trồng, các mã loại cây trồng được đặt từ vị trí thứ 5 trở đi trên mảng.*

Bảng ước lượng tiền phạt:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Khả năng chịu hạn** | **Phạt** | **Tương thích đất** | **Phạt** | **Thời gian** | **Phạt** |
| 1 | -10.000.000 | 1 | -10.000.000 | Dư | -50.000.000 |
| 2 | -8.000.000 | 2 | -8.000.000 | Thiếu | -50.000.000 |
| 3 | -1.000.000 | 3 | -1.000.000 |  |  |
| 4 | -200.000 | 4 | -200.000 |  |  |
| 5 | 0 | 5 | 0 |  |  |

**Luân canh:**

Nhận biết: **min[Ma, Mb, Mc, Md],** tức vùng có Tháng nhỏ nhất sẽ được chọn luân canh cây trồng.

*Điều kiện luân canh cây trồng:*Không trồng 2 loại cây trên cùng một mảnh đất liên tục.

ID\_i: Mã loại cây sẽ được trồng, các mã loại cây trồng được đặt từ vị trí thứ 5 trở đi trên mảng, tức i = 5, i++

Dựa vào các mảng trên, loại cây được chọn phải đảm bảo:

Nếu Aj luân canh thì: Aj[i + 1] Bj, Cj, Dj [i]

Nếu Bj luân canh thì: Bj[i + 1] Aj, Cj, Dj [i]

Nếu Cj luân canh thì: Cj[i + 1] Aj, Bj, Dj [i]

Nếu Dj luân canh thì: Dj[i + 1] Aj, Bj, Cj [i]

*Lựa chọn cây trồng:*

Lọc danh sách loại cây để lấy những loại đủ điều kiện về tháng, về mùa.

Lựa chọn loại cây phải đảm bảo:

Diện tích đã phân bổ **Diện tích tối thiểu cần để trồng**

Sau đó chọn ra cây có:

P = Lợi nhuận – Chi phí là Max để trồng.

**Tính Fitness1: F = Tổng lợi nhuận – Tổng chi phí – Tổng phạt**

Sau khi phân bổ diện tích, lựa chọn cây trồng và luân canh, ta tiến hành tính Fitness để biết được mảnh đất nào đang là tốt nhất.

Để khám phá không gian tìm kiếm, tăng đa dạng về quần thể do đó mảnh đất sẽ được phân bổ lại diện tích:

**Đối với mảnh đất có Fitness tốt nhất:**

Nếu rand() < 0.4: Phân bổ lại diện tích mảnh đất dựa vào mảnh đất tốt nhất. Ngược lại, phân bổ ngẫu nhiên diện tích mảnh đất. Sau khi phân bổ, thực hiện bước chọn lọc loại cây trồng và luân canh.

**Đối với các mảnh đất còn lại:**

Nếu rand() < 0.2: Phân bổ lại diện tích mảnh đất dựa vào mảnh đất tốt nhất. Ngược lại, phân bổ diện tích dựa vào mảnh đất cũ. Sau khi phân bổ, thực hiện bước chọn lọc loại cây trồng và luân canh.

dựa vào ⬄ gần giống, không giống 100%

**Tính Fitness2: F = Tổng lợi nhuận – Tổng chi phí – Tổng phạt**

**3. So sánh cải thiện**

* Nếu F1 < F2: Tốt hơn, tiếp tục cải thiện
* Nếu F1 > F2: Không tốt hơn, thực hiện lại với quần thể trước đó