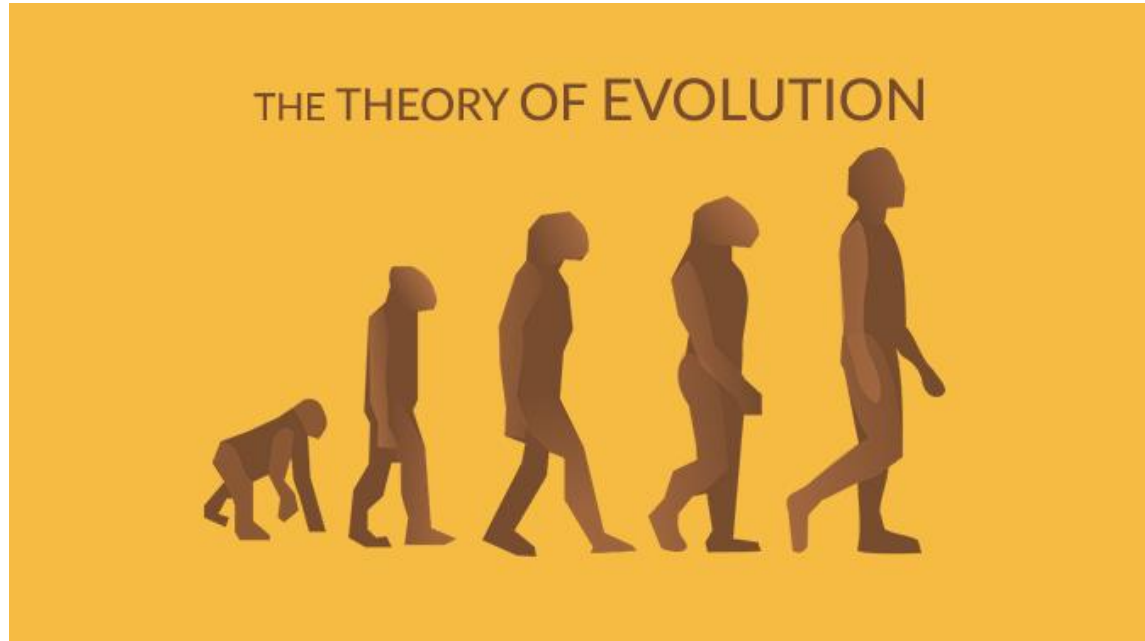


Giải thuật di truyền

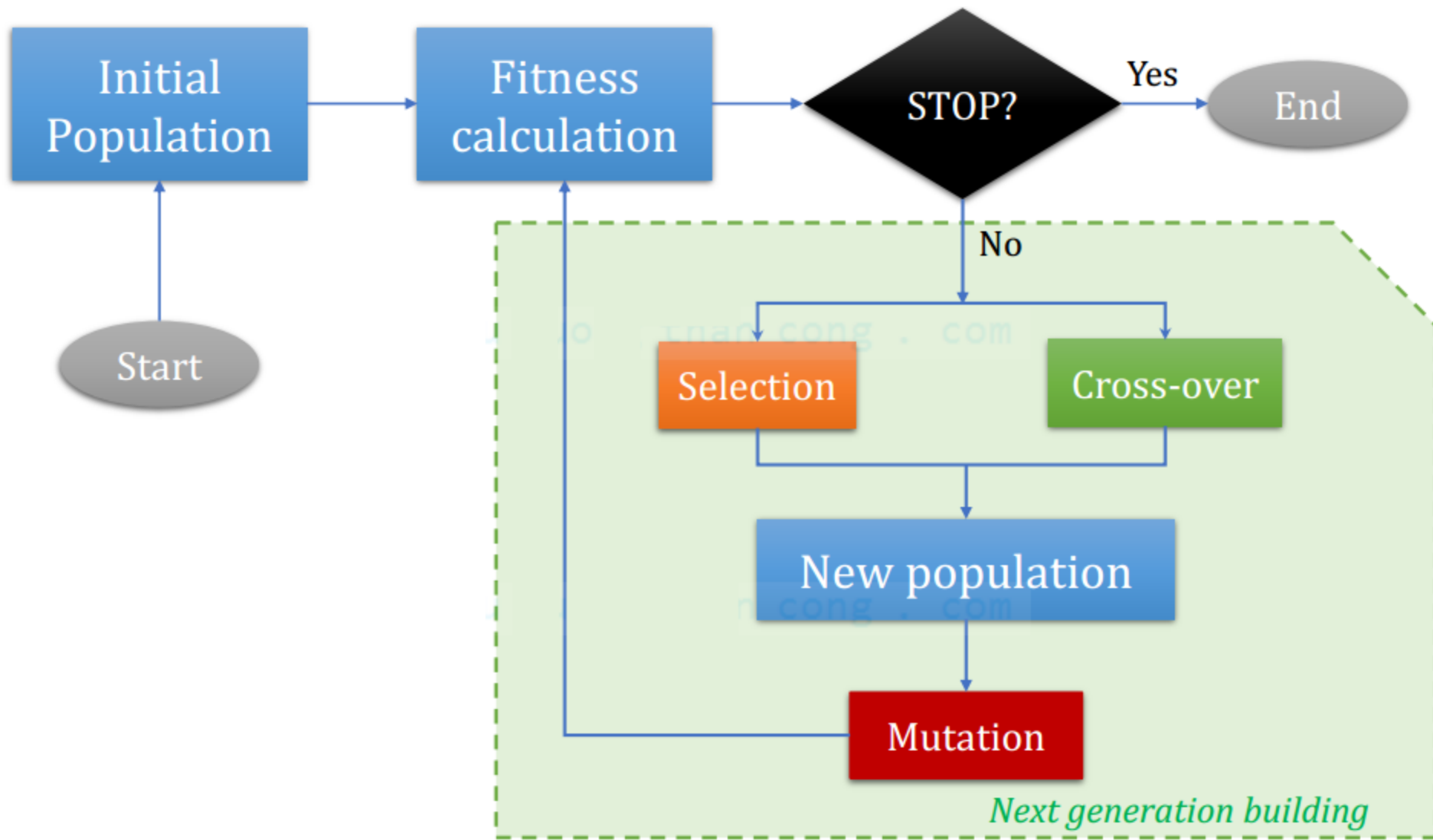
# Ý tưởng chính



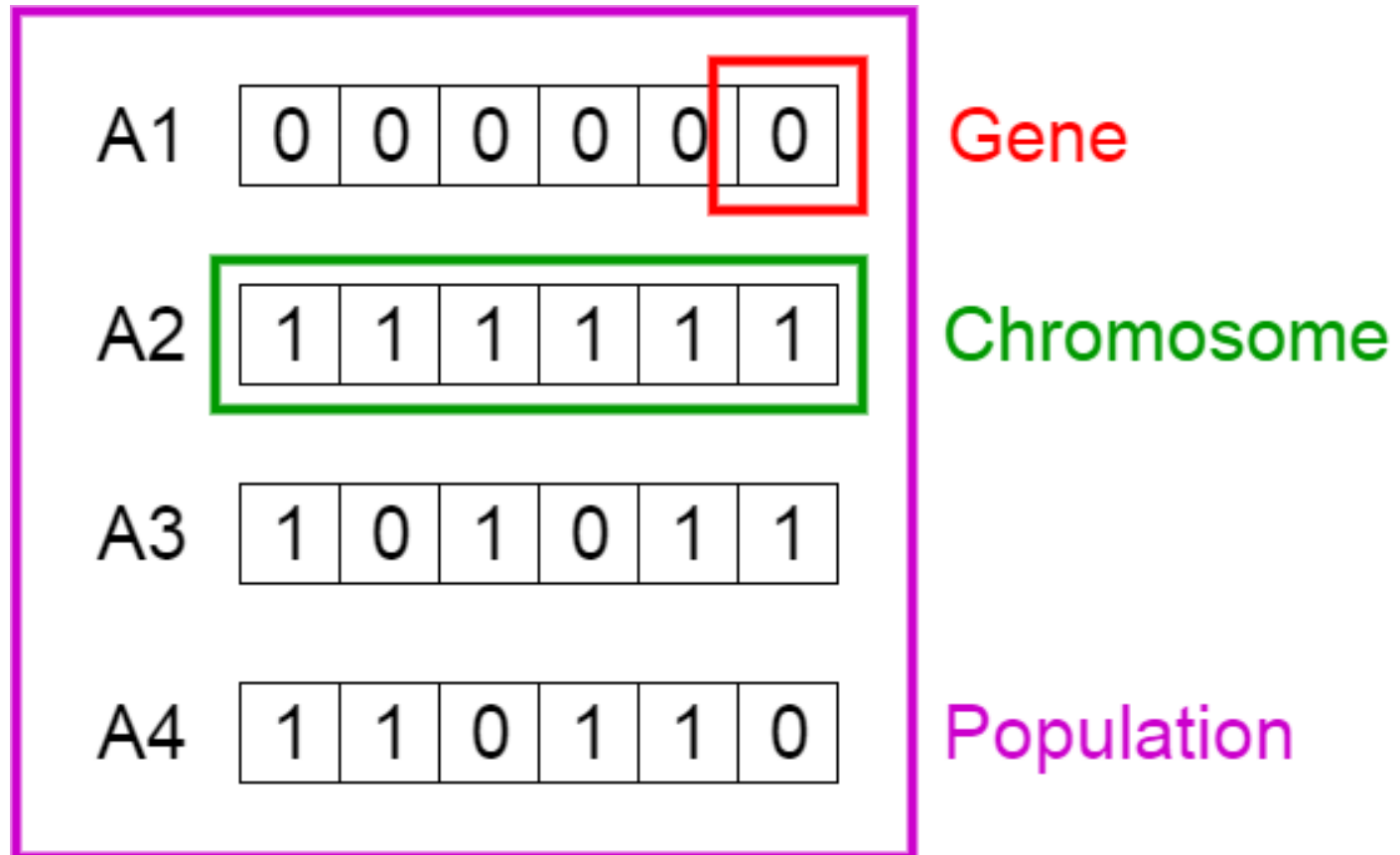
- Mô phỏng qui luật đấu tranh sinh tồn của tự nhiên. Những sinh vật biến **tiến hóa để thích nghi** với hoàn cảnh sẽ tồn tại và phát triển
- Hiệu quả đối với các loại bài toán tối ưu

# Các giai đoạn giải quyết vấn đề

1. **Chọn mô hình** (model, nhiễm sắc thể) để tượng trưng cho các giải pháp. Các mô hình có thể là dãy những số nhị phân, thập phân và có thể là chữ hay hỗn hợp của chữ và số.
2. Khởi tạo quần thể ban đầu
3. **Chọn hàm số thích nghi (fitness)** để đánh giá các giải pháp
4. Tiếp tục các hình thức biến hóa cho đến khi đạt được giải pháp tốt nhất:
  - ✓ Chọn lọc
  - ✓ Lai ghép (cross over)
  - ✓ Đột biến (mutation)
5. Tính hệ số thích nghi cho các giải pháp mới. Loại bỏ những giải pháp kém.
6. Nếu chưa tìm được giải pháp tối ưu hay tương đối khá nhất hay chưa hết hạn kỳ ấn định, trở lại bước 3 để tìm giải pháp mới.
7. Tìm được giải pháp tối ưu hoặc nếu thời gian cho phép đã chấm dứt thì báo cáo kết quả tính được.



# Khởi tạo quần thể

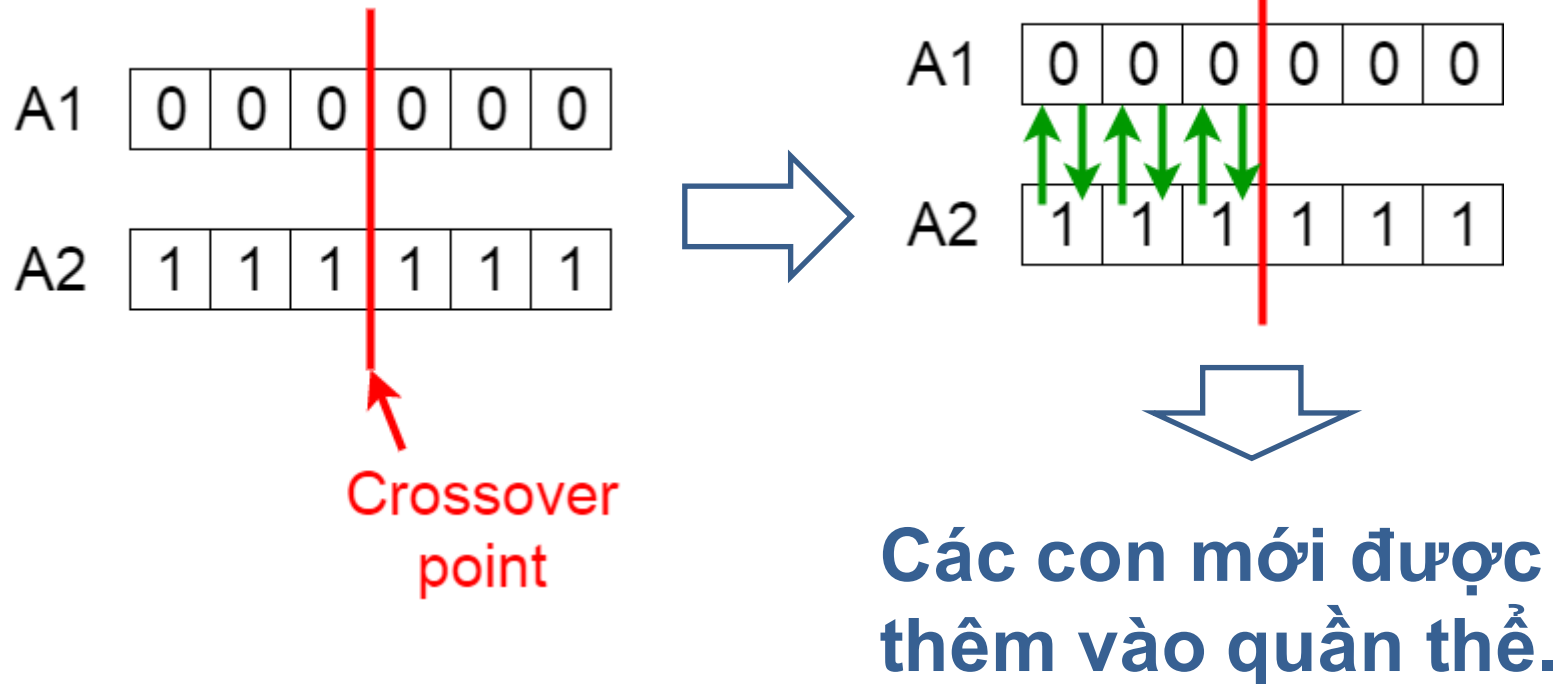


# Các phương thức tiến hóa

- Chọn cá thể (select)
  - Toán tử này là một phiên bản mô phỏng của quá trình chọn lọc tự nhiên
  - Mỗi cá thể được bảo lưu cho vòng tạo sinh tiếp sau tùy vào **giá trị thích nghi**.
  - Giá trị thích nghi  $f(i)$  được xác định đối với mỗi cá thể trong quần thể. Giá trị này càng lớn thì cá thể được coi là hợp lý.

# Các phương thức tiến hóa (tt)

- Lai ghép (cross over)



# Các phương thức tiến hóa (tt)

- Đột biến (mutation)
  - Việc thay đổi trị số của một số trong dãy số, thí dụ 0 thành 1 hoặc 1 thành 0, cho trường hợp dãy số theo hệ nhị phân.
  - Lại ghép dùng những thông tin có sẵn trong thành phần của thể hệ trước và truyền lại cho thể hệ sau; trong khi đó đột biến tạo ra những tin tức hoàn toàn mới.

Before Mutation

A5 

1	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---

After Mutation

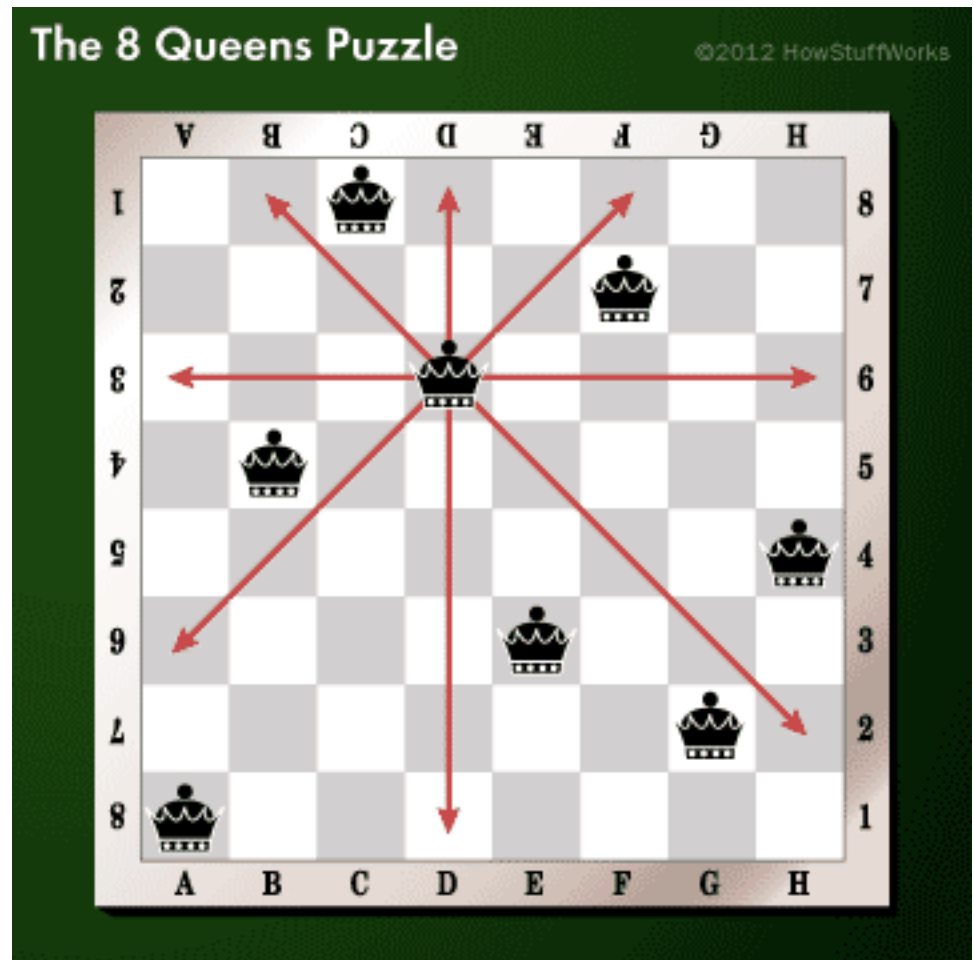
A5 

1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---



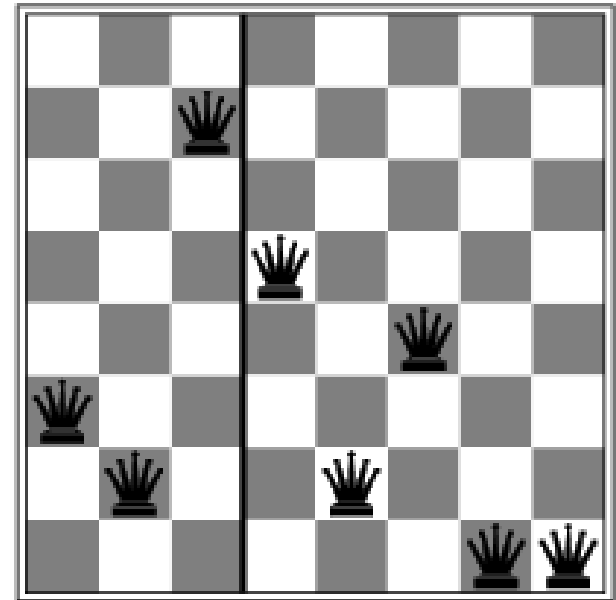
# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu

- Biểu diễn giải pháp?
- Hàm thích nghi?
- Lai ghép?
- Đột biến?



# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu

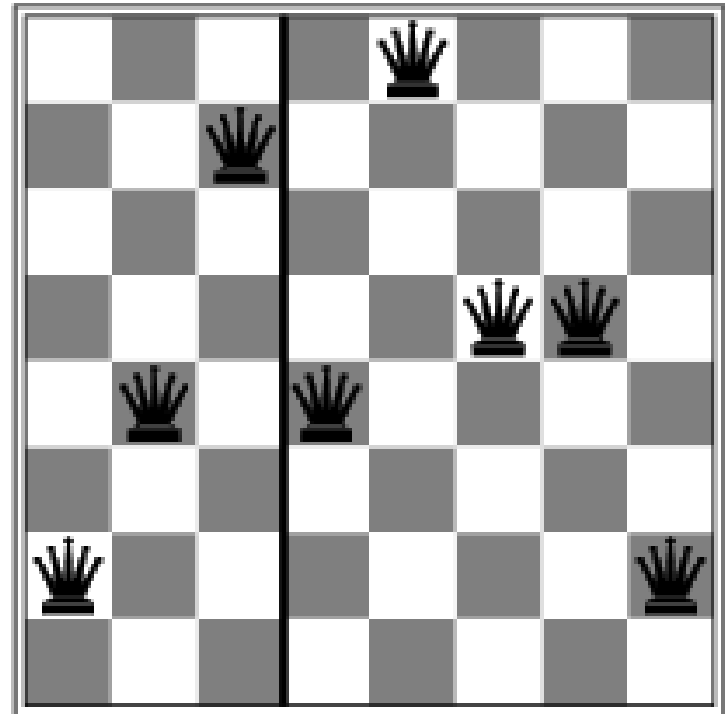
- **Biểu diễn giải pháp:** Sử dụng vector số nguyên  $v=(h_1, h_2, \dots, h_i, \dots, i_8)$  để biểu diễn vị trí của 8 con hậu tại các cột



(3,2,7,5,2,4,1,1)

# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu

- Biểu diễn giải pháp:

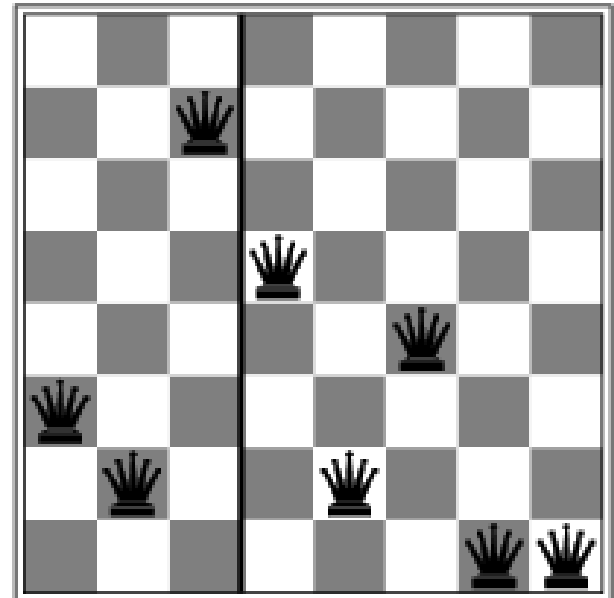


(\_,\_,\_,\_,\_,\_,\_,\_)

(2,4,7,4,8,5,5,2)

# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu

- **Hàm thích nghi:** số lượng các đôi hậu không khống chế nhau (min = 0, max =  $8 \times 7/2 = 28$ )

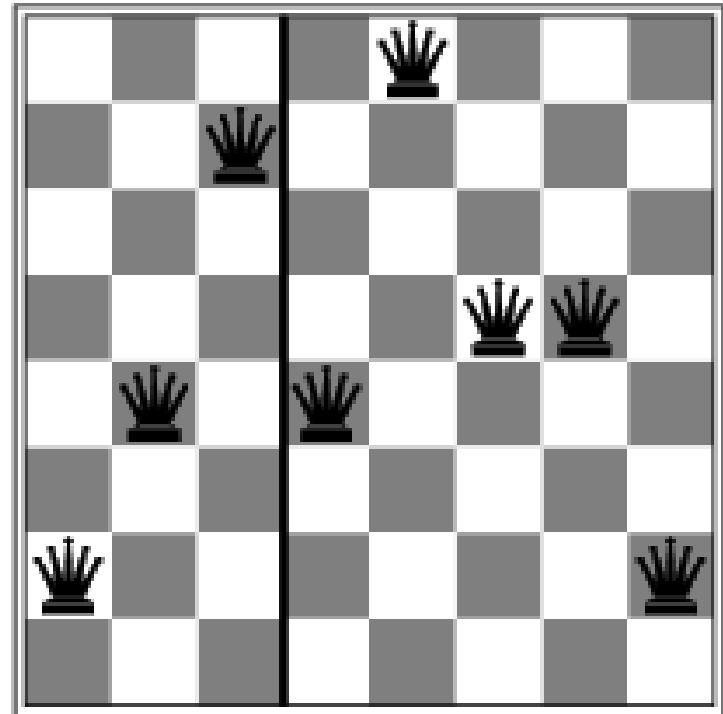


$f = ?$

$f = 23$

# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu

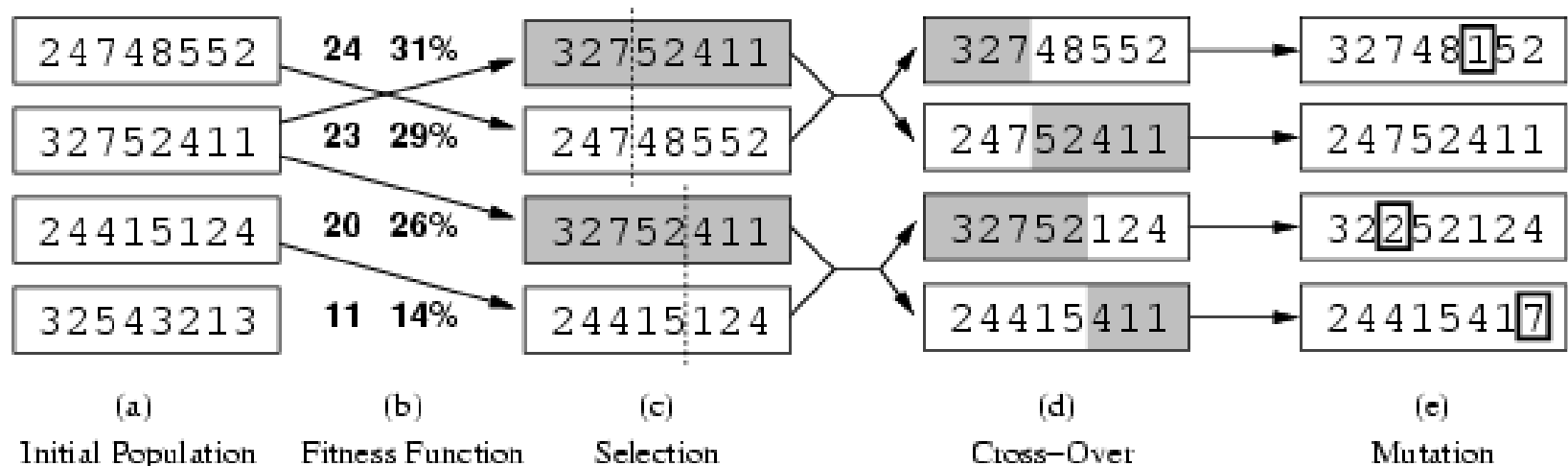
- Hàm thích nghi:



(  $f = ?$  )

(  $f = 24$  )

# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu



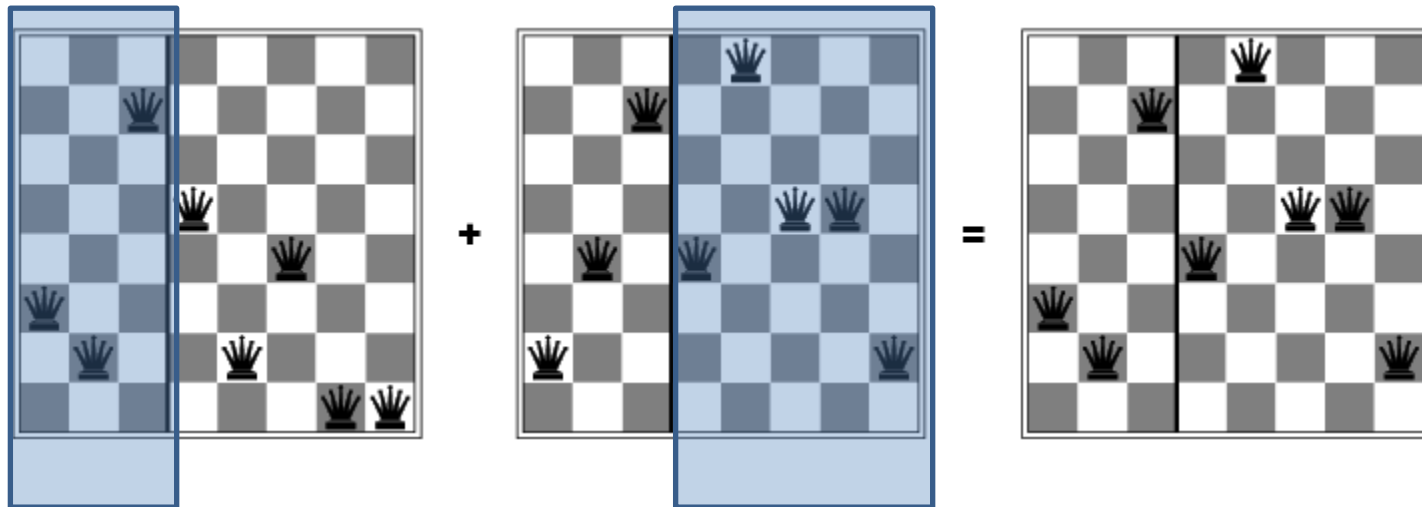
4 trạng thái

2 cặp của 2 trạng thái được chọn ngẫu nhiên dựa trên hàm thích nghi. Chọn ngẫu nhiên điểm đột biến

Trạng thái sau lai ghép

Đột biến ngẫu nhiên

# Giải thuật di truyền cho bài toán 8 hậu



# Giải thuật di truyền

```
function GENETIC_ALGORITHM( population, FITNESS-FN) return an individual
  input: population, a set of individuals
         FITNESS-FN, a function which determines the quality of the individual
  repeat
    new_population  $\leftarrow$  empty set
    loop for i from 1 to SIZE(population) do
      x  $\leftarrow$  RANDOM_SELECTION(population, FITNESS_FN)
      y  $\leftarrow$  RANDOM_SELECTION(population, FITNESS_FN)
      child  $\leftarrow$  REPRODUCE(x,y)
      if (small random probability) then child  $\leftarrow$  MUTATE(child)
      add child to new_population
    population  $\leftarrow$  new_population
  until some individual is fit enough or enough time has elapsed
  return the best individual
```



# Ví dụ

Tại các trung tâm điện lực, tới ngày, nhân viên đọc điện kế phải đi đến một số nhà để ghi số điện tiêu thụ trong tháng qua. Tuy số nhà phải đọc trong ngày đã có quy định, nhưng bắt đầu từ đâu và theo lộ trình nào ngắn nhất để hoàn tất công việc.

# Ví dụ

- 1. Biểu diễn giải pháp của vấn đề
  - Sử dụng vector số nguyên  $\mathbf{v} = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  để biểu diễn một lộ trình từ  $i_1$  đến  $i_2, \dots$  từ  $i_{n-1}$  đến  $i_n$  rồi trở lại ( $\mathbf{v}$  là một hoán vị của  $(1, 2, \dots, n)$ )
  - Ví dụ:  $(1\ 3\ 2\ 5\ 4\ 6\ 9\ 8\ 7)$ : nhân viên đi đến nhà số 1 đầu tiên, rồi từ nhà số 1 đi đến nhà số 3, rồi số 2, ... từ nhà số 8 đến nhà số 7, rồi trở về

# Ví dụ

- 2. Khởi tạo quần thể ban đầu
  - Khởi tạo quần thể ban đầu bởi tập hợp mẫu **hoán vị ngẫu nhiên** của các số (1, 2, 3, ..n)
  - Ví dụ:
    - (1 2 3 4 5 6 7 8 9)
    - (2 3 4 5 1 6 7 8 9)

# Ví dụ

- 3. Tìm hàm đánh giá
  - Để đánh giá từng vector biểu diễn lộ trình (nhiệm sắc thể trong quần thể), chúng ta tính **tổng khoảng cách của lộ trình ứng với vector** biểu diễn dựa vào đích di chuyển giữa các vị trí.
  - Giải pháp nào có lộ trình ngắn nhất thì giải pháp đó sẽ là tối ưu.

# Bài tập

Một du khách muốn thăm những thành phố anh quan tâm; mỗi thành phố thăm qua đúng một lần; rồi trở về điểm khởi hành. Biết trước chi phí di chuyển giữa hai thành phố bất kỳ. Yêu cầu của bài toán là xây dựng một lộ trình thỏa các điều kiện trên với tổng chi phí nhỏ nhất.

# Bài tập

- Đánh số các thành phố và dùng một vector nguyên để biểu diễn một nhiễm sắc thể lộ trình  $v = \langle i_1, i_2, \dots, i_n \rangle$  biểu diễn một lộ trình: từ  $i_1$  đến  $i_2 \dots$ , từ  $i_{n-1}$  đến  $i_n$  và trở về  $i_1$  ( $v$  là một hoán vị của vector  $\langle 1, 2, \dots, n \rangle$ )
- Hàm lượng giá chính là chi phí của lộ trình.

# Lập thời khóa biểu cho trường học

Có một danh sách các giáo viên, một danh sách các khoảng thời gian, một danh sách các lớp. Bài toán cần tìm thời khóa biểu tối ưu (giáo viên – thời gian – lớp); hàm mục tiêu phải thỏa những mục tiêu này (các ràng buộc mềm) gồm: Có một số giờ được xác định trước cho mỗi giáo viên và mỗi lớp; Chỉ một giáo viên trong một lớp vào một giờ nhất định; Một giáo viên không thể dạy hai lớp cùng lúc; Đối với mỗi lớp được xếp thời khóa biểu vào một khoảng thời gian, phải có một giáo viên... Ngoài ra còn có các mục tiêu sơ phạm như trải một số lớp ra nguyên tuần, những mục tiêu thuộc cá nhân như những giáo viên hợp đồng không phải dạy buổi chiều, và các mục tiêu về tổ chức như mỗi giờ có một giáo viên bổ sung sẵn sàng chỗ dạy tạm thời.

# Lập thời khóa biểu cho trường học

- Biểu diễn nhiệm sắc thể: ma trận
  - Mỗi hàng tương ứng với một giáo viên
  - Mỗi cột tương ứng với một giờ
  - Các phần tử của ma trận  $R$  là các lớp
- Các ràng buộc chủ yếu được xử lý bởi các toán tử di truyền và thuật giải sửa chữa được sử dụng để loại bỏ những trường hợp mà có nhiều hơn một giáo viên xuất hiện trong cùng một lớp vào cùng một giờ.



# Tài liệu tham khảo

- Anh, Phan Việt, and Bùi Thu Lâm. "Giải thuật di truyền và ứng dụng trong hỗ trợ lập lịch điều hành công tác bệnh viện." *Chuyên san Công nghệ thông tin và Truyền thông*-Số 2 (2013): 95-98.
- Hương, T. T. K., & Chi, T. N. T. N. **GIẢI THUẬT DI TRUYỀN (GAs) VÀ CÁC ỨNG DỤNG**.
- Tuấn, Đồng Văn. *Giải thuật di truyền và bài toán lập thời khóa biểu*. Diss. Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông, 2014.
- <https://towardsdatascience.com/introduction-to-genetic-algorithms-including-example-code-e396e98d8bf3>
- Rất nhiều bài báo nói về ứng dụng của giải thuật di truyền trên Google Scholar