

BÁO CÁO MÔN HỌC

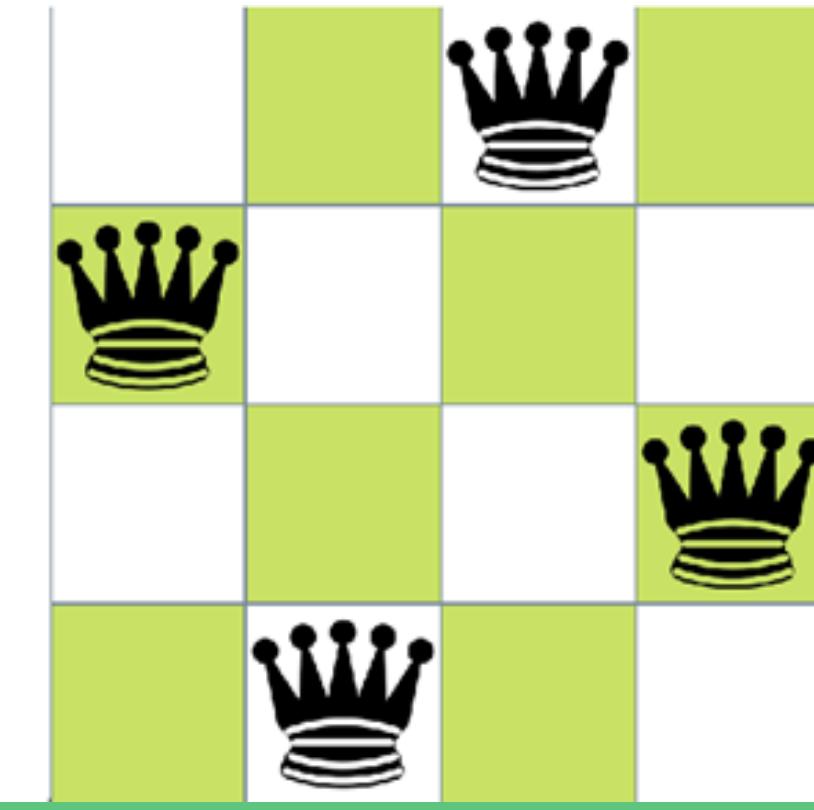
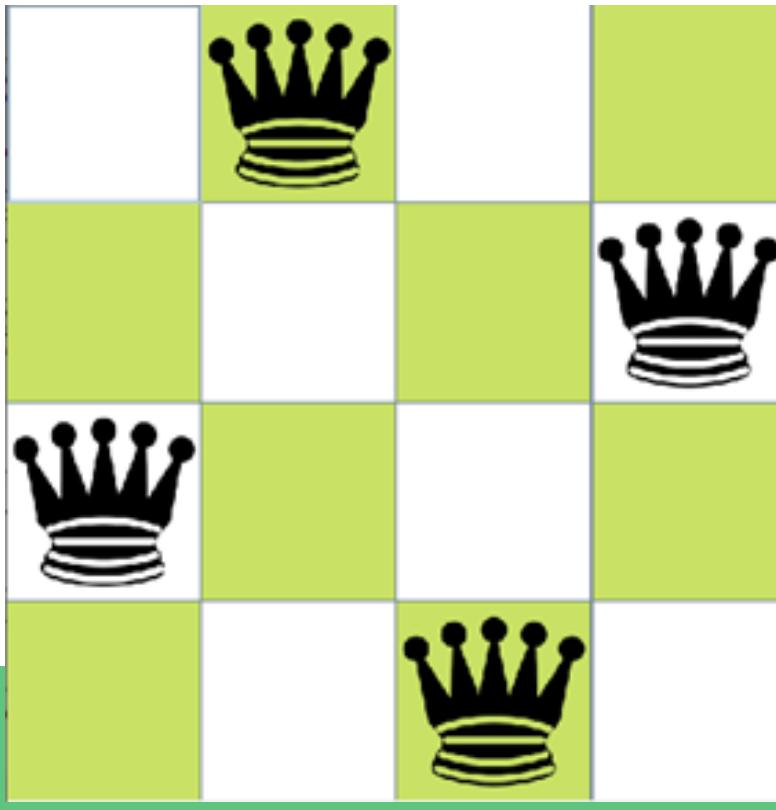
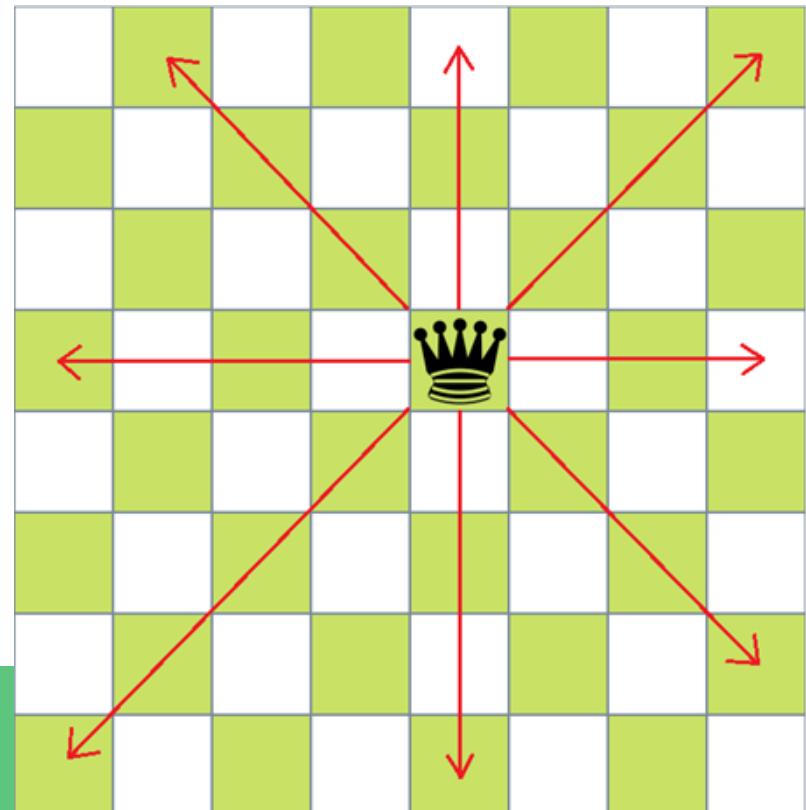
TRÍ TUỆ NHÂN TẠO NÂNG CAO

NHÓM 5

Họ và tên	MSSV	Phân công
Quách Thanh Nhã (Nhóm trưởng)	3121410357	Làm Word, Poworpoint
Nguyễn Duy Tân	3121410443	N Queens
Hà Lý Gia Bảo	3121410068	Traveling Salesman problem

BÀI TOÁN N QUEENS

Đây là một trong những bài toán kinh điển trong trí tuệ nhân tạo và tối ưu hóa. Mục tiêu là đặt N quân hậu (queen) lên bàn cờ có kích thước $N \times N$ sao cho không có hai quân hậu nào tấn công nhau (tức là không cùng hàng, cùng cột hoặc cùng đường chéo).



BẢNG SO SÁNH HIỆU SUẤT (100 TRIALS MỖI THUẬT TOÁN)

Thuật toán	Kích thước	Thời gian TB	Conflicts TB	Tỷ lệ thành công
Steepest-Ascent HC	4	0.121 ms	64	430%
Stochastic HC 1	4	0.131 ms	78	350%
Stochastic HC 2	4	1.145 ms	80	320%
Simulated Annealing	4	0.587 ms	5	950%
Steepest-Ascent HC	8	1.516 ms	130	110%
Stochastic HC 1	8	2.062 ms	134	120%
Stochastic HC 2	8	2.362 ms	149	100%
Simulated Annealing	8	1.690 ms	124	120%

PHÂN TÍCH KẾT QUẢ N=4

Phân tích kết quả n=4

- Quan sát:

- + Simulated Annealing vượt trội với 95% tỷ lệ thành công
- + Hill climbing thông thường chỉ đạt 32-43% do bị kẹt local optima
- + Conflicts trung bình của SA (0.05) gần như = 0, trong khi HC ≥ 0.64

- Giải thích:

- + Với n=4, không gian trạng thái nhỏ \rightarrow SA dễ dàng explore toàn bộ
- + Nhiệt độ ban đầu $T=100$ đủ lớn để thoát local optima
- + Hill climbing bị kẹt sớm do không có cơ chế escape

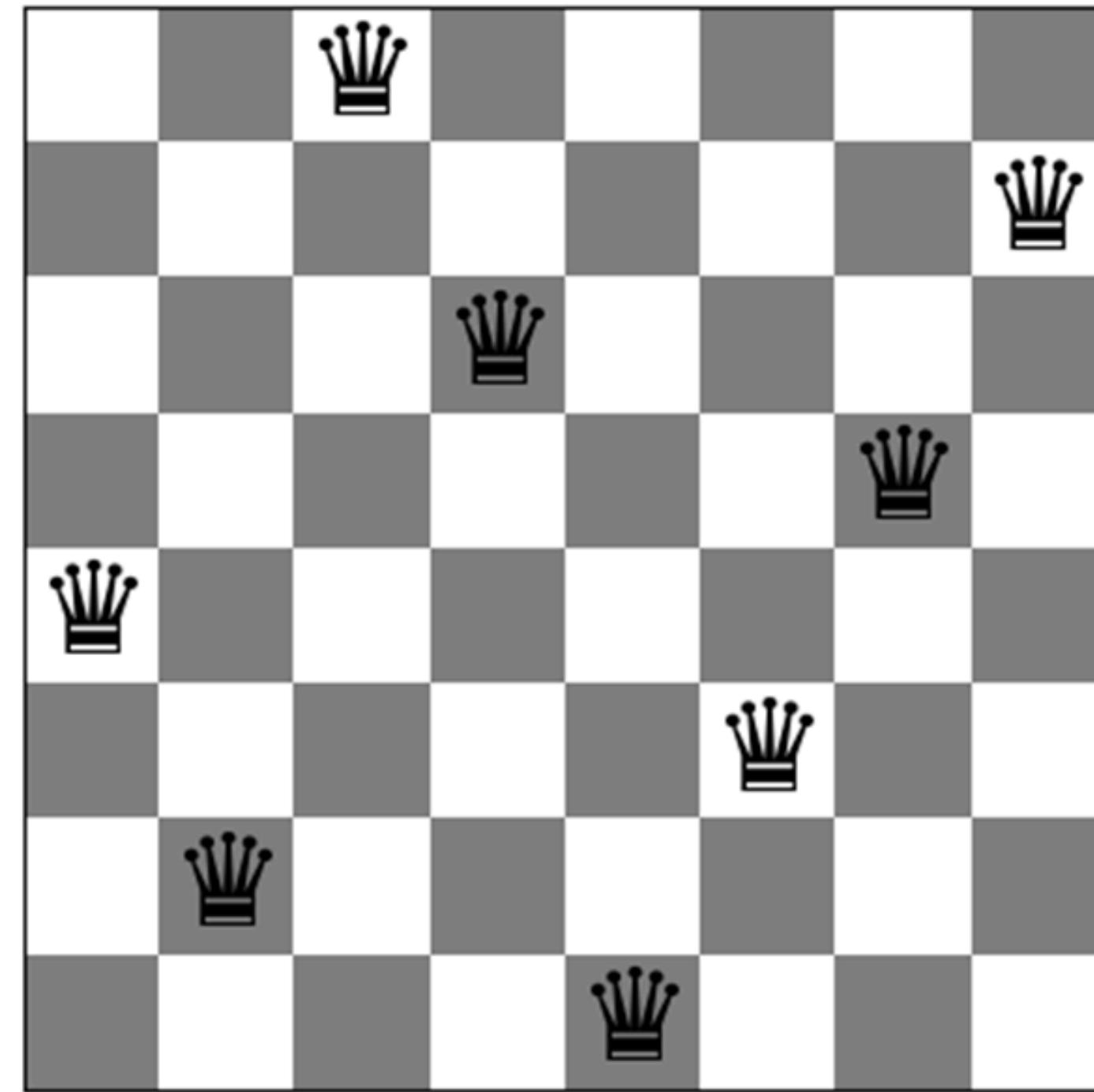
PHÂN TÍCH KẾT QUẢ N=8

- Quan sát:
 - + Tỷ lệ thành công GIẢM MẠNH cho tất cả thuật toán (10-12%)
 - + Thời gian tăng ~10-15 lần so với n=4
 - + SA vẫn cho kết quả tương đương hoặc tốt hơn HC
- Giải thích:
 - + Không gian trạng thái lớn hơn nhiều ($8^8 \approx 16.7$ triệu)
 - + Nhiều local optima hơn → khó tìm global optimum
 - + Cần random restarts hoặc tăng số iteration

STEEPEST-ASCEND HILL CLIMBING SEARCH

```
== Steepest-Ascent Hill Climbing ==
Initial board: [4 4 0 1 7 1 7 1]
Initial conflicts: 8

Final board: [4 6 0 2 7 5 3 1]
Final conflicts: 0
Iterations: 5
Conflict history: [8, 5, 3, 2, 1, 0]
Board with 0 conflicts.
```



STOCHASTIC HILL CLIMBING 1

```
== Stochastic Hill Climbing 1 ==
```

```
Initial board: [2 6 3 6 4 4 2 6]
```

```
Initial conflicts: 8
```

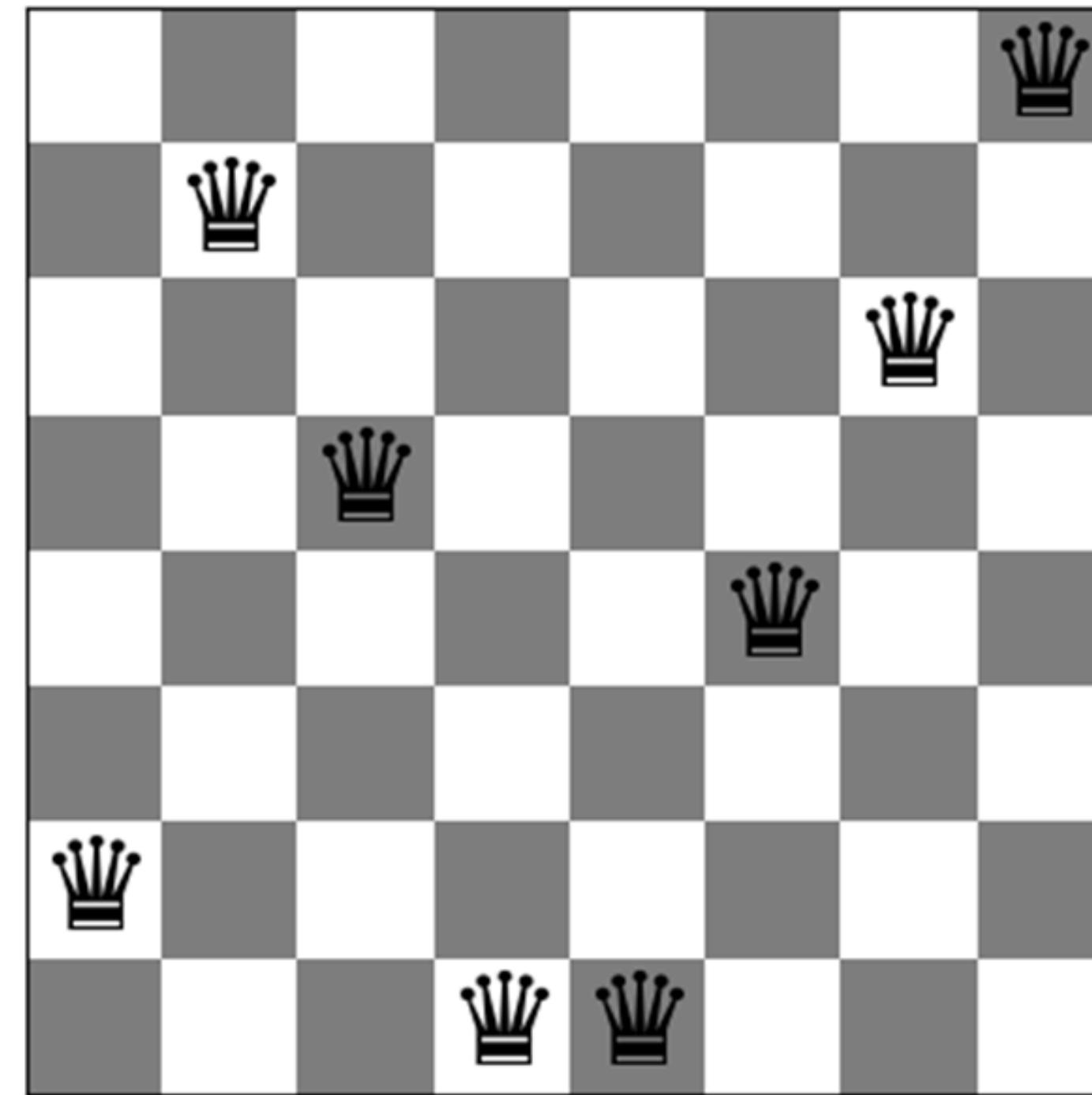
```
Final board: [6 1 3 7 7 4 2 0]
```

```
Final conflicts: 1
```

```
Iterations: 7
```

```
Conflict history: [8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
```

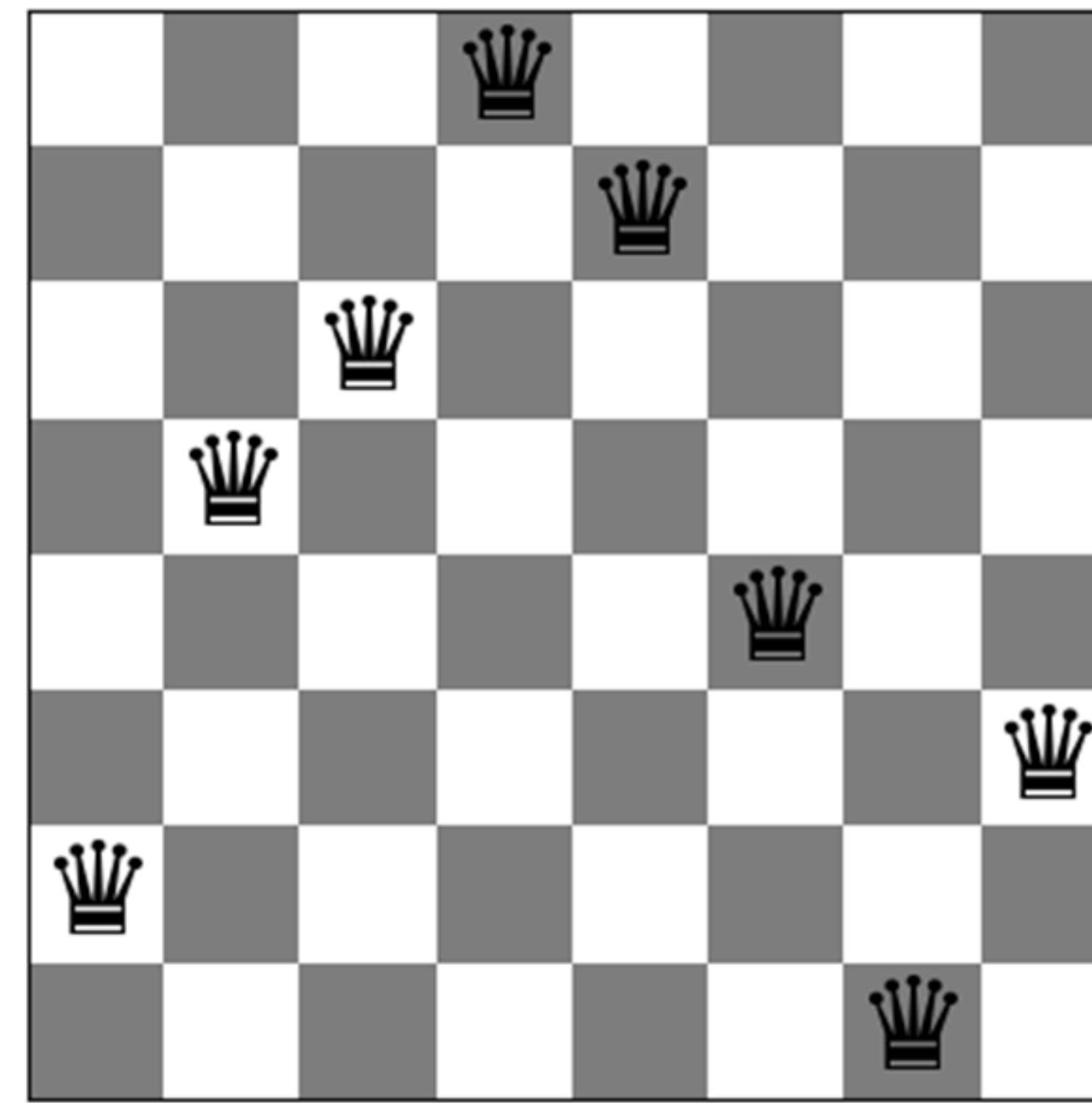
```
Board with 1 conflicts.
```



STOCHASTIC HILL CLIMBING 2

```
== Stochastic Hill Climbing 2 (First-choice) ==
Initial board: [6 7 2 0 3 4 5 2]
Initial conflicts: 6

Final board: [6 3 2 0 1 4 7 5]
Final conflicts: 2
Iterations (successful moves): 4
Conflict history: [6, 5, 4, 3, 2]
Board with 2 conflicts.
```



HILL CLIMBING SEARCH WITH RANDOM RESTARTS

```
== Hill Climbing with Random Restarts (n=8) ==
```

Steepest-Ascent HC:

Best conflicts: 0

Restarts needed: 6

Solution found: Yes

Solution: [5 7 1 3 0 6 4 2]

Stochastic HC 1:

Best conflicts: 0

Restarts needed: 2

Solution found: Yes

Solution: [6 1 3 0 7 4 2 5]

Stochastic HC 2:

Best conflicts: 0

Restarts needed: 10

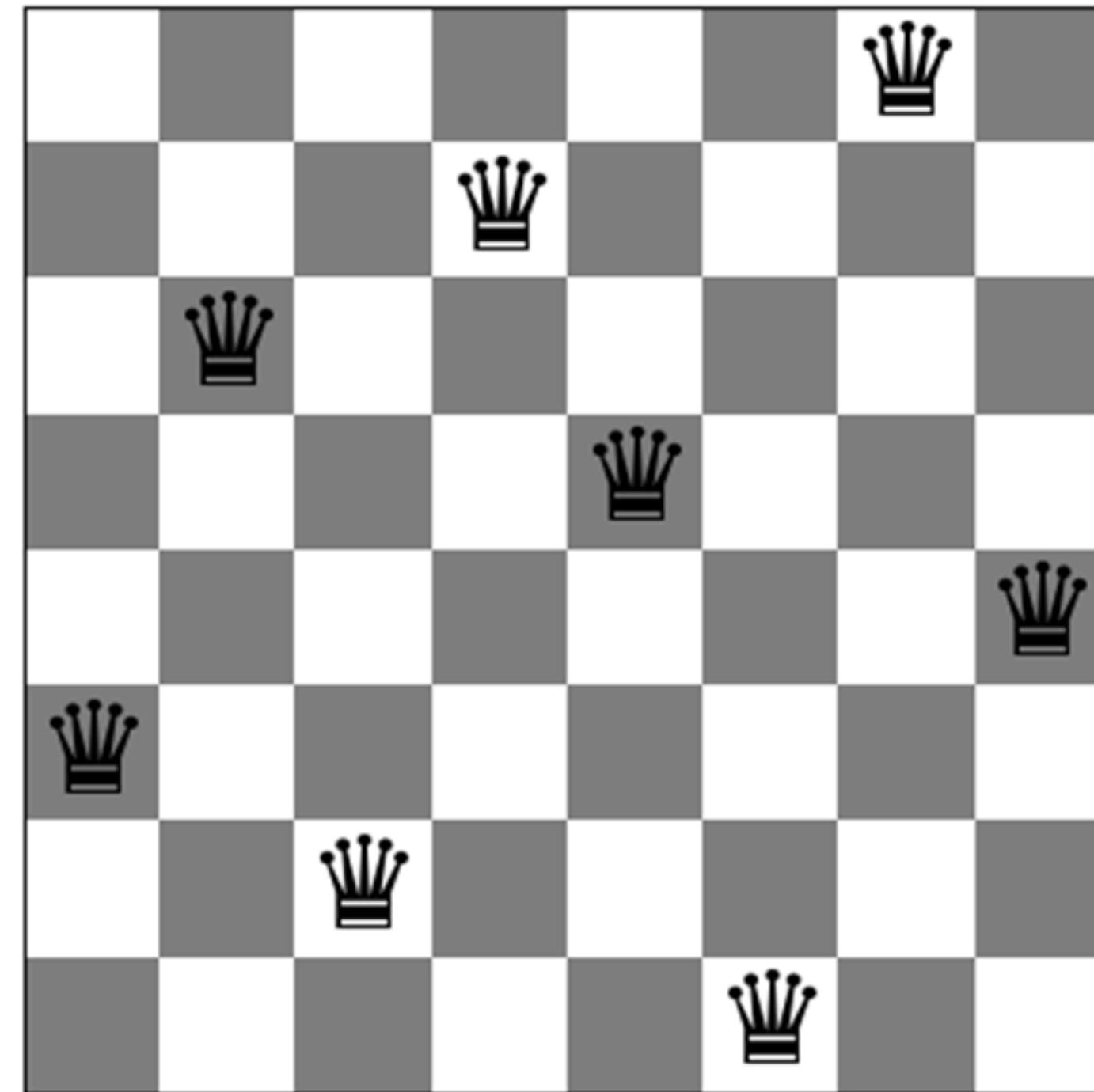
Solution found: Yes

Solution: [4 1 7 0 3 6 2 5]

Example: Finding optimal solution with Steepest-Ascent HC

Found solution with 0 conflicts after 7 restarts

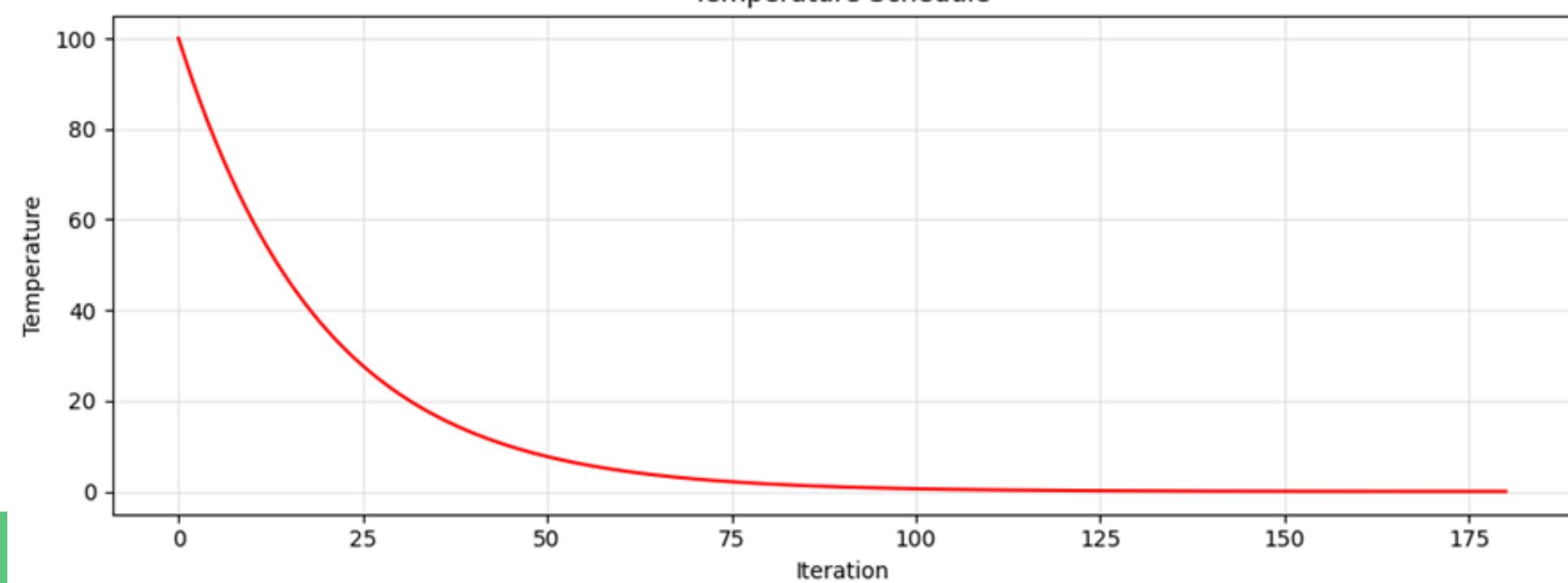
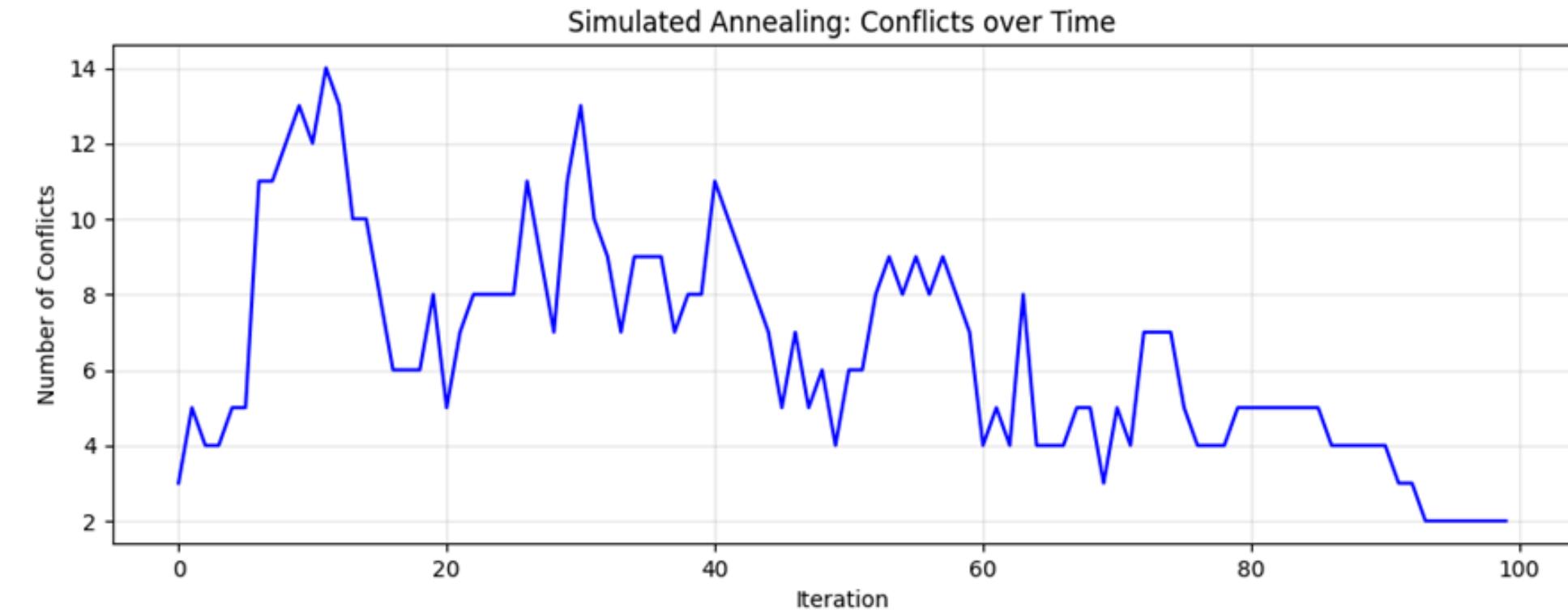
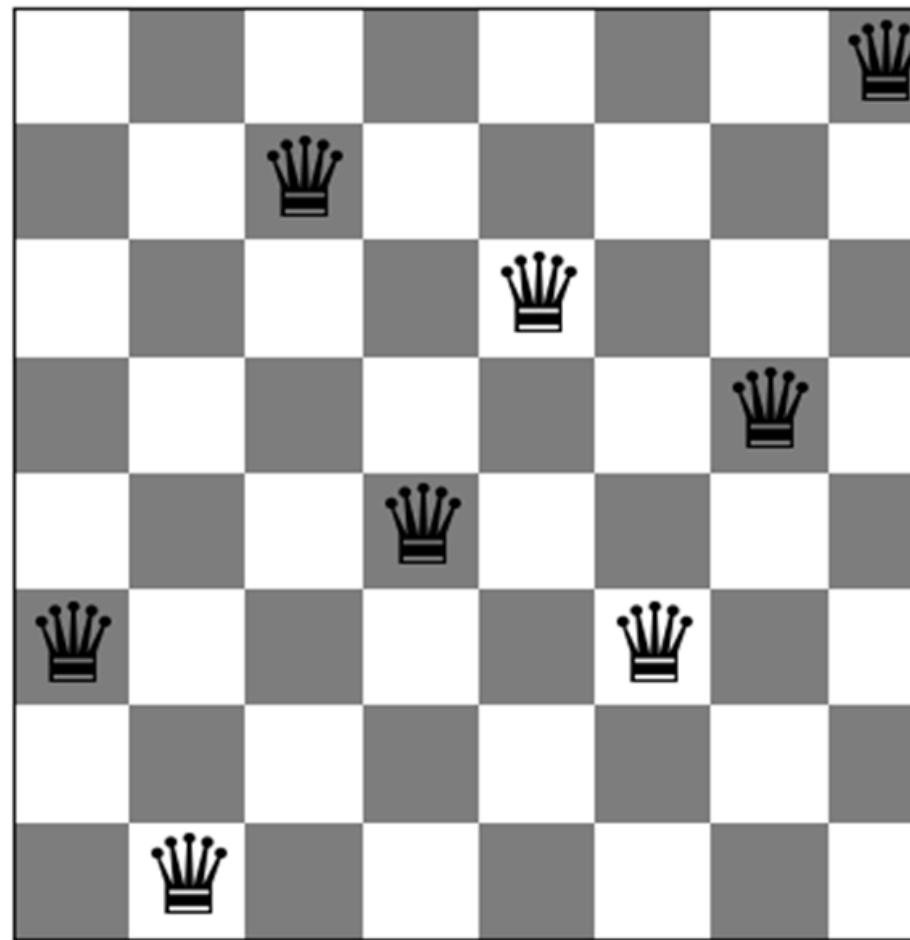
Board with 0 conflicts.



SIMULATED ANNEALING

```
== Simulated Annealing ==
Initial board: [1 6 0 7 4 0 5 5]
Initial conflicts: 3

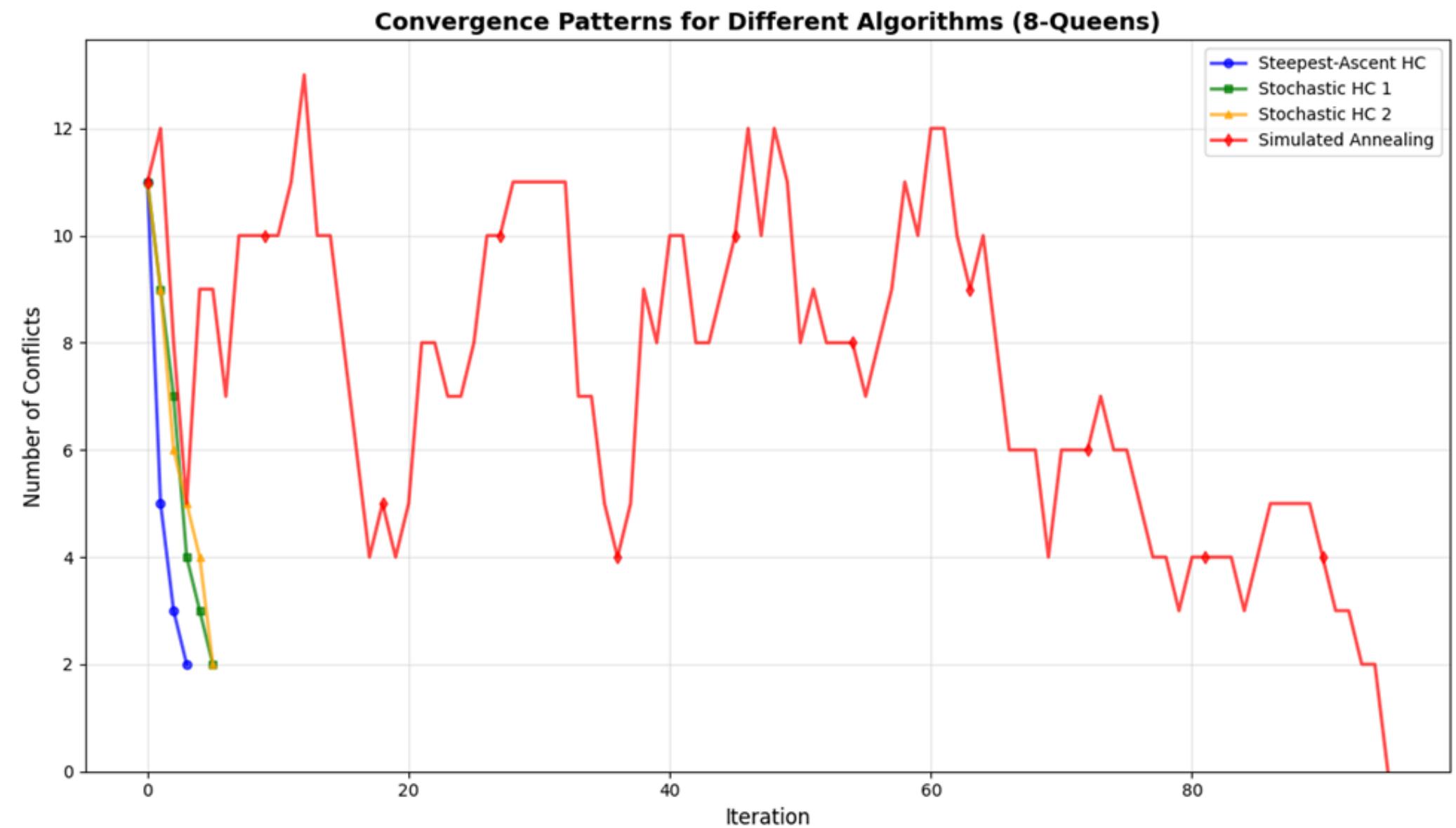
Final board: [5 7 1 4 2 5 3 0]
Final conflicts: 2
Total iterations: 100
```



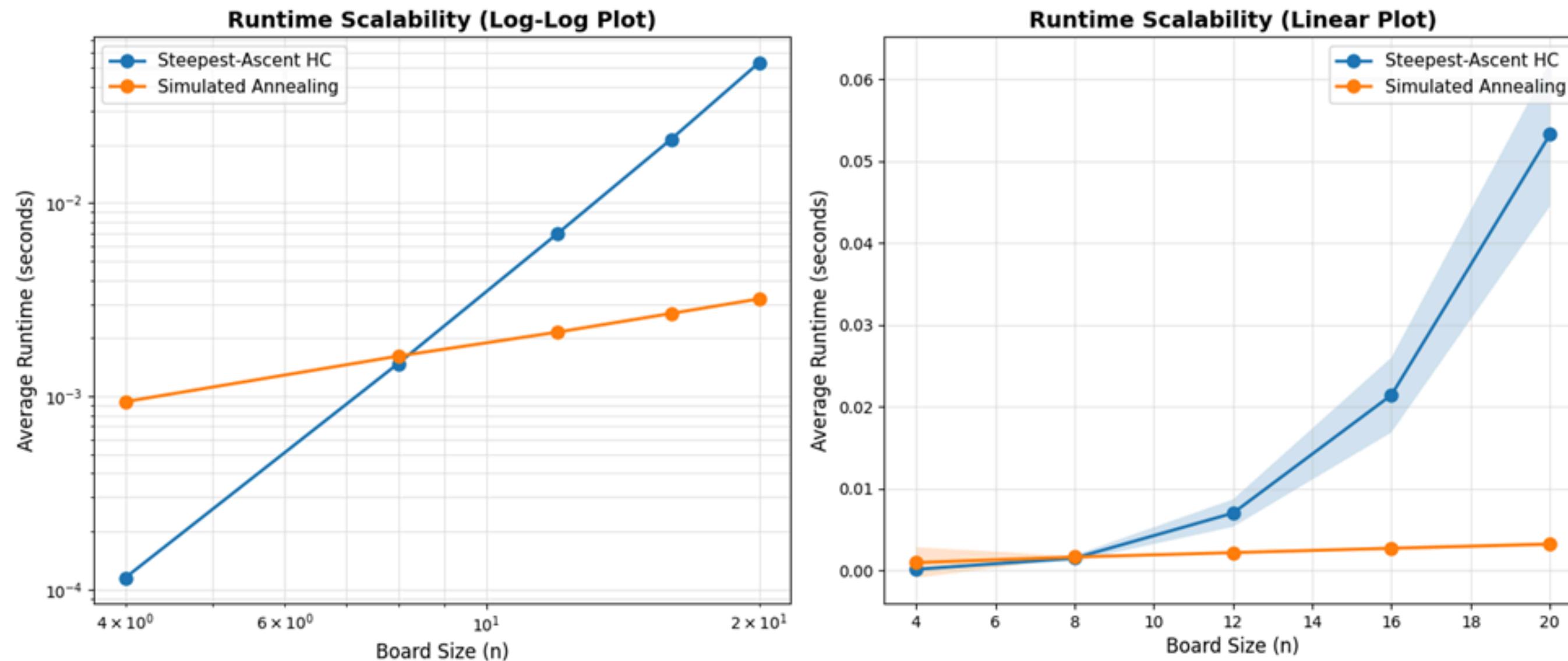
ALGORITHM BEHAVIOR ANALYSIS

```
== Algorithm Convergence Analysis ==
```

```
Steepest-Ascent HC: 4 iterations, final conflicts: 2
Stochastic HC 1: 6 iterations, final conflicts: 2
Stochastic HC 2: 6 iterations, final conflicts: 2
Simulated Annealing: 96 iterations, final conflicts: 0
```



ALGORITHM CONVERGENCE



PROBLEM SIZE SCALABILITY

```
== Advanced Task: Exploring Alternative Local Move Operators ==
Testing move operators on 8-Queens and 12-Queens problems...
Running 100 trials for each operator...

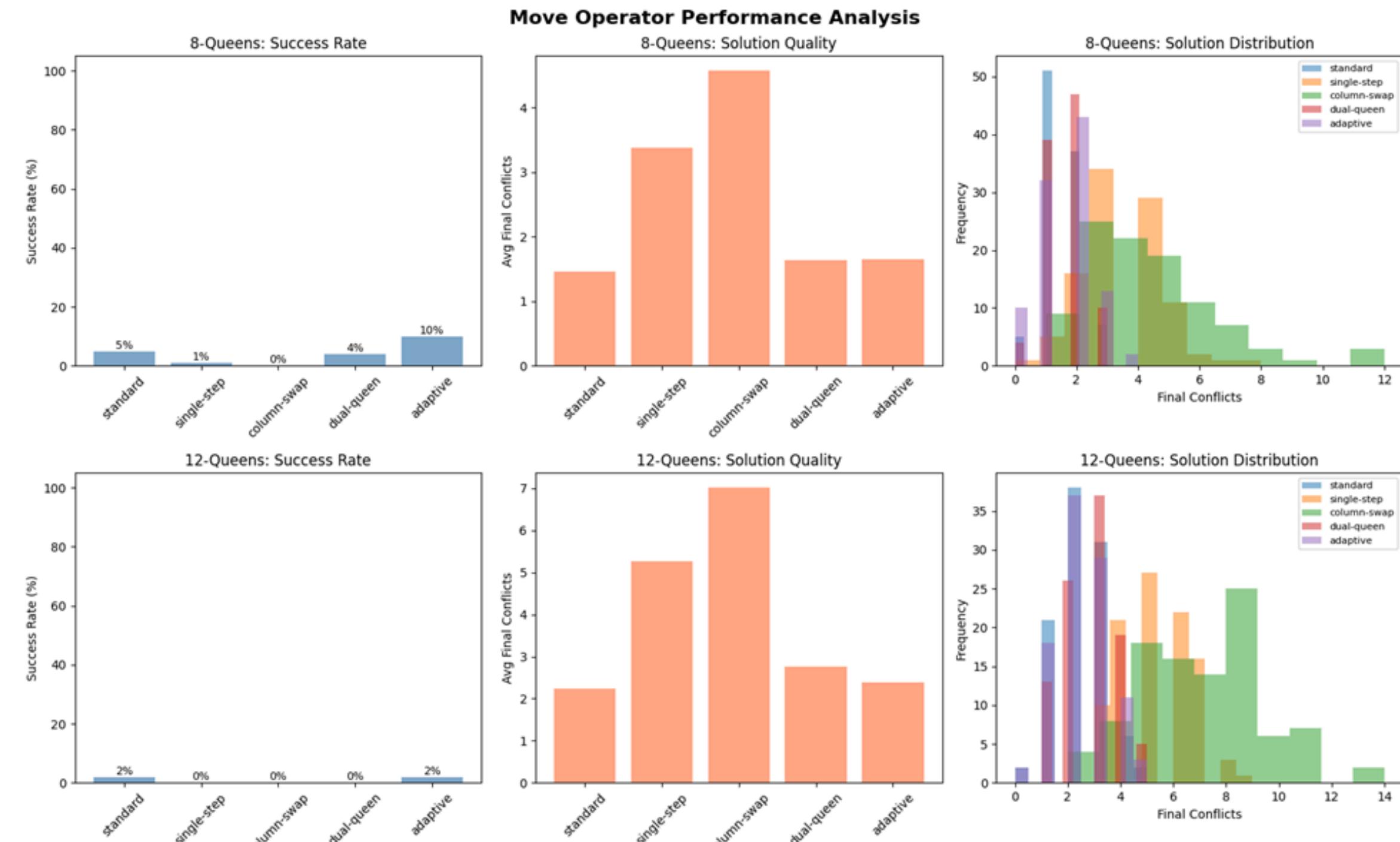
=====
Board size: 8x8
=====

STANDARD:
  Avg time: 2.50 ms
  Avg final conflicts: 1.46
  Success rate: 5%
  Avg iterations: 5.7

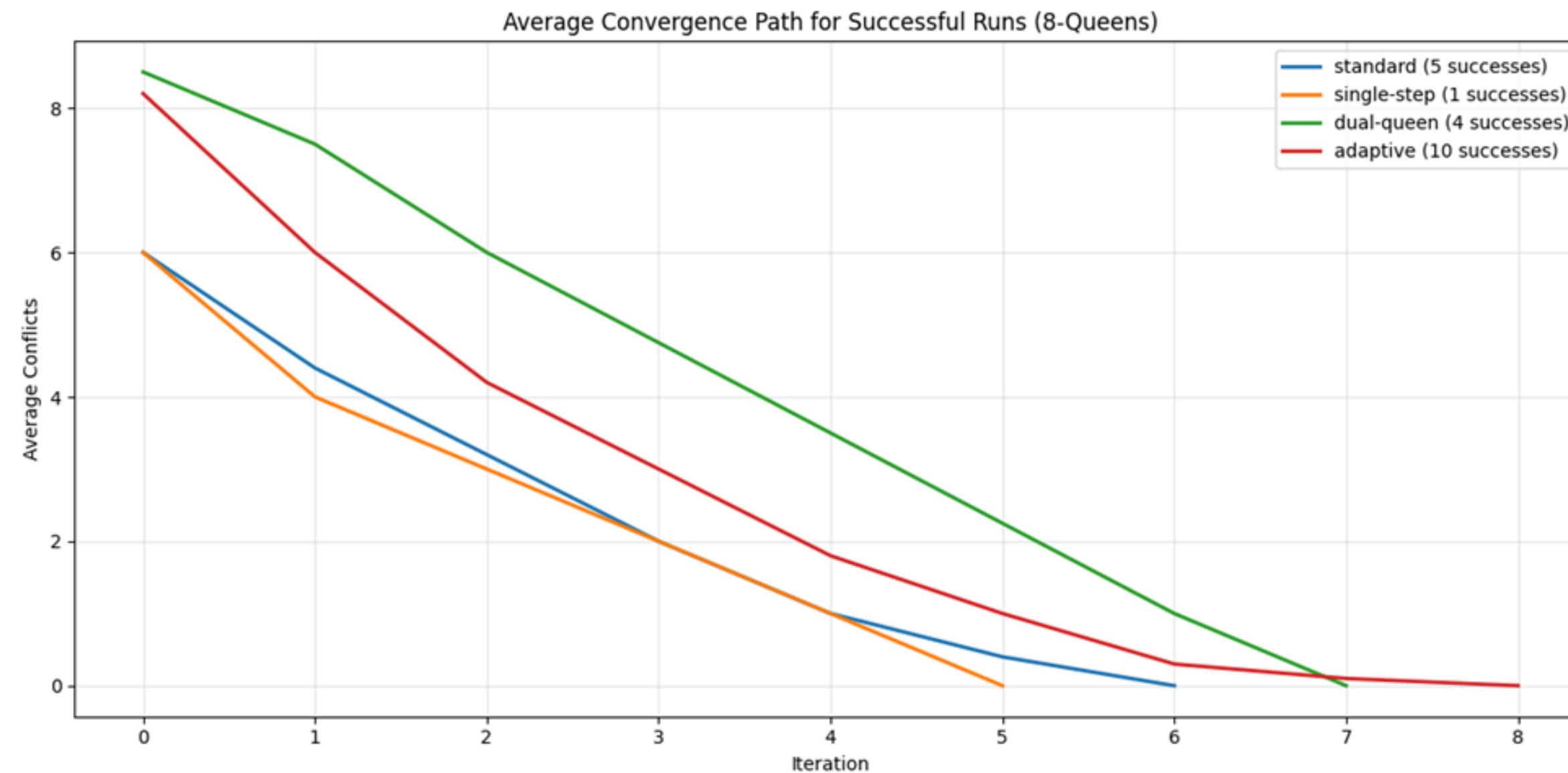
SINGLE-STEP:
  Avg time: 3.17 ms
  Avg final conflicts: 3.37
  Success rate: 1%
  Avg iterations: 4.1

COLUMN-SWAP:
  Avg time: 2.32 ms
  Avg final conflicts: 4.57
  ...
  Success rate: 2%
  Avg iterations: 8.0

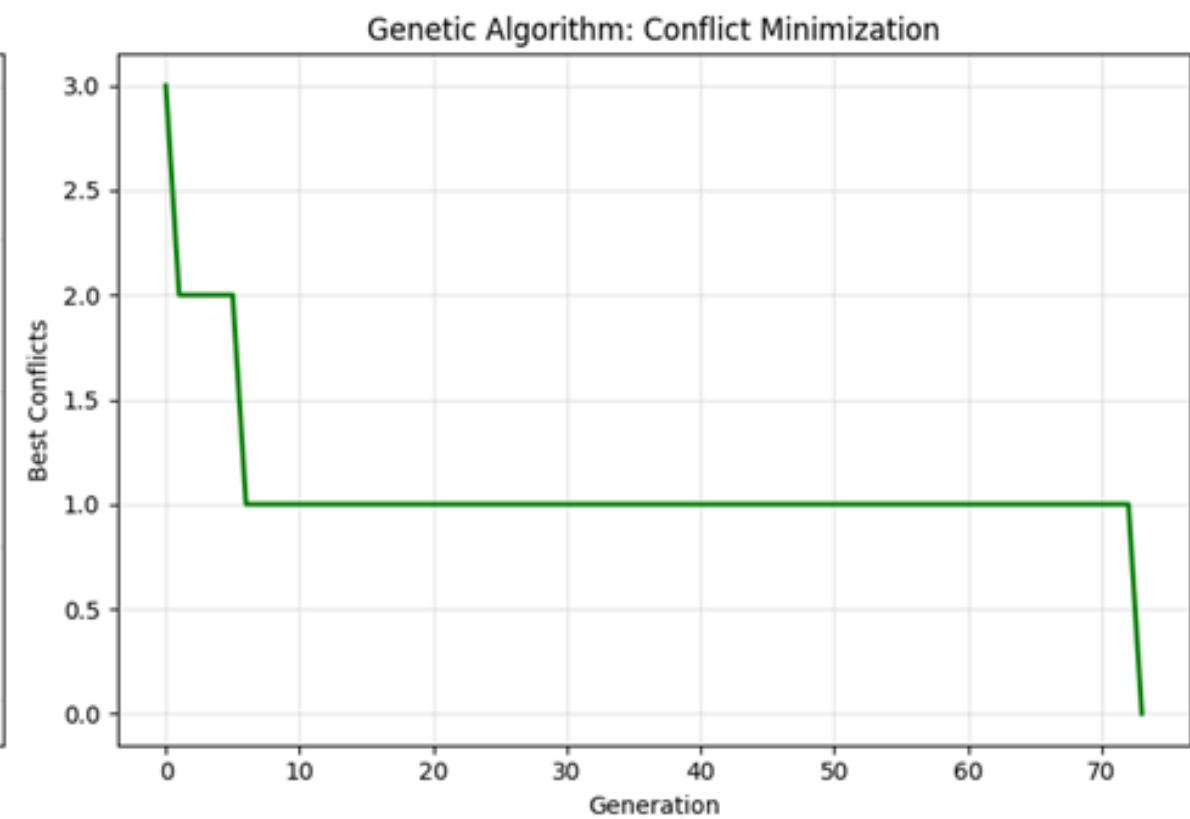
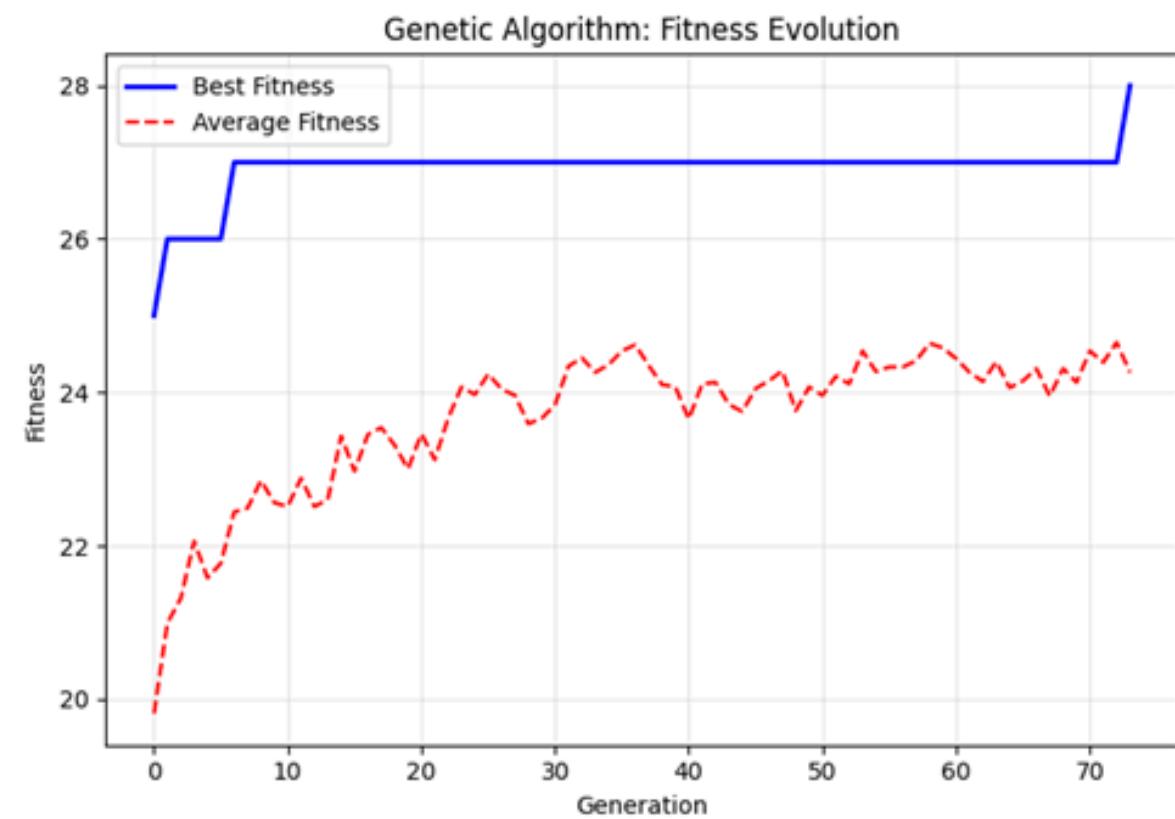
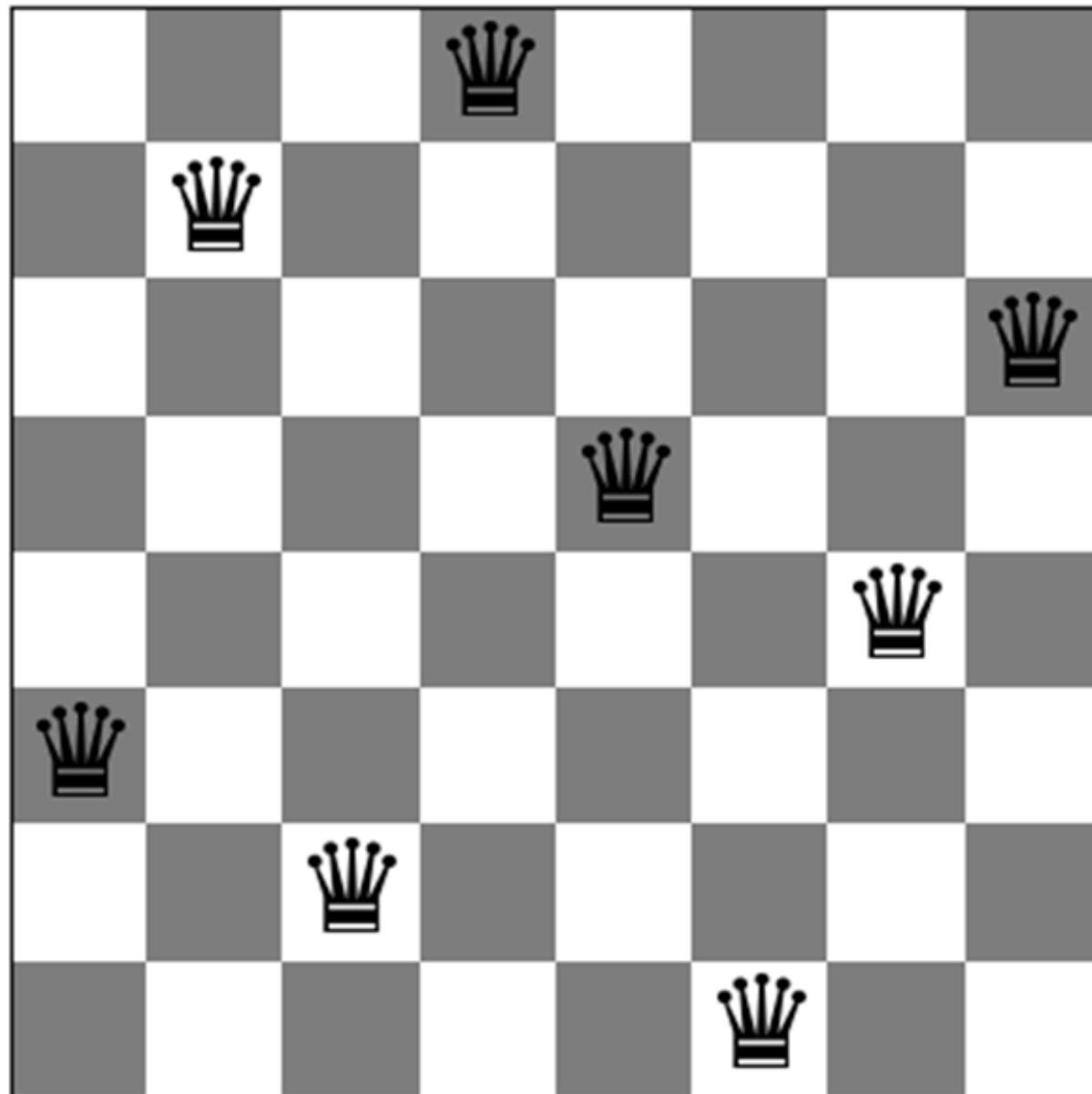
=====
```



PROBLEM SIZE SCALABILITY

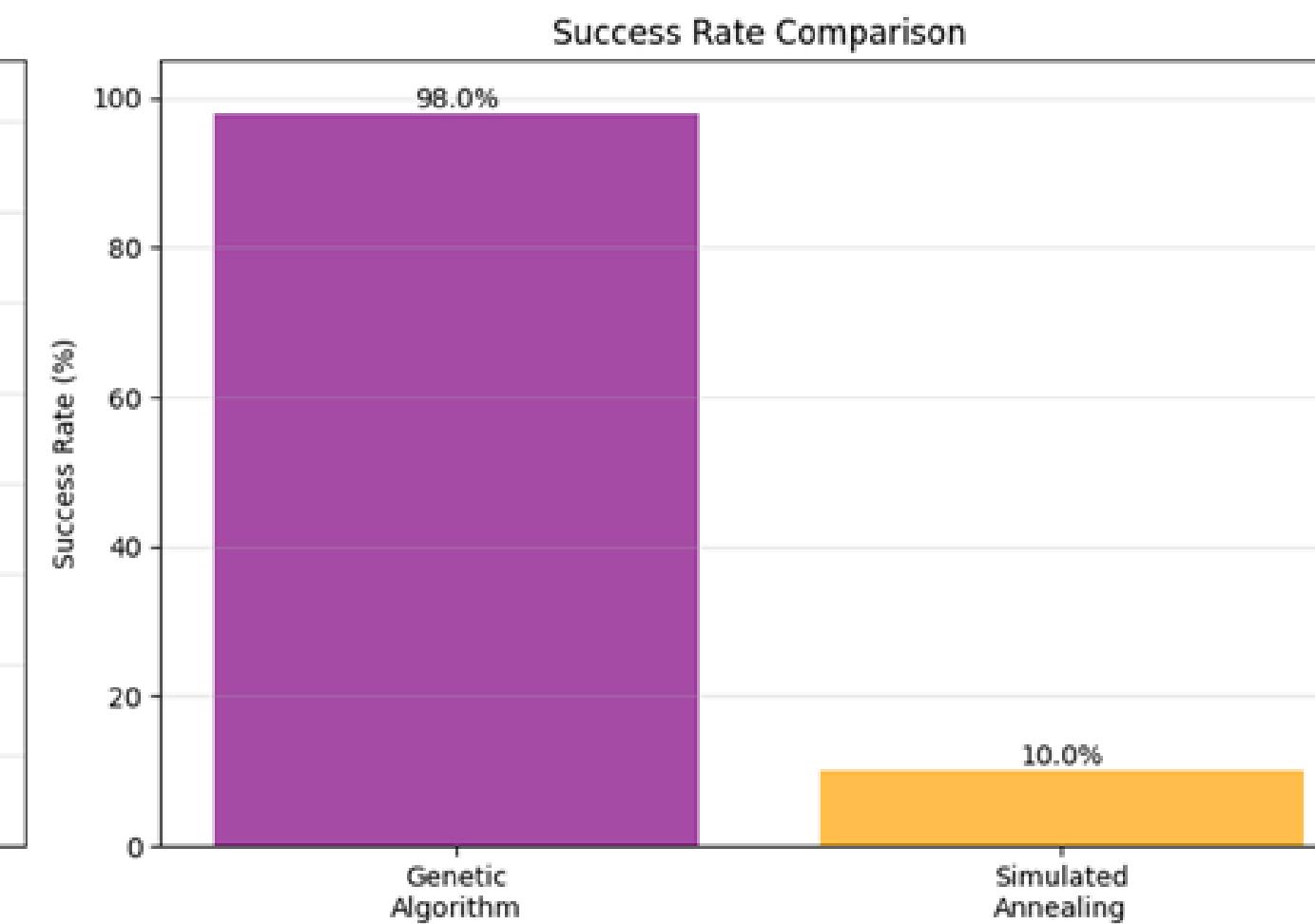
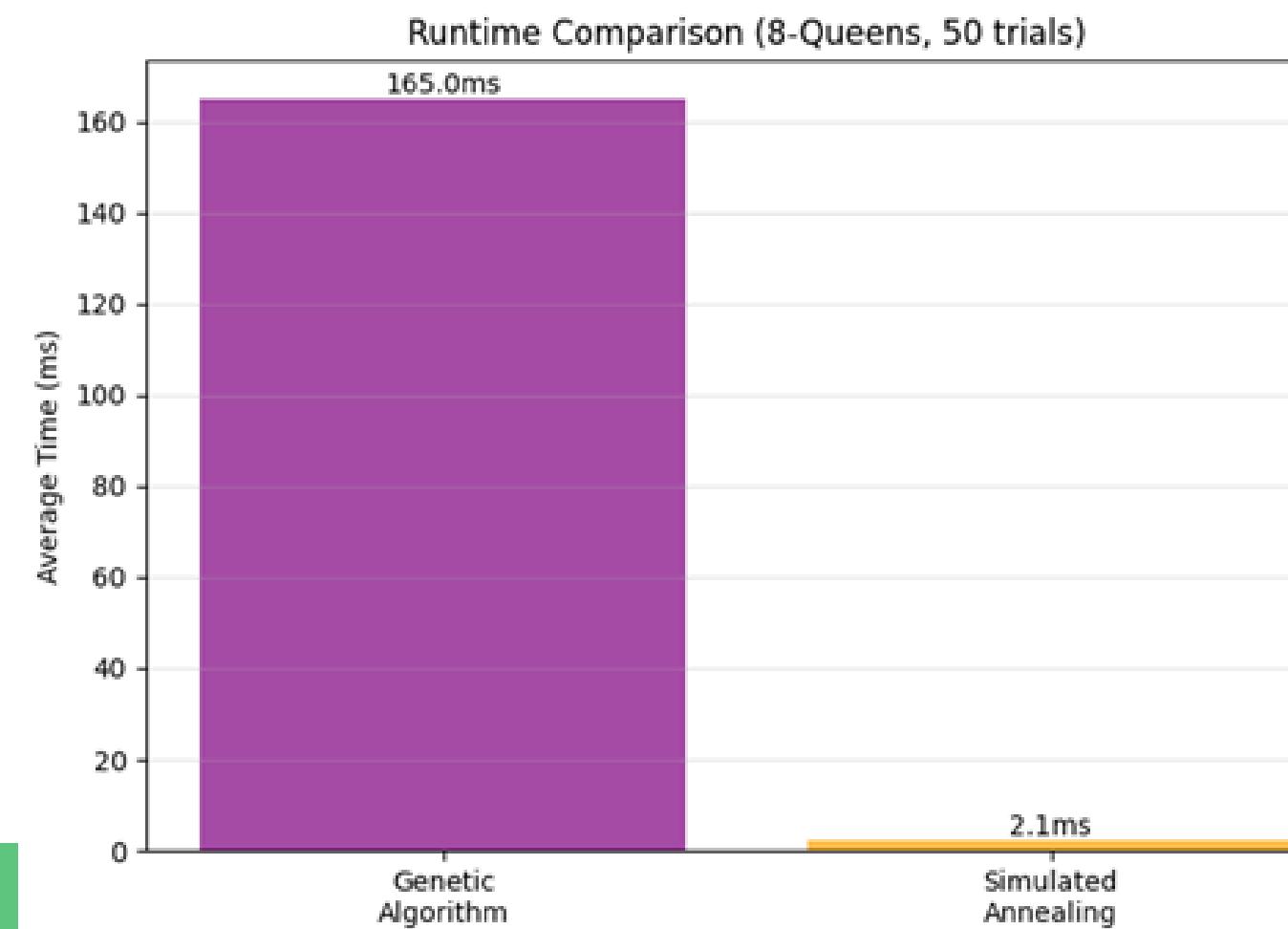


MORE THINGS TO DO



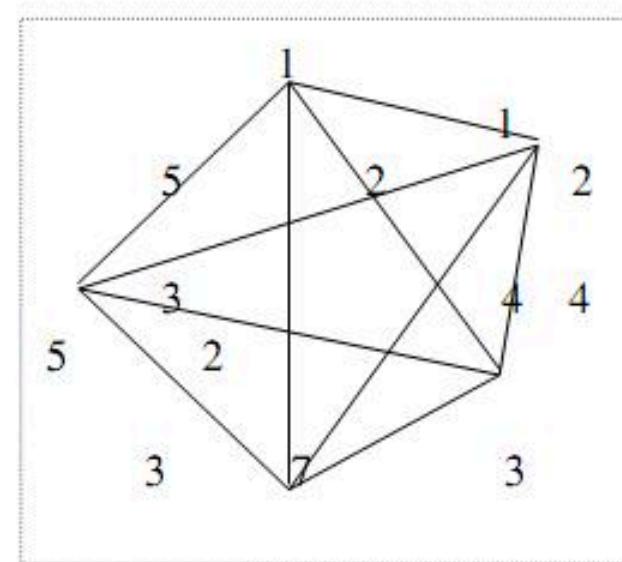
COMPARE GA WITH LOCAL SEARCH METHODS

Algorithm	Avg Time (ms)	Avg Conflicts	Success Rate	%
Genetic Algorithm	165.02	0.02	98.0	%
Simulated Annealing	2.13	1.26	10.0	%
Steepest-Ascent HC	(see Task 6)	(see Task 6)	(see Task 6)	



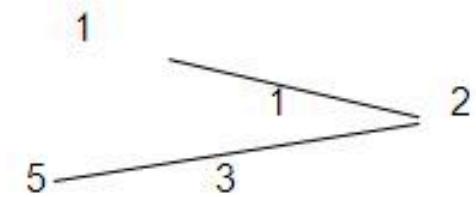
BÀI TOÁN TRAVELING SALESMAN PROBLEM

Đây là bài toán tối ưu hóa nổi tiếng, có phát biểu như sau: “Một người du lịch phải đi qua tất cả các thành phố trong danh sách đúng một lần và quay trở lại thành phố xuất phát. Tìm lộ trình ngắn nhất có thể”.

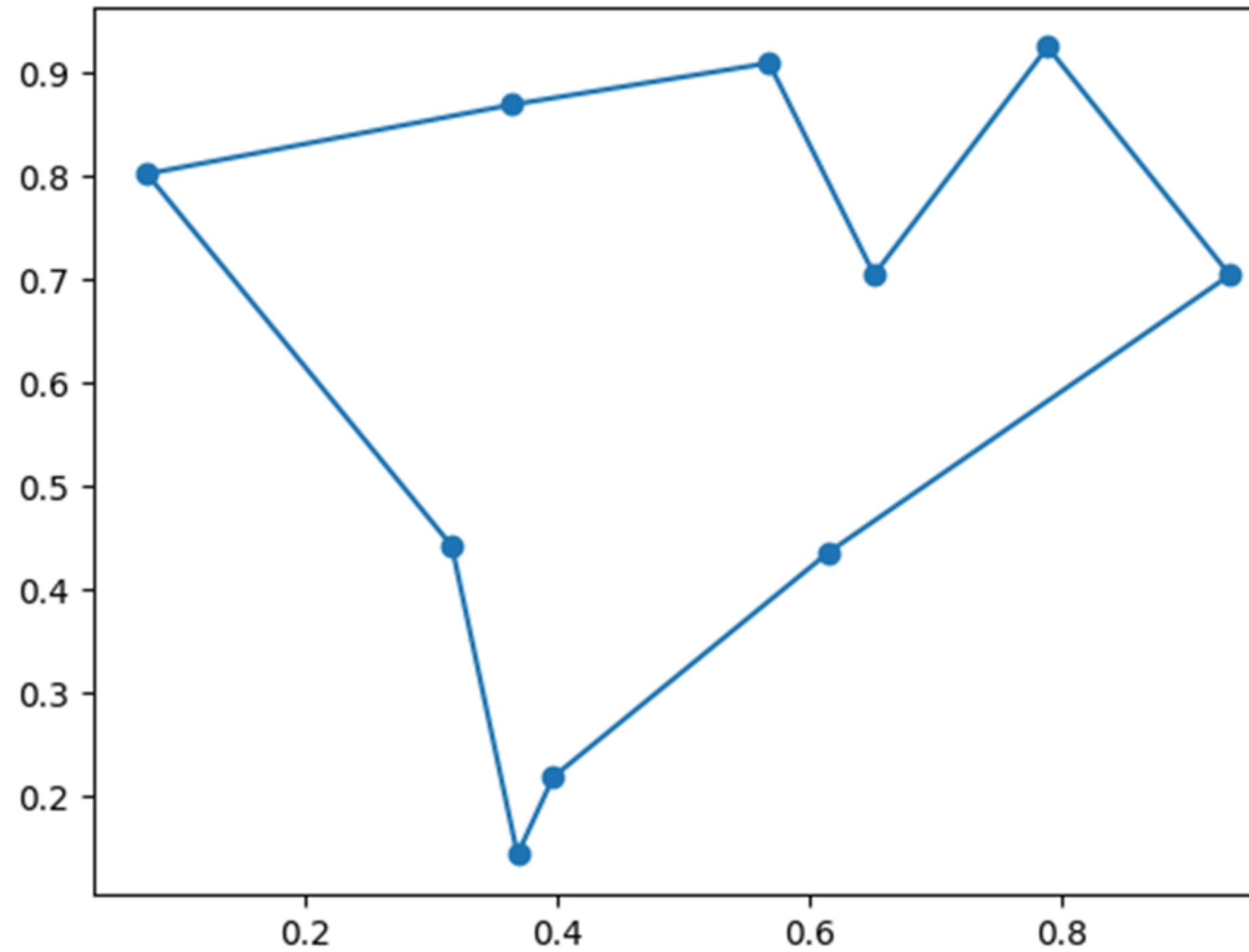


$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 7 & 5 \\ 1 & 0 & 4 & 4 & 3 \\ 2 & 4 & 0 & 1 & 2 \\ 7 & 4 & 1 & 0 & 3 \\ 5 & 3 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

1. TOUR := 0; COST := 0; u := 1;
=> w = 2;
2. TOUR := <1,2>; COST := 1; u := 2;
=> w = 5;

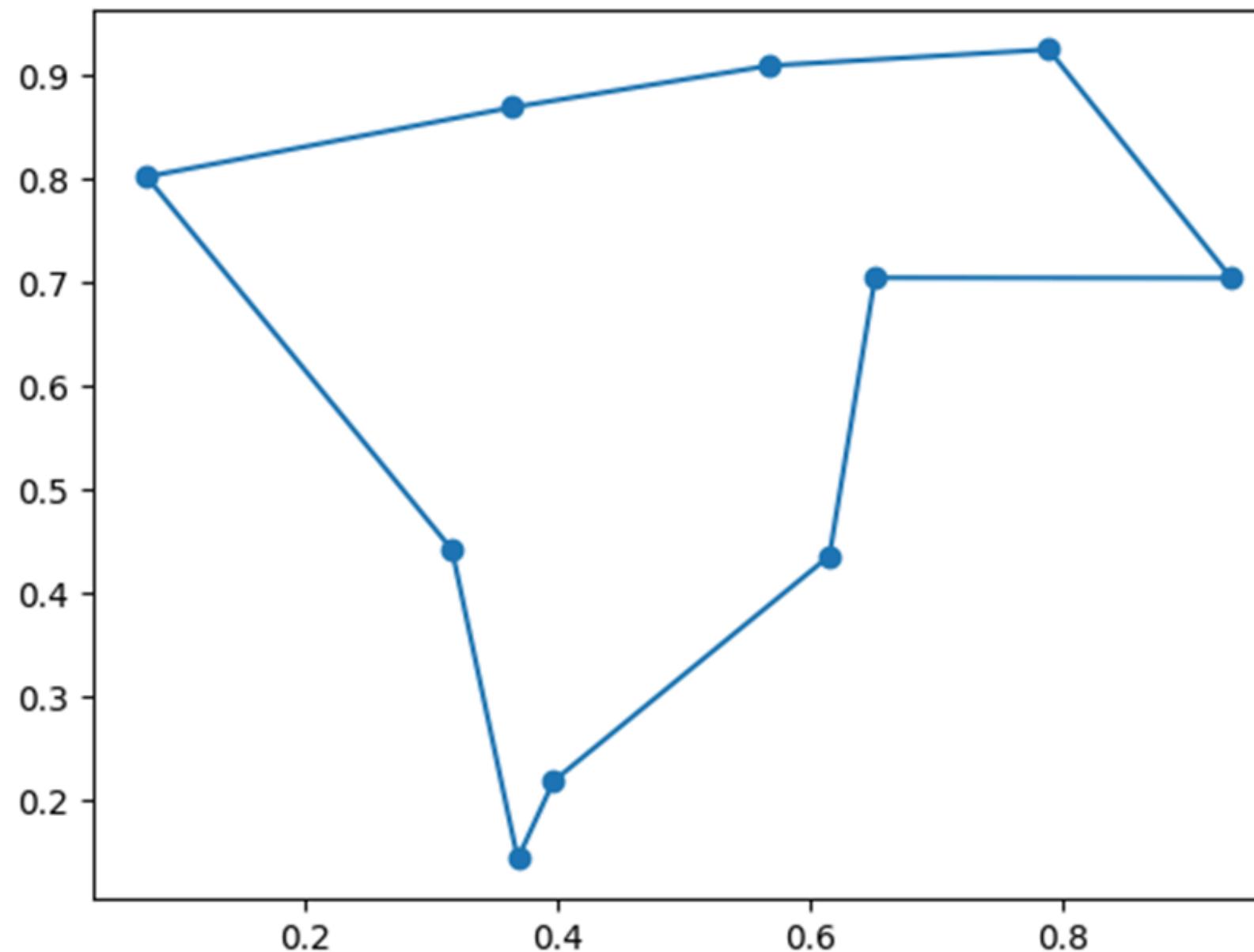


STEEPEST-ASCEND HILL CLIMBING SEARCH



Initial tour length: 5.40
Step 0: Found better tour with length 4.52
Step 1: Found better tour with length 4.02
Step 2: Found better tour with length 3.41
Step 3: Found better tour with length 3.26
Step 4: Found better tour with length 3.15
Step 5: Found better tour with length 2.87
Step 6: Found better tour with length 2.79
Local optimum found at step 7 with length 2.79
Tour length: 2.79

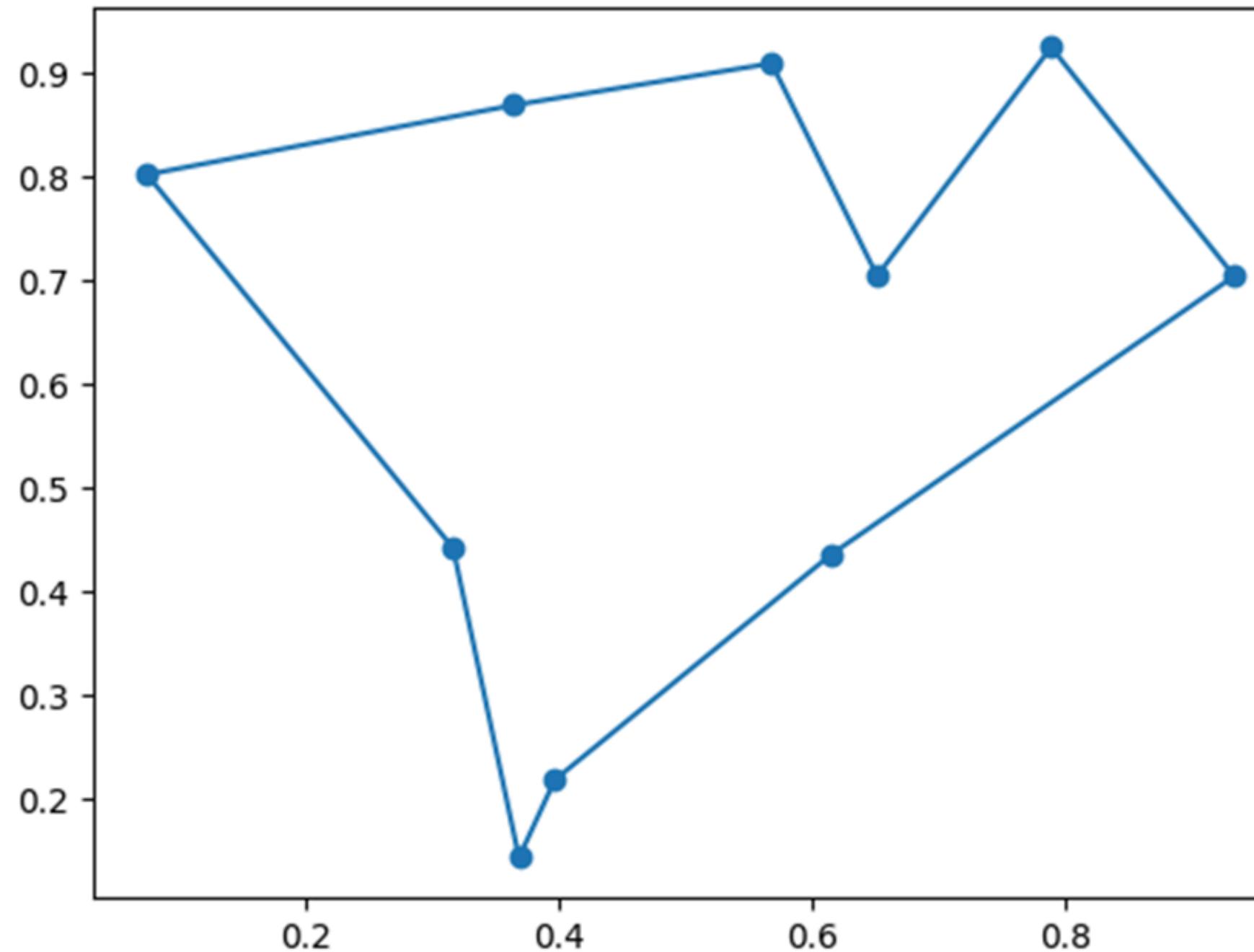
STEEPEST-ASCEND HILL CLIMBING SEARCH WITH RANDOM RESTARTS



Restart 1/10: Found tour length 2.79
Restart 2/10: Found tour length 2.67
Restart 3/10: Found tour length 2.79
Restart 4/10: Found tour length 2.67
Restart 5/10: Found tour length 2.67
Restart 6/10: Found tour length 2.67
Restart 7/10: Found tour length 2.67
Restart 8/10: Found tour length 2.67
Restart 9/10: Found tour length 2.67
Restart 10/10: Found tour length 2.79

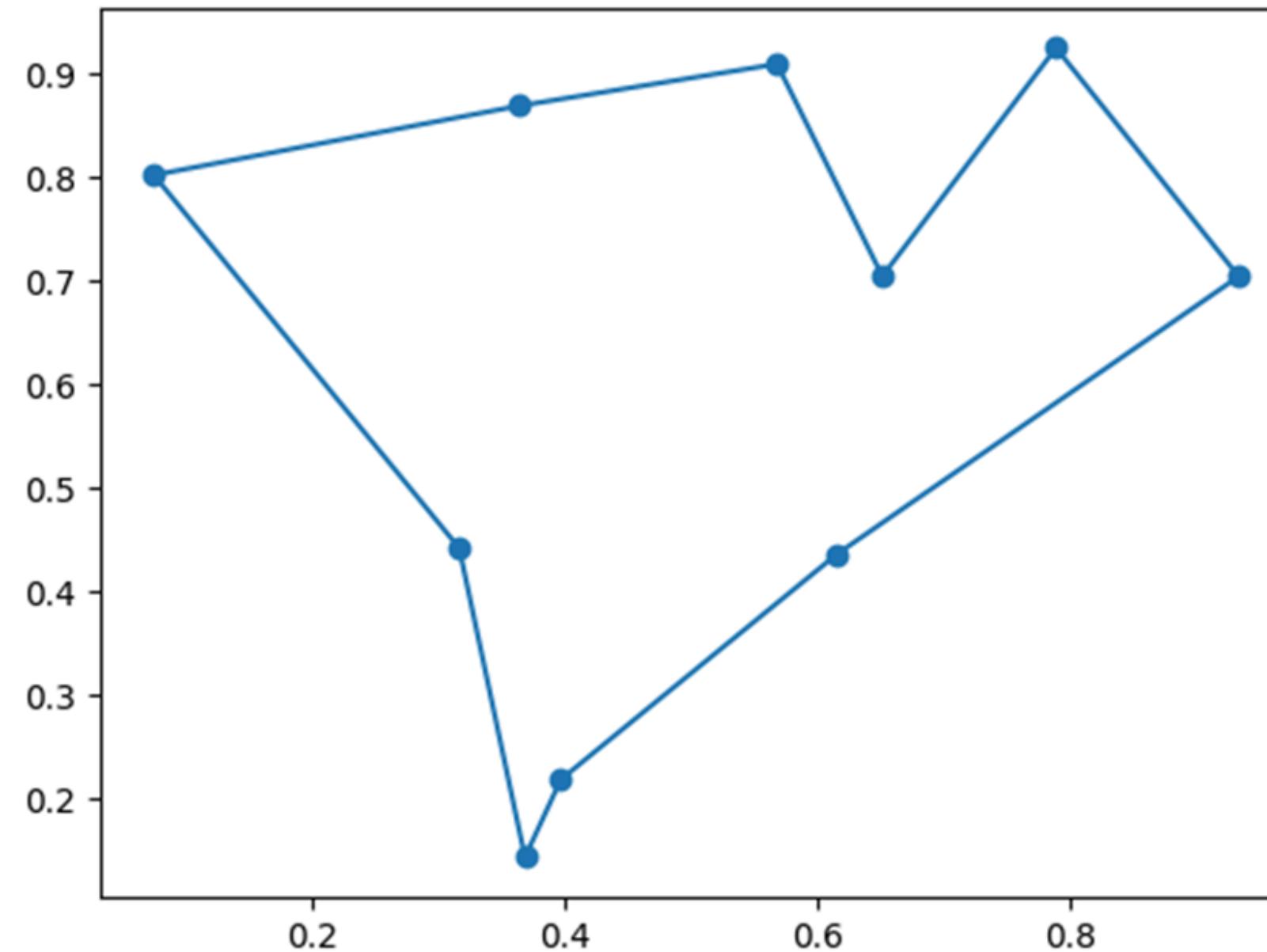
Best tour found after 10 restarts has length 2.67
Tour length: 2.67

STOCHASTIC HILL CLIMBING



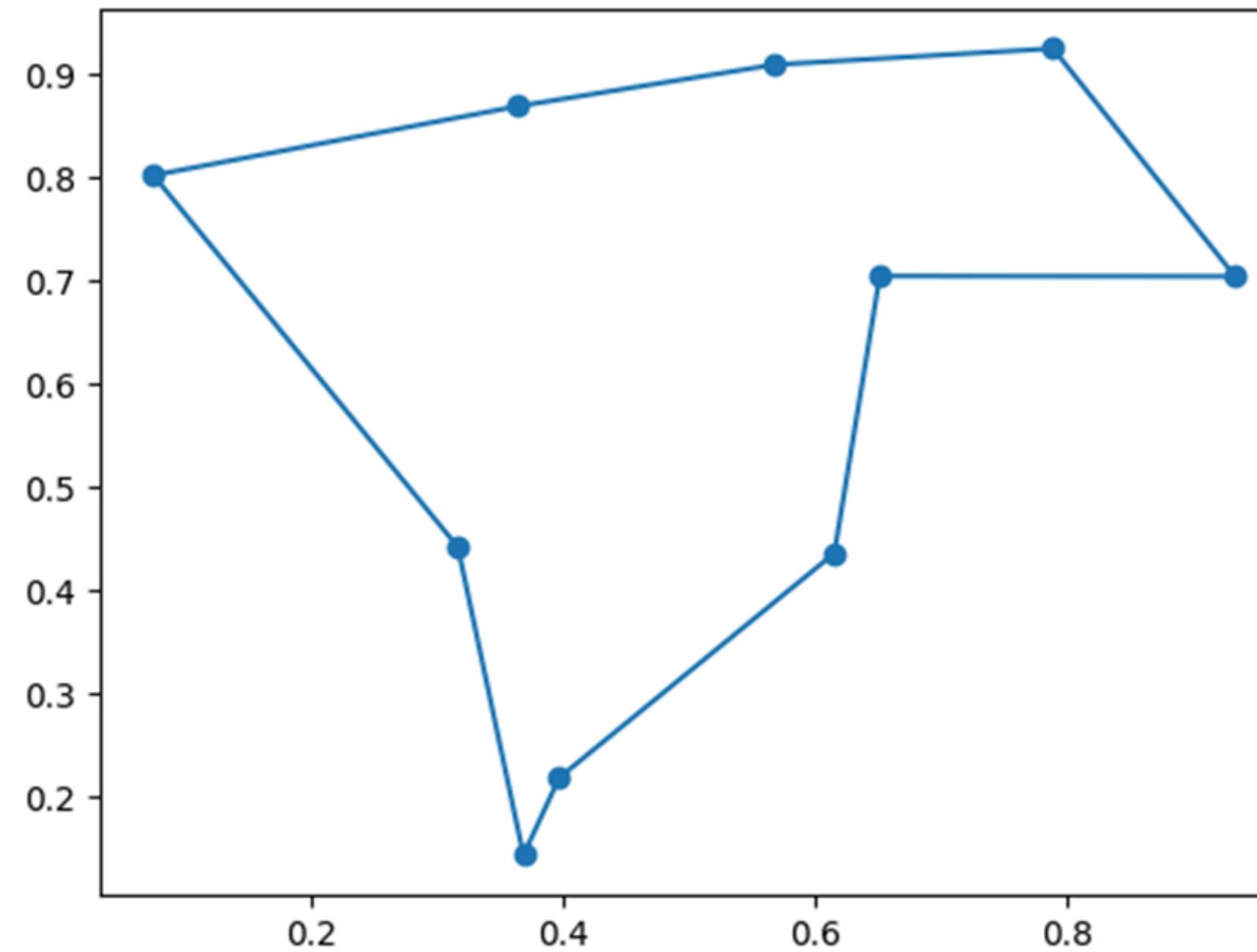
Initial tour length: 5.40
Step 0: Found better tour with length 5.17
Step 1: Found better tour with length 4.65
Step 2: Found better tour with length 4.11
Step 3: Found better tour with length 3.70
Step 4: Found better tour with length 3.36
Step 5: Found better tour with length 3.34
Step 6: Found better tour with length 3.28
Step 7: Found better tour with length 2.99
Step 8: Found better tour with length 2.84
Step 9: Found better tour with length 2.79
Local optimum found at step 10 with length 2.79
Tour length: 2.79

FIRST-CHOICE HILL CLIMBING



Initial tour length: 5.40
Step 0: Found better tour with length 5.03
Step 1: Found better tour with length 4.42
Step 2: Found better tour with length 3.83
Step 3: Found better tour with length 3.30
Step 4: Found better tour with length 2.81
Step 5: Found better tour with length 2.79
Local optimum found at step 6 with length 2.79
Tour length: 2.79

SIMULATED ANNEALING



Initial tour length: 5.40, Initial Temp: 1.77
Step 0: New best length: 5.15
Step 2: New best length: 4.94
Step 4: New best length: 4.85
Step 11: New best length: 4.71
Step 13: New best length: 4.58
Step 19: New best length: 4.53
Step 21: New best length: 3.02
Step 1325: New best length: 2.79
Step 2345: New best length: 2.68
Step 2988: New best length: 2.67
Tour length: 2.67

COMPARE PERFORMANCE

— Bắt đầu so sánh cho 10 thành phố —

Hoàn thành Steepest-Ascent HC - Độ dài: 2.74, Thời gian: 0.0010s

Hoàn thành Random-Restart HC - Độ dài: 2.74, Thời gian: 0.0103s

Hoàn thành First-Choice HC - Độ dài: 2.99, Thời gian: 0.0010s

Hoàn thành Stochastic HC - Độ dài: 2.81, Thời gian: 0.0019s

Hoàn thành Simulated Annealing - Độ dài: 2.74, Thời gian: 0.1095s

Hoàn thành Genetic Algorithm - Độ dài: 2.74, Thời gian: 0.3515s

--- Bắt đầu so sánh cho 30 thành phố ---

Hoàn thành Steepest-Ascent HC - Độ dài: 6.61, Thời gian: 0.0977s

Hoàn thành Random-Restart HC - Độ dài: 6.19, Thời gian: 0.8206s

Hoàn thành First-Choice HC - Độ dài: 7.02, Thời gian: 0.0068s

Hoàn thành Stochastic HC - Độ dài: 5.51, Thời gian: 0.1825s

Hoàn thành Simulated Annealing - Độ dài: 5.78, Thời gian: 0.2130s

Hoàn thành Genetic Algorithm - Độ dài: 11.34, Thời gian: 0.7197s

--- Bắt đầu so sánh cho 50 thành phố ---

Hoàn thành Steepest-Ascent HC - Độ dài: 8.39, Thời gian: 0.6382s

Hoàn thành Random-Restart HC - Độ dài: 7.13, Thời gian: 8.9245s

Hoàn thành First-Choice HC - Độ dài: 10.99, Thời gian: 0.0143s

Hoàn thành Stochastic HC - Độ dài: 8.37, Thời gian: 1.9766s

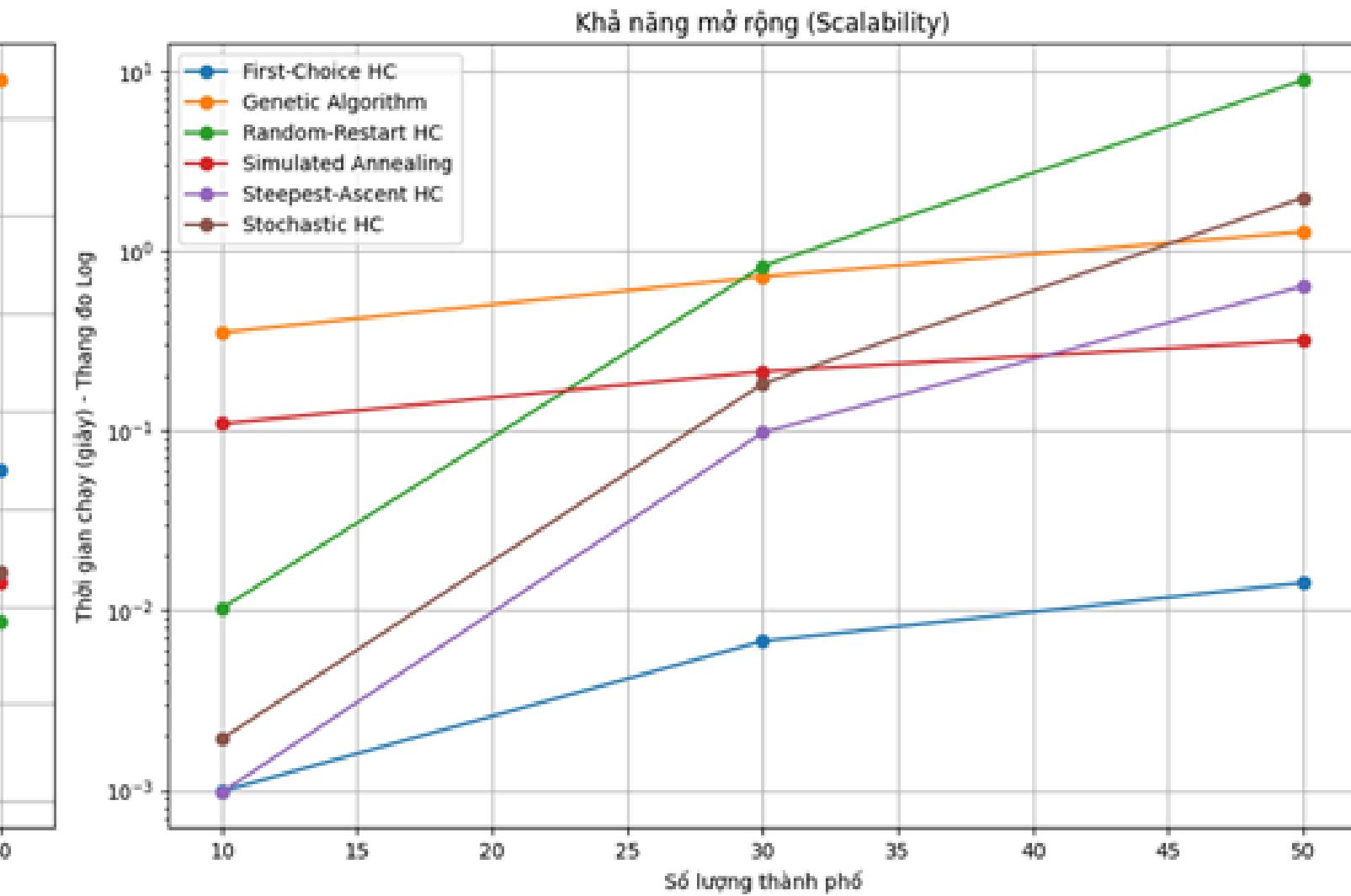
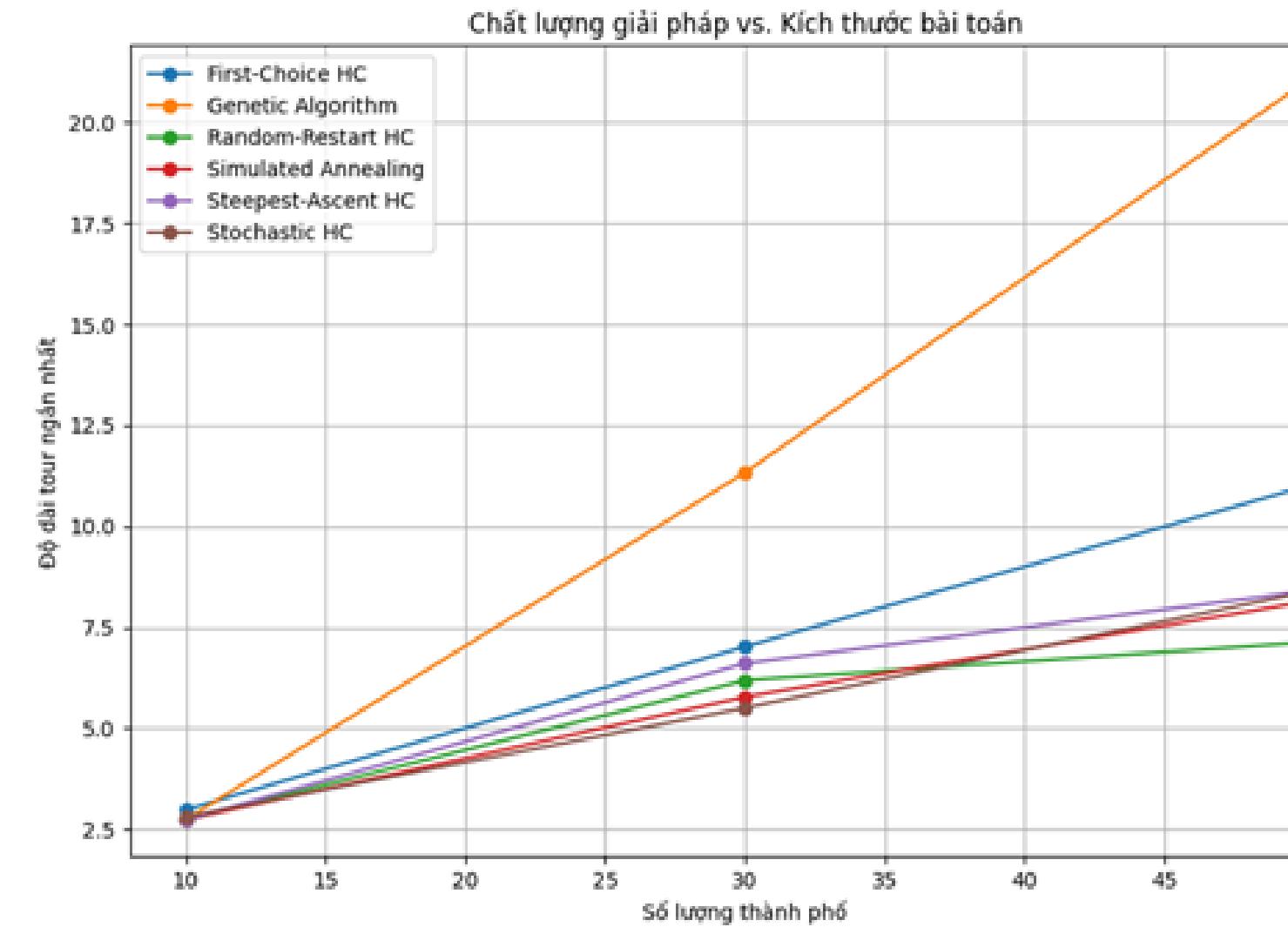
Hoàn thành Simulated Annealing - Độ dài: 8.13, Thời gian: 0.3176s

Hoàn thành Genetic Algorithm - Độ dài: 20.99, Thời gian: 1.2763s

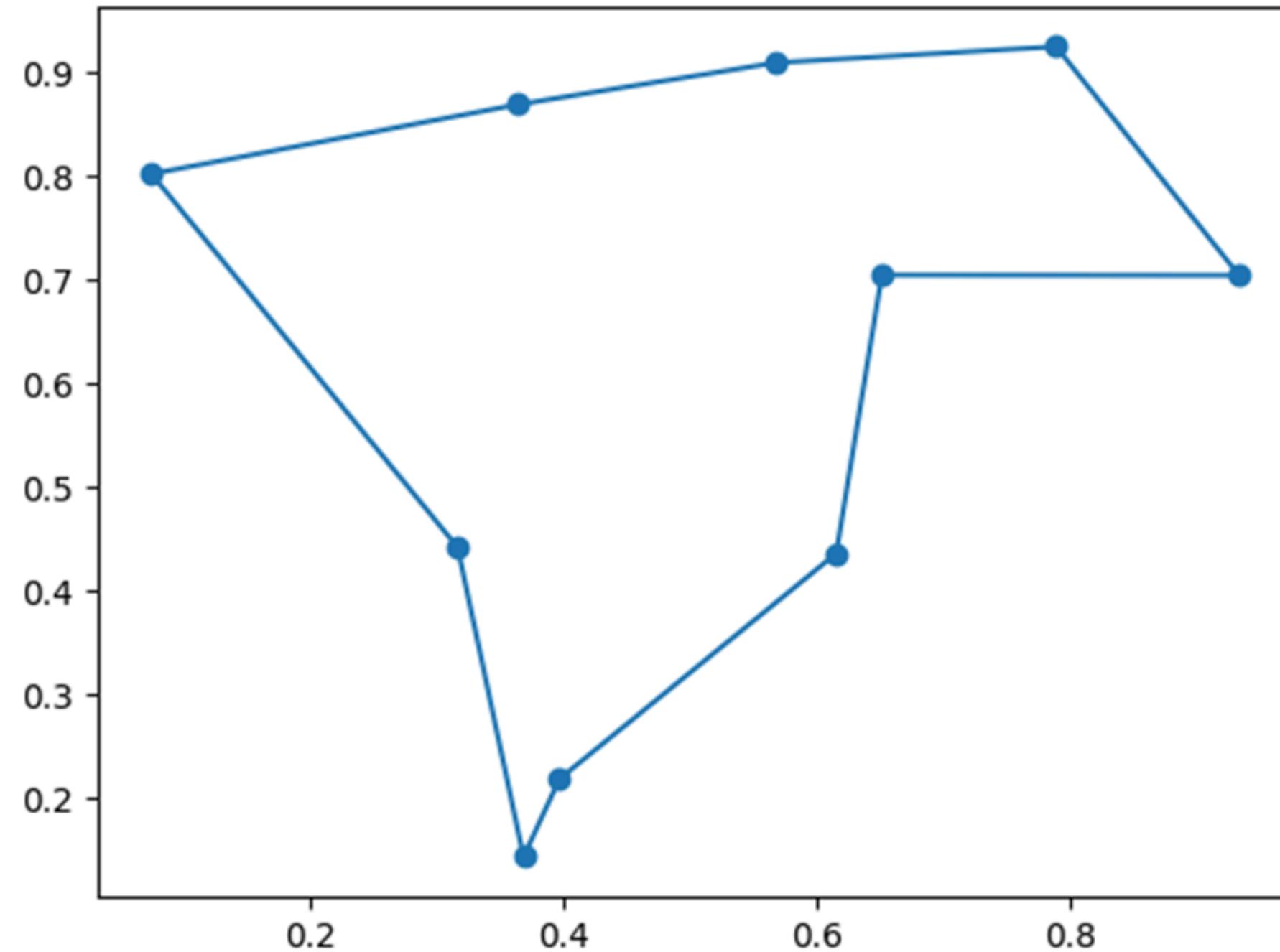
	Algorithm	Cities	Tour Length	Runtime (s)
0	Steepest-Ascent HC	10	2.74	9.77e-04
1	Random-Restart HC	10	2.74	1.03e-02
2	First-Choice HC	10	2.99	9.90e-04
3	Stochastic HC	10	2.81	1.94e-03
4	Simulated Annealing	10	2.74	1.10e-01
5	Genetic Algorithm	10	2.74	3.52e-01
6	Steepest-Ascent HC	30	6.61	9.77e-02
7	Random-Restart HC	30	6.19	8.21e-01
8	First-Choice HC	30	7.02	6.75e-03
9	Stochastic HC	30	5.51	1.82e-01
10	Simulated Annealing	30	5.78	2.13e-01
11	Genetic Algorithm	30	11.34	7.20e-01
12	Steepest-Ascent HC	50	8.39	6.38e-01
13	Random-Restart HC	50	7.13	8.92e+00
14	First-Choice HC	50	10.99	1.43e-02
15	Stochastic HC	50	8.37	1.98e+00
16	Simulated Annealing	50	8.13	3.18e-01
17	Genetic Algorithm	50	20.99	1.28e+00

COMPARE PERFORMANCE

So sánh hiệu suất các thuật toán Local Search cho TSP



BONUS: GENETIC ALGORITHM



Generation 0: New best length: 3.49
Generation 4: New best length: 3.38
Generation 10: New best length: 3.11
Generation 21: New best length: 3.04
Generation 87: New best length: 2.67
Tour length: 2.67

ĐÁNH GIÁ VÀ SO SÁNH

a) Với bài toán N-Queen

- Bản chất là bài toán ràng buộc (constraint satisfaction), có rất nhiều nghiệm hợp lệ.
- Các thuật toán Hill Climbing hoạt động khá tốt, đặc biệt là Steepest-Ascent và First-Choice, vì không gian tìm kiếm có dạng đều đặn.
- Tuy nhiên, dễ bị mắc kẹt tại local minima hoặc plateau nếu số quân hậu N lớn (> 30).
- Simulated Annealing giúp cải thiện đáng kể nhờ khả năng thoát khỏi local minima, tìm nghiệm đúng nhanh hơn khi chọn lịch giảm nhiệt độ hợp lý.

b) Với bài toán Người đi du lịch (TSP)

- Đây là bài toán tối ưu toàn cục, chỉ có một nghiệm tối ưu duy nhất.
- Hill Climbing thường bị kẹt ở cực trị cục bộ do có vô số lô trình gần tối ưu.
- Stochastic hoặc First-Choice Hill Climbing cải thiện tốc độ nhưng vẫn dễ bị mắc kẹt.
- Simulated Annealing vượt trội hơn vì có thể chấp nhận đường đi xấu hơn tạm thời, giúp khám phá nhiều vùng trong không gian nghiệm.

HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- Kết hợp với các thuật toán tiến hóa như Genetic Algorithm hoặc Tabu Search để tăng khả năng khám phá không gian nghiệm.
- Ứng dụng trong các bài toán thực tế: lập lịch, tối ưu giao hàng, xếp lớp, tối ưu mạng nơ-ron.
- Nghiên cứu tự động điều chỉnh tham số (adaptive parameters) trong Simulated Annealing.
- Xây dựng mô hình song song (parallel hill climbing) để tăng tốc độ xử lý cho các bài toán lớn.
- So sánh thêm với các thuật toán Heuristic khác (A, Beam Search, ...)* để có cái nhìn toàn diện.

THANK YOU