



HUST

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Môn: Tính Toán Tiến Hoá

ONE LOVE. ONE FUTURE.



TRƯỜNG ĐẠI HỌC
BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Báo cáo bài tập lớn

Đề tài: Bài toán kéo dài thời gian sống của mạng cảm biến không dây

GVHD:

PGS.TS Huỳnh Thị Thanh Bình
Phạm Đình Thành
Nguyễn Thị Tâm
Trần Công Đạo

Nhóm SV:

Đình Bá Hải 20173095
Đoàn Tuấn Vũ 20183672

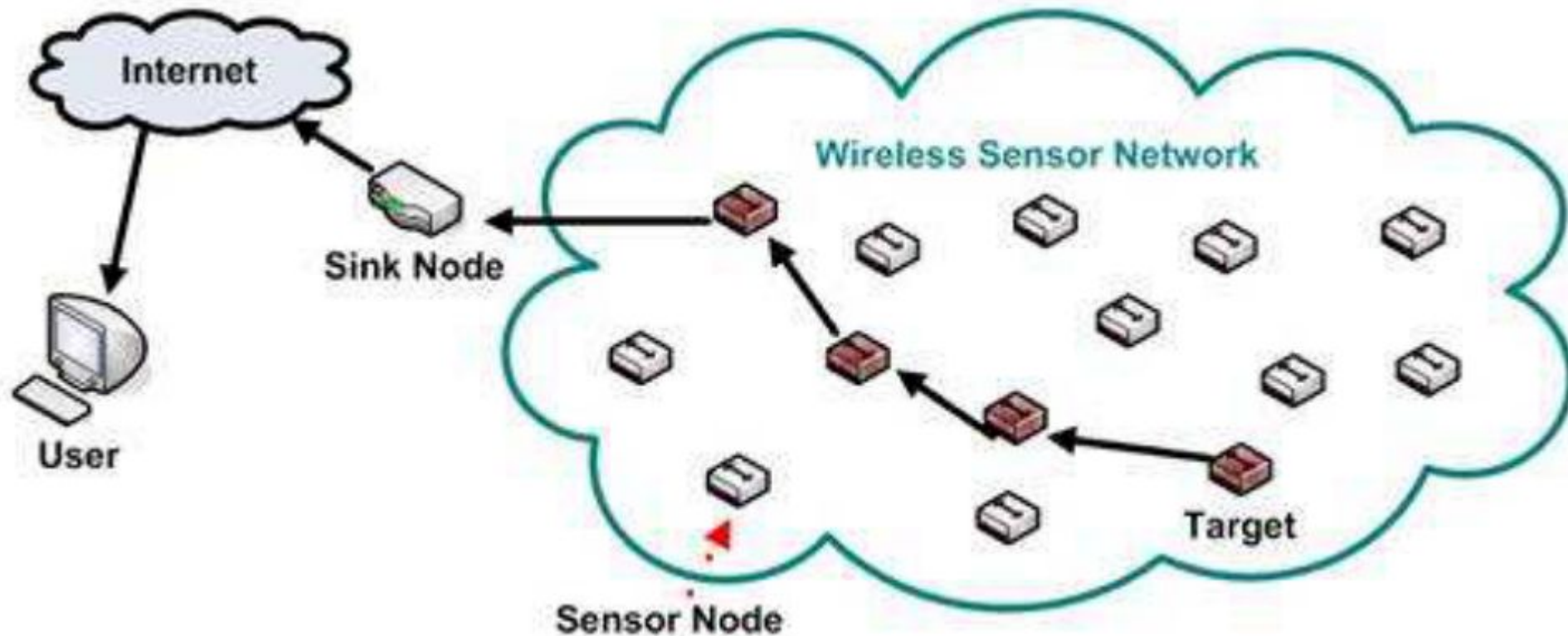
ONE LOVE. ONE FUTURE.

Mục lục

1. Giới thiệu bài toán
2. Mô hình bài toán
3. Thuật toán sử dụng
4. Kết quả thực nghiệm
5. Kết luận

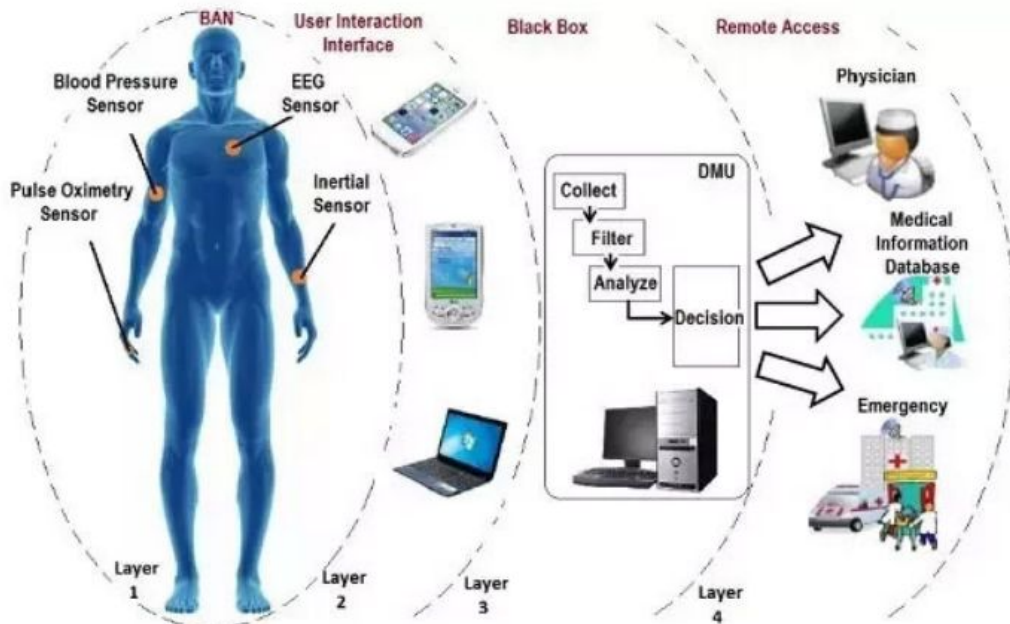
1. Giới thiệu bài toán

Wireless Sensor network (WSN) là mạng cảm biến không dây, tập hợp của các sensor node



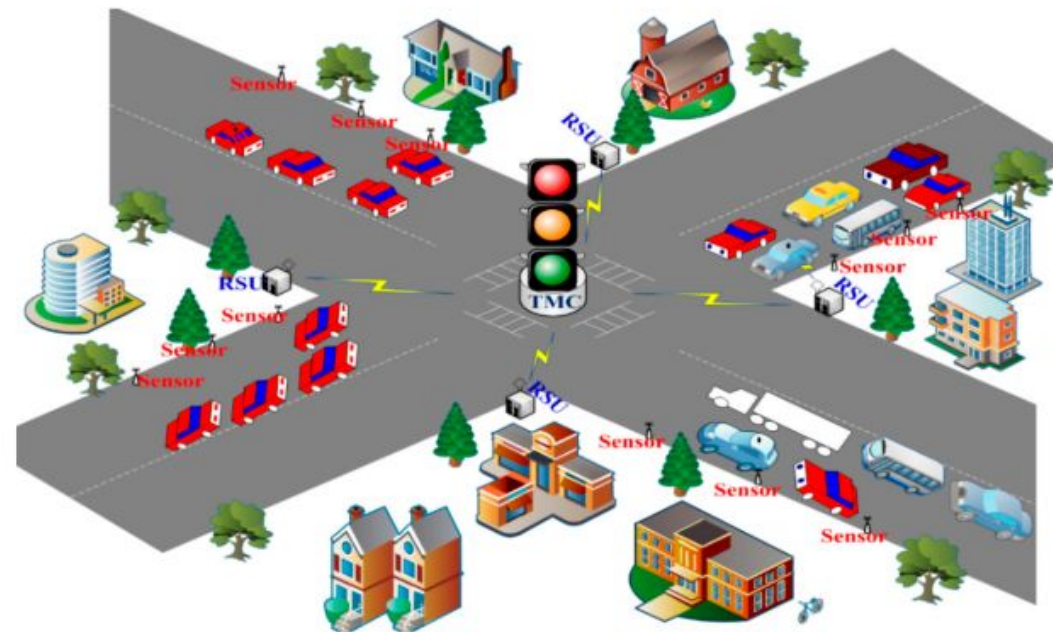
1. Giới thiệu bài toán

- ứng dụng của WSN



Wireless Sensor Network (WSN) được ứng dụng trong y tế để theo dõi người bệnh

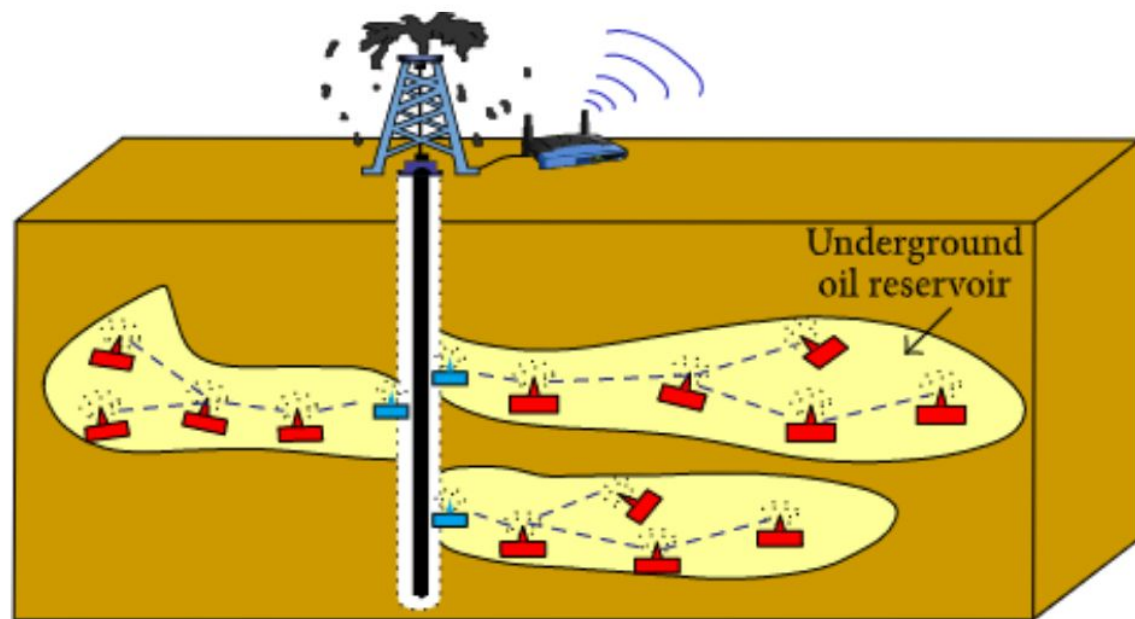
Trong lĩnh vực y tế



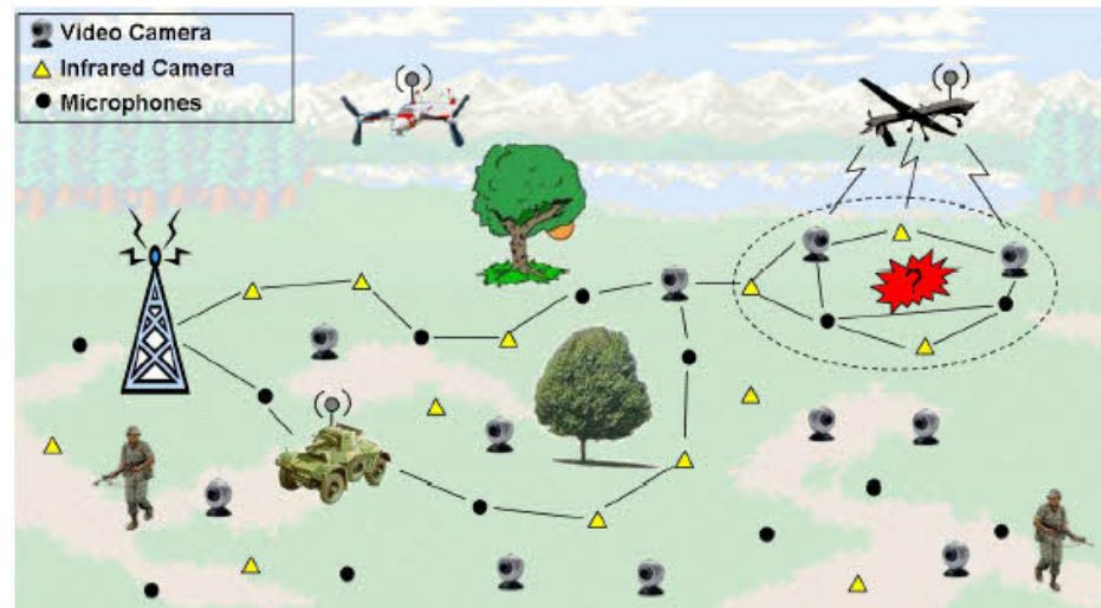
Trong đô thị thông minh

1. Giới thiệu bài toán

- Ứng dụng của WSN



Trong khai thác



Trong quân sự, nông nghiệp

1. Giới thiệu bài toán

- Vấn đề của WSN gặp phải: Tiêu thụ năng lượng vì các nút cảm biến thường khó thay thế hoặc sạc lại
 - Nguyên nhân:
 - + do các nút cảm biến ở gần trạm gốc thường hoạt động như proxy cho các nút ở xa -> cạn kiệt năng lượng nhiều hơn
 - + chi phí liên lạc giữa các nút phụ thuộc vào khoảng cách giữa chúng.

Giải pháp: + sử dụng thêm các nút chuyển tiếp để giảm năng lượng tiêu hao khi truyền về nút gốc

+ Tối ưu vị trí các nút chuyển tiếp để tối ưu hoá năng lượng cần dùng

-> Bài toán RSM

1. Giới thiệu bài toán

- Các nghiên cứu trước đây về vấn đề này:
- + Giải quyết lựa chọn RN tối ưu dựa trên heuristics (1)
- + Sử dụng GA để chọn tập hợp các vị trí cho RN (2)
- + sử dụng PSO để có vị trí RN tối thiểu (3)
- + Sử dụng MFRSEA dựa trên MFEA để giải quyết tìm RN tối ưu cho mạng đơn RSS và mạng đa RSM (4)

[1] B. Yuan, H. Chen, X. Yao, Optimal relay placement for lifetime maximization in wireless underground sensor networks, Information Sciences 418(2017) 463–479.

[2] N.T. Tam, H.T.T. Binh, D.A. Dung, P.N. Lan, B. Yuan, X. Yao, et al, A hybrid clustering and evolutionary approach for wireless underground sensor network lifetime maximization, Information Sciences 504 (2019) 372–393.

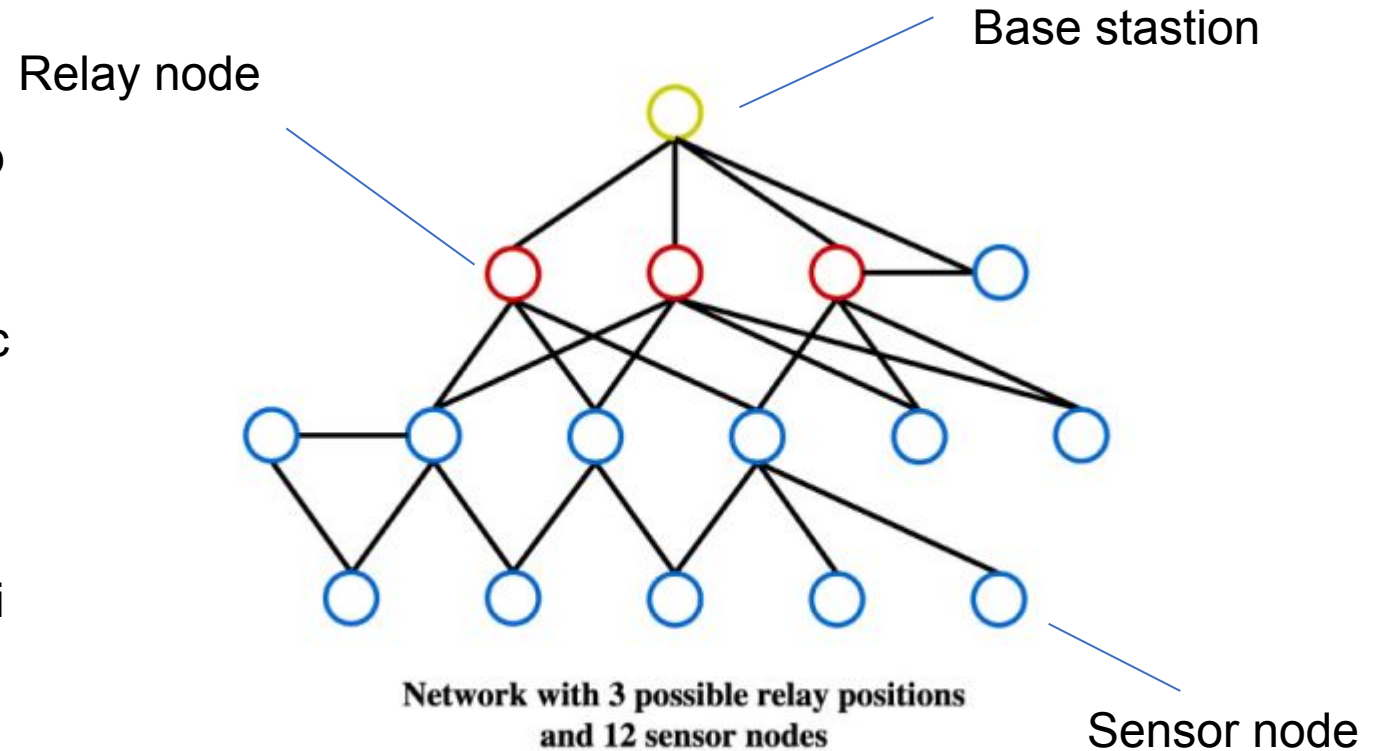
[3] Y. Xu, Y. Xiao, Q. Sun, A swarm-based meta-heuristic for relay nodes placement in wireless sensor networks, International Journal of Innovative Computing, Information and Control 15 (2) (2019) 551–567.

[4] N.T. Tam, V.T. Dat, P.N. Lan, H.T.T. Binh, L.T. Vinh, A. Swami, Multifactorial evolutionary optimization to maximize lifetime of wireless sensor network, Information Sciences 576 (2021) 355–373.

2. Mô hình bài toán

RSM

- RSM(Relay node selection in wireless multi-hop network): lựa chọn nút chuyển tiếp tối ưu trong mạng multi-hop trong địa hình 3 chiều
- Mục đích: tối thiểu hoá năng lượng tối đa được tiêu thụ bởi các nút trên cây
- Ràng buộc H: giới hạn số liên kết tối đa từ nút gốc.
- Đặc điểm: mỗi node nối với relay node hoặc nối thông qua node khác



2. Mô hình bài toán

Input: Đồ thị vô hướng $G(V, E)$ trong đó V là tập hợp các nút

$V = n+m+1$, E là tập hợp các liên kết (i,j)

Tập n các sensor node $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. s_0 là base station

Tập m các relay node $\{l_1, l_2, \dots, l_m\}$

Mục tiêu: chọn r trong m relay node tối ưu để cực tiểu hóa năng lượng tối đa được tiêu thụ bởi các node trên cây

Output: Cây $T = (V', E')$ với $V' = |n+r|$ là tập các nút tối ưu và E' là tập cạnh tối ưu

2. Mô hình bài toán

<> Mức tiêu thụ năng lượng của một nút cảm biến để gửi k bit dữ liệu đến một nút khác ở khoảng cách d được tính như sau

$$\tilde{E}_t = \begin{cases} k \times \epsilon_{elec} + k \times \epsilon_{fs} \times d^2 & \text{if } d \leq d_0 \\ k \times \epsilon_{elec} + k \times \epsilon_{mp} \times d^4 & \text{if } d_0 < d \leq r_c \\ \infty & \text{if } r_c < d. \end{cases}$$

Trong đó: r_c là bán kính truyền thông giao tiếp

2. Mô hình bài toán

<> Mức tiêu thụ năng lượng cho các nút sensor không dây nhận k bit dữ liệu được tính như sau:

$$\tilde{E}_r = k \times \epsilon_{elec}$$

<> Mức tiêu thụ năng lượng để tổng hợp dữ liệu được tính như sau

$$\tilde{E}_{DA} = k \times \epsilon_{DA}$$

Trong đó:

$$\epsilon_{elec} = 50 \text{ nJ/bit}$$

$$\epsilon_{fs} = 10 \text{ pJ/bit/m}^2$$

$$\epsilon_{mp} = 0.0013 \text{ pJ/bit/m}^4$$

$$\epsilon_{DA} = 5 \text{ pJ/bit}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{\epsilon_{fs}}{\epsilon_{mp}}}$$

2. Mô hình bài toán

Mức tiêu thụ năng lượng của sensor node s_i và relay node l_j

$$\tilde{E}_{s_i} = num'_i * \tilde{E}_r + (num'_i + 1) * \tilde{E}_{DA} + \tilde{E}_{ts_i},$$

$$\tilde{E}_{l_j} = num''_j * (\tilde{E}_r + \tilde{E}_{DA}) + \tilde{E}_{tl_j},$$

Trong đó:

num'_i và num''_j là số lượng node con của s_i and l_j trên cây

Hàm mục tiêu:

$$\max_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m} (\tilde{E}_{s_i}, \tilde{E}_{l_j}) \rightarrow \min.$$

Thuật toán sử dụng

Sử dụng thuật toán
GA cho mã hóa 1
GA cho mã hóa 2
MFEA cho mã hóa 2

Mã hoá mô hình

Khởi tạo quần thể

Lựa chọn cá thể lai ghép
và đột biến

Gộp các quần thể và tính
toán

Kết quả



Dựa trên ý tưởng mã hóa của paper:

Tam, N. T., Dat, V. T., Lan, P. N., Thanh Binh, H. T., Vinh, L. T., & Swami, A. (2021). Multifactorial evolutionary optimization to maximize lifetime of wireless sensor network. *Information Sciences*, 576, 355–373. doi:10.1016/j.ins.2021.06.056

Đồ thị vô hướng $G(V, E)$ trong đó V là tập hợp các nút

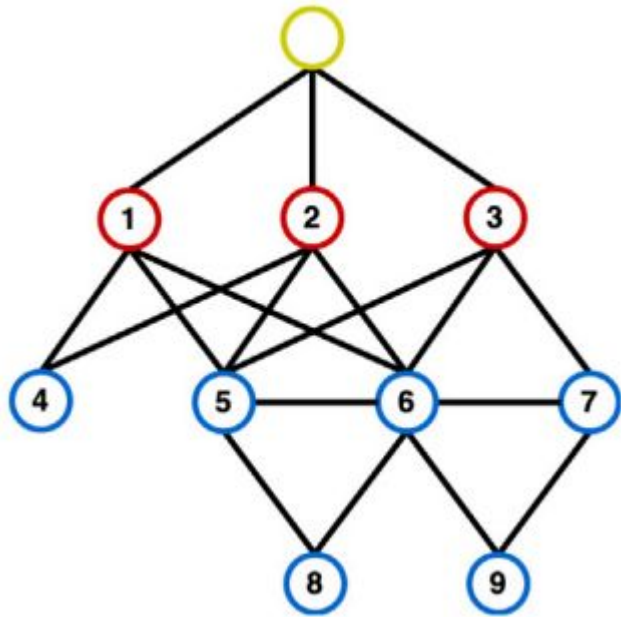
$V = n+m+1$, E là tập hợp các liên kết (i,j)

Tập n các sensor node $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. s_0 là base station

Tập m các relay node $\{l_1, l_2, \dots, l_m\}$

- Đánh định danh cho node lần lượt là theo tự s_0 , relays node, sensor node
- Một lời giải hợp lệ là một hoán vị của $1, 2, \dots, n+m$
- Thứ tự các node trong chuỗi genes chính là độ ưu tiên chọn node con và node mẹ

Mã hoá mô hình: Mã hóa 1: Ví dụ giải mã



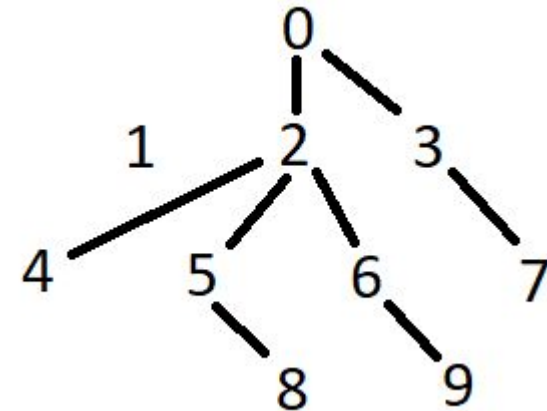
2	4	3	1	8	9	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Thứ tự chọn relays node:

2	3	1
---	---	---

Thứ tự chọn sensor node:

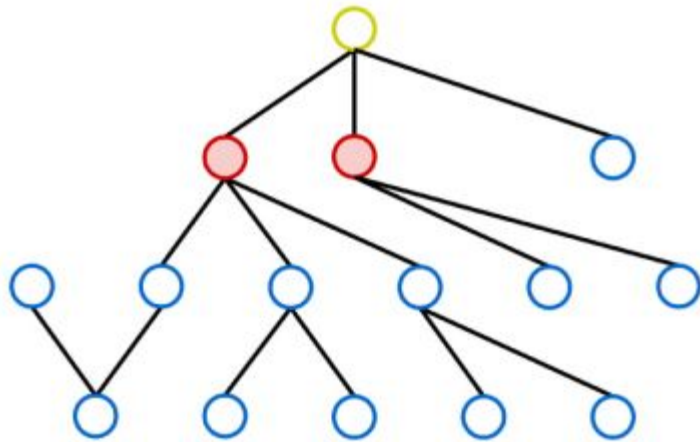
4	8	9	5	6	7
---	---	---	---	---	---



Chọn 2 relays node

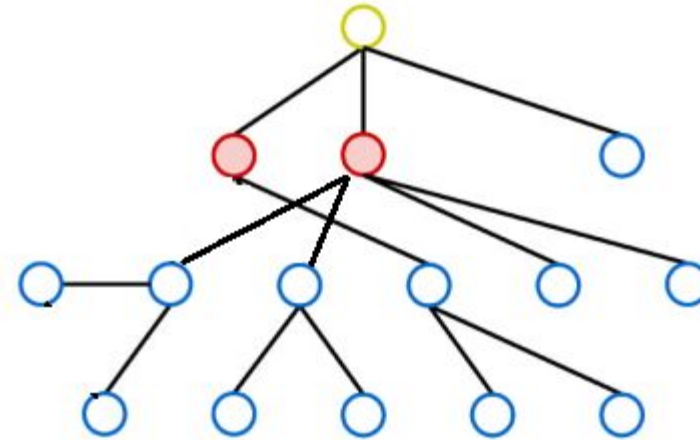
Mã hoá mô hình: Mã hóa 1: Trường hợp lỗi

- Các trường hợp lỗi khi giải mã:



A possible solution for RPWMN

Vi phạm ràng buộc H



Các cây có xu hướng nổi vào
điểm có thứ tự ưu tiên cao hơn

Ưu điểm của phương pháp mã hoá:

- Nhỏ gọn, độ dài $r + n$ và dễ sinh quần thể và lai ghép
- Xử lý vấn đề tạo thành chu trình ngay từ bước xây dựng cây
- So với cách mã hóa trong paper thì đã chuẩn hóa từ số thực thành số nguyên

Nhược điểm:

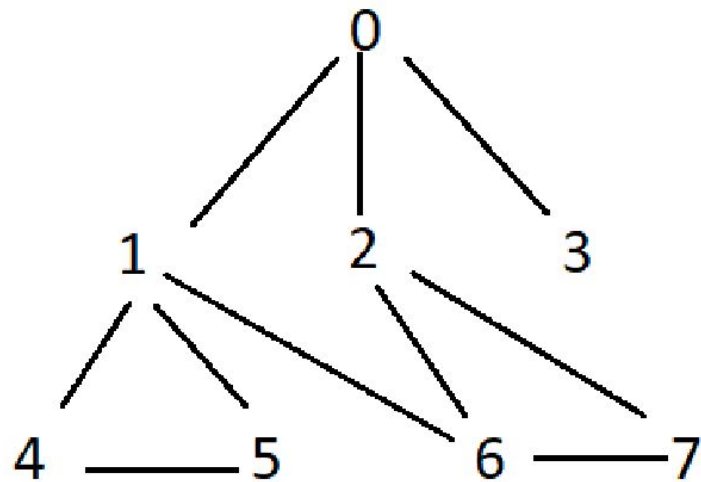
- Chưa bao phủ hết tất cả các trường hợp có thể xảy ra
- Còn một số cây không thể mã hoá được
- Chi phí thời gian giải mã lâu vì còn tồn thêm bước kiểm tra chu trình

Phương pháp mã hóa 2

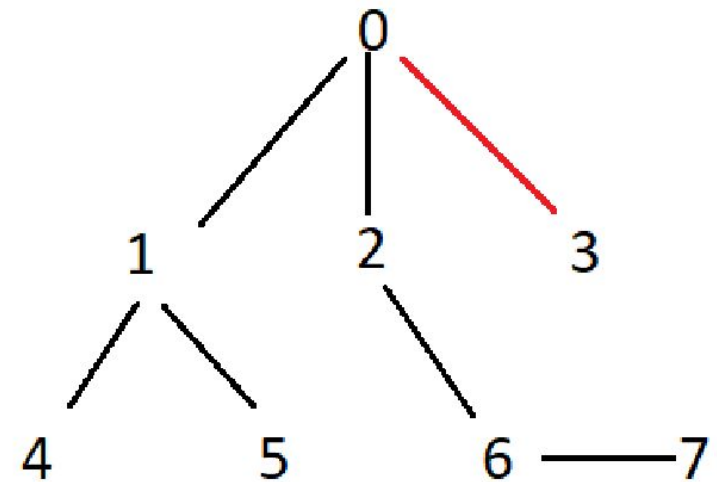
- Ý tưởng:

- Mỗi node (sensor node và relay node) đều có duy nhất 1 node cha.
- Mã hóa node cha: với chiều dài genes là: $n + r + 1$
- Đối với những relays node không được chọn thì sẽ mặc định node cha là node gốc (không có sensor nào chuyển tới nên năng lượng sẽ bằng 0)
 - Đánh thứ tự các node theo trình tự node gốc, relays node, sensor node
 - Mã hóa node cha của các relays và sensor node
 - Node cha node gốc là node gốc (0)
 - Node cha của relays node sẽ luôn là node gốc (0)

Mã hoá mô hình: Ví dụ



Đồ thị các cạnh



0 0 0 0 1 1 2 6

- Xử lý các trường hợp vi phạm ràng buộc
 - Ràng buộc về số hop tối đa: Thêm số thực a ($>>$) vào hàm mục tiêu
 - Ràng buộc về tạo chu trình: Thêm số thực a ($>>$) vào hàm mục tiêu

Ưu điểm

- Giải quyết được vấn đề các node luôn có xu hướng nối vào node có độ ưu tiên cao
- Thời gian giải mã nhanh
- Dễ dàng lai ghép, đột biến

Nhược điểm:

- Số lượng cá thể tạo thành chu trình lớn
- Chưa giải quyết được về ràng buộc số hop

Khởi tạo quần thể

Mã hóa 1: Tạo ngẫu nhiên n cá thể ban đầu

Mã hóa 2: Tạo ngẫu nhiên n cá thể ban đầu

Lai ghép và đột biến

Lai ghép:

- Mã hóa 1: Sử dụng phương pháp lai ghép tương hợp bộ phận
- Mã hóa 2: Sử dụng phương pháp lai ghép thứ tự

Đột biến:

- Cả 2 cách mã hóa đều sử dụng phương pháp: Đảo đổi chỗ

Chọn quần thể tiếp theo

- Sử dụng chiến lược lựa chọn tinh hoa, trong đó một tỷ lệ cá thể phù hợp nhất được chọn
- Các cá thể được chọn cùng với con của chúng được tạo ra bằng cách trao đổi chéo và đột biến được chuyển sang quần thể tiếp theo mà vẫn duy trì kích thước quần thể

- Hàm fitness:
 - Trong RSM, chúng ta cần giải quyết ràng buộc bước nhảy bổ sung (hop), hay nói cách khác, giới hạn về số lượng liên kết tối đa mà bất kỳ đường dẫn nào từ bất kỳ nút cảm biến nào đến trạm gốc
 - Những ràng buộc này được xử lý ngầm bởi một chi phí phạt trong giá trị thể chất

Formally, the fitness function is calculated as:

$$f(i) = f_c(i) + f_p(i)$$

where $f_c(i)$ is the energy consumption value, and $f_p(i)$ is the penalty cost.

$$f_p(i) = \begin{cases} 0 & \text{if hop constraints are satisfied} \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

Có thêm 2 bước:

Khởi tạo genes chung cho tất cả các tác vụ

Giải mã genes chung thành genes riêng cho từng tác vụ

Khởi tạo genes:

- Số lượng relays: $\text{Max}(\text{số lượng relays trên mỗi tác vụ})$
- Số lượng sensor: $\text{Max}(\text{số lượng sensor trên mỗi tác vụ})$

Giải mã genes chung về genes riêng

- Đoạn genes relay node: Lấy từ trái sang phải cho đến khi đủ node relays
- Đoạn genes sensor node: Lấy từ trái sang phải (đoạn cho đến khi đủ số lượng node sensor)

- ◆ Trường hợp node cha > số lượng node relays hoặc node sensor
- ◆ Node cha = Phần dư của node cha và relays (sensor)

Thuật toán MFEA

0	R1	R2	R3	...	$R_{(m-1)}$	Rm	S1	S2	S3	...	$S_{(n-1)}$	Sn
---	----	----	----	-----	-------------	----	----	----	----	-----	-------------	----

0	R1	R2	R3	...	Ri
---	----	----	----	-----	----

S1	S2	S3	...	Sj
----	----	----	-----	----

Kết quả thực nghiệm

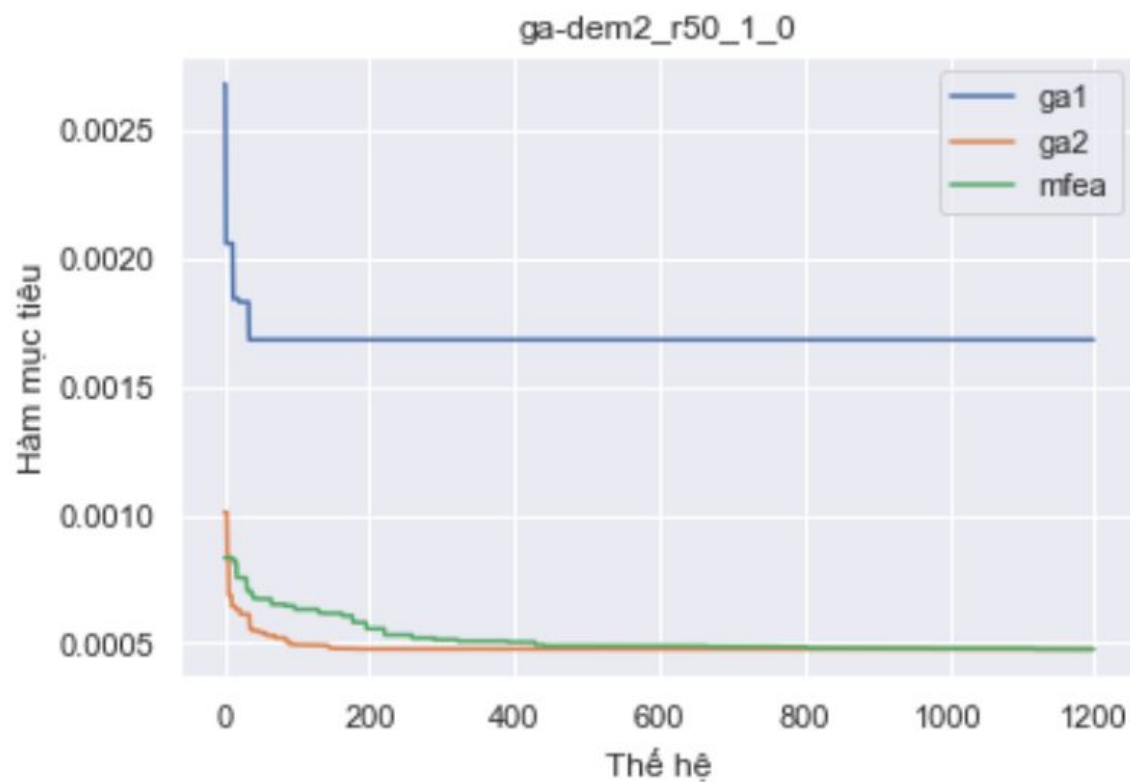
Mô tả bộ dữ liệu

Bộ dữ liệu	Số lượng relays node	Số lượng sensor node	bán kính truyền thông kết nối
ga-dem10_r25_1_0	40	40	25
ga-dem6_r25_1_40	40	80	25
ga-dem2_r50_1_0	40	40	50

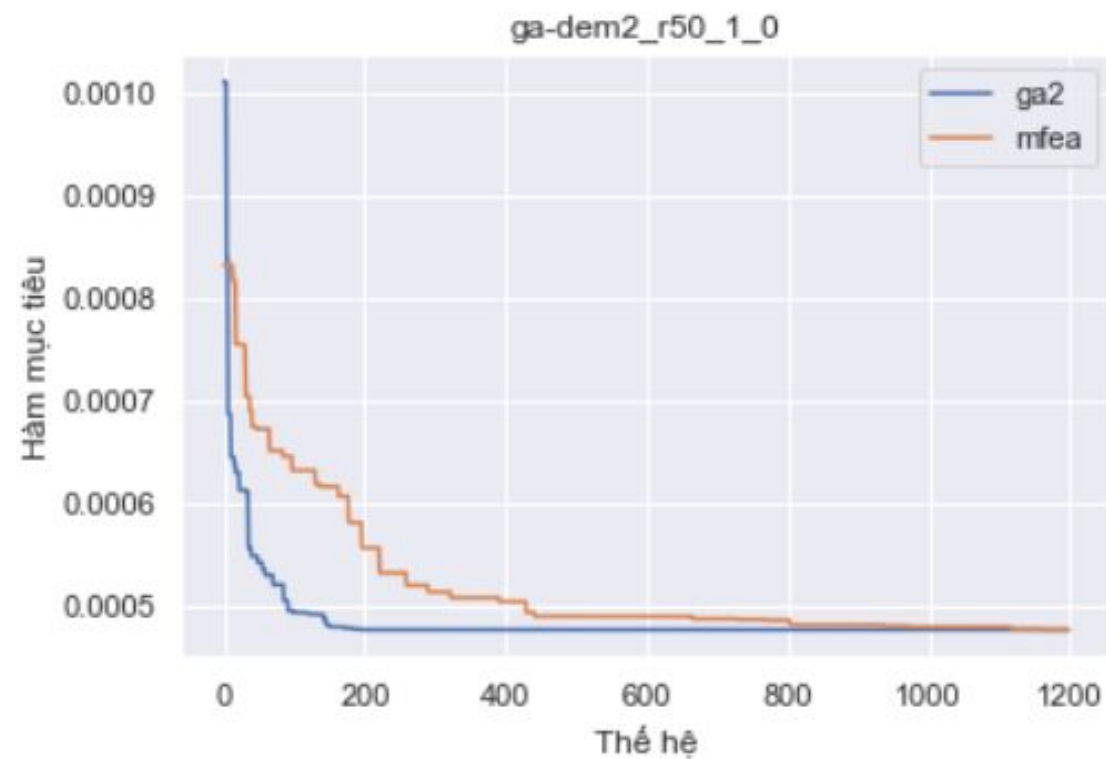
Kết quả tổng hợp

Bộ dữ liệu	Số lượng relays node	Số lượng sensor node	bán kính truyền thông kết nối	Số bit truyền dẫn	Thuật toán GA Mã hóa 1	Thuật toán GA Mã hóa 2	MFEA trên mã hóa 2
ga-dem10_r25_1_0	40	40	25	4000	0.001004	0.0004205	0.000426
ga-dem6_r25_1_40	40	80	25	4000	None	0.000619	0.000517
ga-dem2_r50_1_0	40	40	50	4000	0.001681	0.000476	0.000479

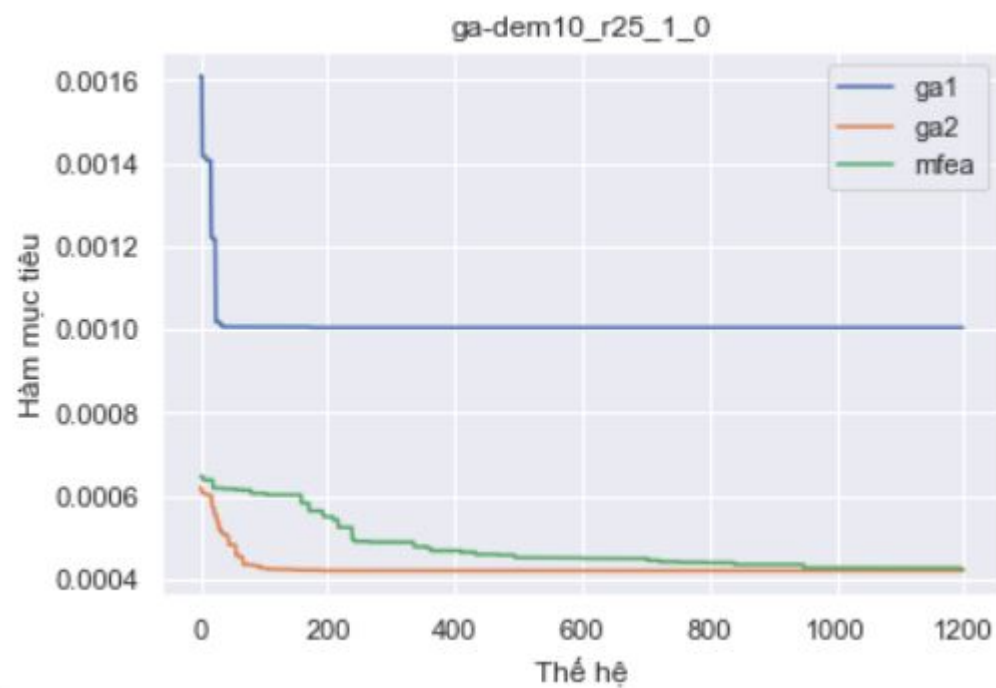
Kết quả ga1, ga2 và mfea trên bộ dữ liệu
ga_dem2_r50_1_0



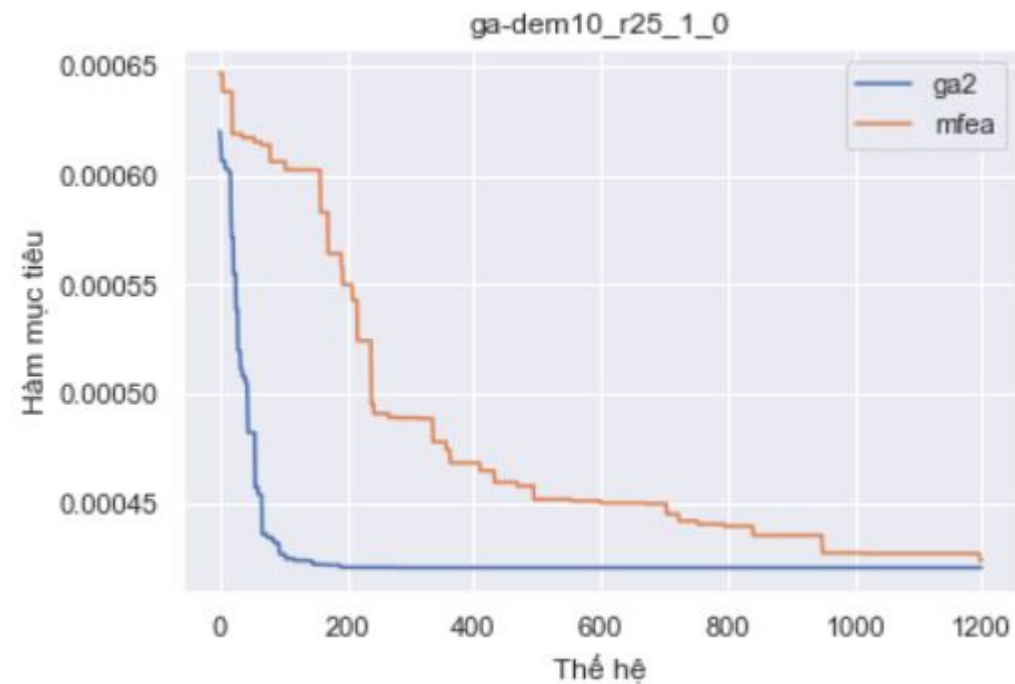
Kết quả ga2 và mfea trên bộ dữ liệu
ga_dem2_r50_1_0



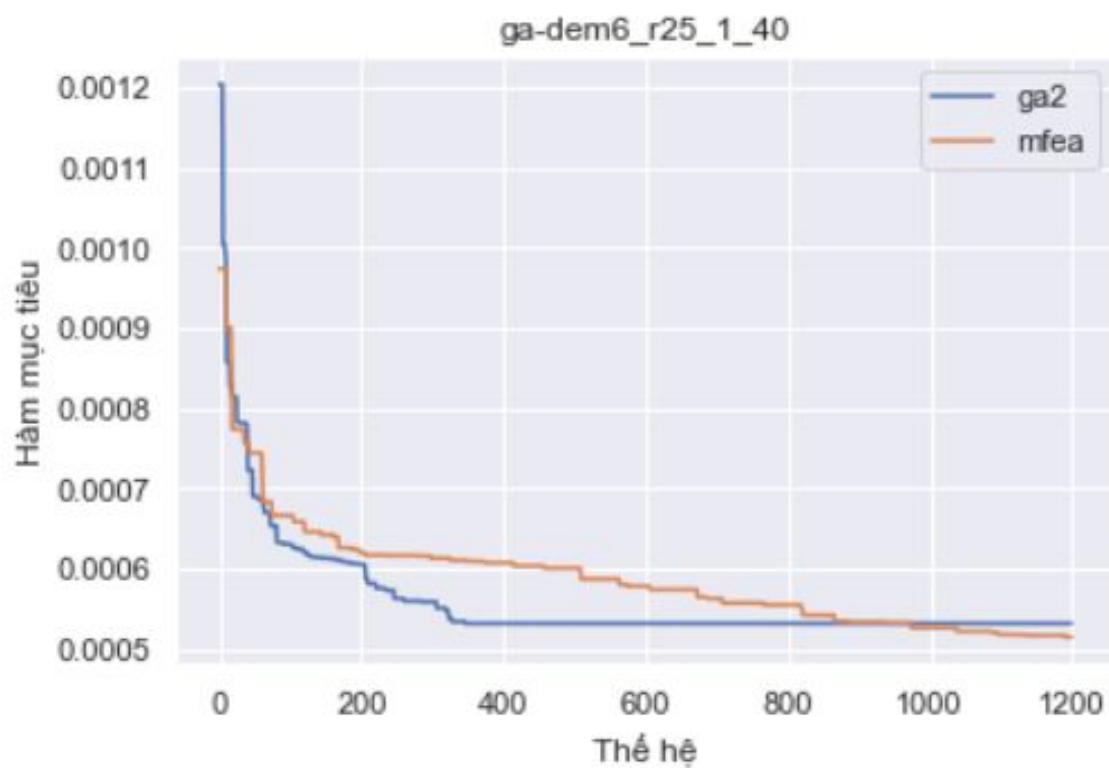
Kết quả ga1, ga2 và mfea trên bộ dữ liệu
ga-dem10_r25_1_0



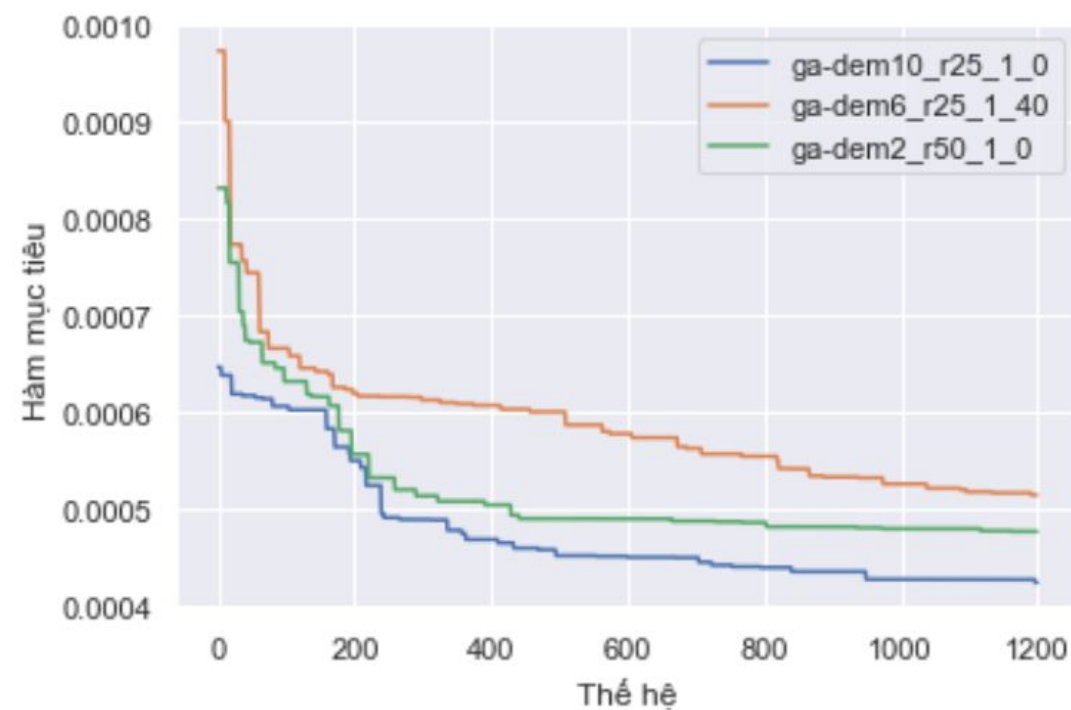
Kết quả ga2 và mfea trên bộ dữ liệu
ga-dem10_r25_1_0



Kết quả ga2 và mfea trên bộ dữ liệu **ga-dem6_r25_1_40**



MFEA Với 3 bộ dữ liệu



Nhận xét:

- Thuật toán mã hóa 1 hội tụ nhanh, không gian tìm kiếm bé, nên nghiệm chưa được tối ưu nhất
- Thuật toán mã hóa 2 với GA, không gian tìm kiếm lớn, đạt được nghiệm tối ưu tốt hơn nhiều so với phương pháp 1 trong khoảng thời gian không quá lớn
- Thuật toán mã hóa 2 với MFEA là giải thuật cho được khá là tốt trong cả 3 bộ dữ liệu tuy nhiên cũng cho chi phí về mặt thời gian lớn nhất

Cải tiến trong tương lai:

- Tìm cách xử lý những cá thể bị tạo chu trình để giảm đi không gian tìm kiếm
- Xử dụng các giải thuật tìm kiếm cục bộ để khởi tạo các cá thể ban đầu chất lượng, rút ngắn thời gian hội tụ

Phân công công việc

Thành viên	Công việc
Đình Bá Hải	<ul style="list-style-type: none">- Nghiên cứu paper và tìm hiểu bài toán- Đề xuất phương pháp mã hóa 2- Code các thuật toán môn học
Đoàn Tuấn Vũ	<ul style="list-style-type: none">- Nghiên cứu paper và tìm hiểu bài toán- Đề xuất phương pháp mã hóa 1- Check code và kiểm tra tính đúng đắn của code

A large graphic on the left side of the slide. It features a dark blue background with a circular pattern of red dots of varying sizes, creating a sense of depth and movement. The word "HUST" is centered within this graphic in a white, bold, sans-serif font.

HUST

THANK YOU !