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

Viện Công nghệ Thông tin và Truyền thông

Sử dụng mạng Bayesian ước lượng tài nguyên khả dụng cho bài toán lập lịch trong môi trường Cloud Computing

Sinh viên thực hiện: Trương Quang Khánh
Lớp: KSTN-CNTT Khóa 62
Giảng viên hướng dẫn: PSG. Nguyễn Bình Minh

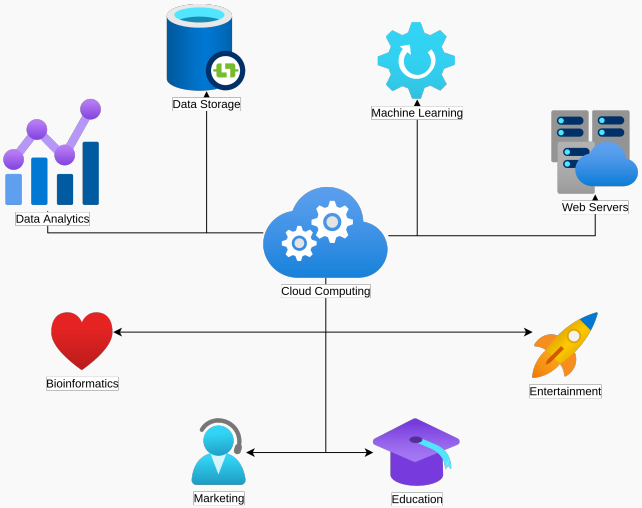
Ngày 9 tháng 7 năm 2021

Nội dung

1. Giới thiệu chung
2. Các vấn đề của bài toán lập lịch thời gian thực
3. Giải pháp
4. Đánh giá hiệu năng
5. Kết luận

1 . Giới thiệu chung

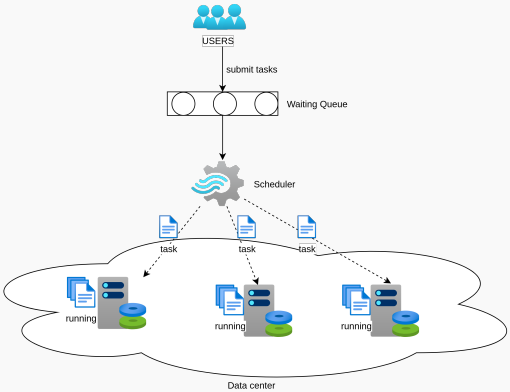
Sự xuất hiện của Cloud Computing



Vấn đề lập lịch trong hệ thống Cloud

Luồng hoạt động

1. Người dùng gửi các tasks đến hệ thống
2. Các tasks được đưa đến hàng đợi cho đến khi được lập lịch
3. Bộ lập lịch tìm các máy tính phù hợp cho các tasks
4. Chuyển các tasks đến các máy tính và thực thi

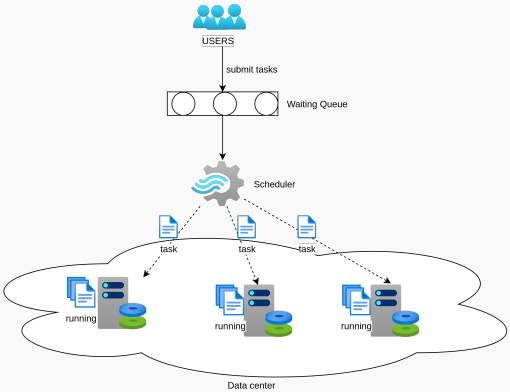


Người dùng gửi tasks đến hệ thống

Vấn đề lập lịch trong hệ thống Cloud

Tại sao cần lập lịch?

1. Tiết kiệm chi phí nhờ sử dụng hiệu quả tài nguyên
2. Tăng chất lượng dịch vụ cung cấp cho người dùng



Người dùng gửi tasks đến hệ thống

Các thuật toán phổ biến

Heuristic

Là những thuật toán đưa ra lời giải chấp nhận được, thỏa mãn mục tiêu và ràng buộc của bài toán

- Nhóm các thuật toán dựa trên quần thể như GA, PSO, ...
- Nhóm các thuật toán tìm kiếm lời giải tối ưu như Tabu Search, Beam Search

Đặc điểm chung

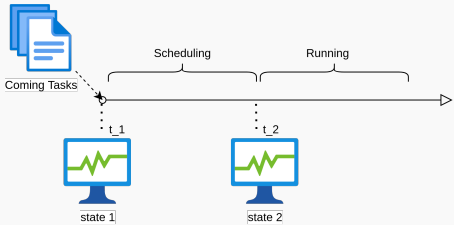
- Tìm nghiệm tối ưu hàm $\mathcal{F}$ nào đó trong miền không gian có ràng buộc
- Hàm $\mathcal{F}$ sẽ được tính dựa trên các thông tin về hệ thống tại thời điểm lập lịch

2 . Các vấn đề của bài toán lập lịch thời gian thực

Sai số do độ trễ trong quá trình lập lịch

Trạng thái tài nguyên

- Tại thời điểm t_1
  - available_cpu = c_1
  - available_memory = m_1
- Tại thời điểm t_2
  - available_cpu = c_2
  - available_memory = m_2

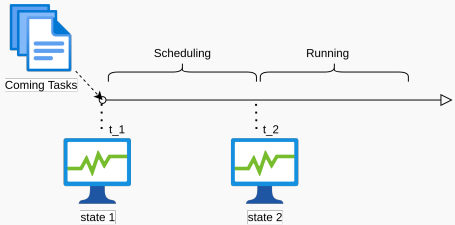


Trạng thái máy tính

Sai số do độ trễ trong quá trình lập lịch

Trạng thái tài nguyên

- Tại thời điểm t_1
  - available_cpu = c_1
  - available_memory = m_1
- Tại thời điểm t_2
  - available_cpu = c_2
  - available_memory = m_2



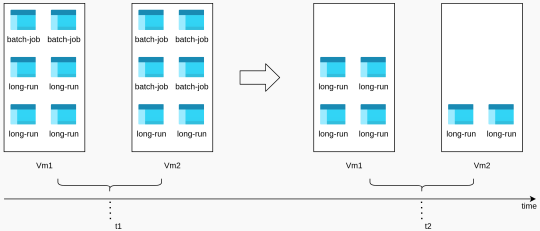
Trạng thái máy tính

Vấn đề 1

$c_1 \neq c_2$ hoặc $m_1 \neq m_2$ làm mất sự tối ưu của nghiệm thuật toán lập lịch

Mất cân bằng khối lượng công việc khi hoạt động

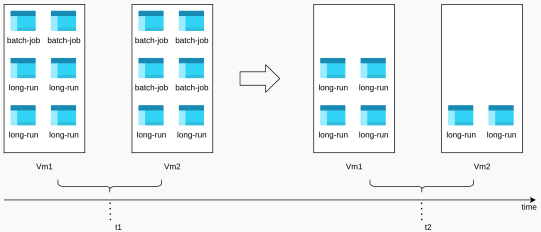
- long-run: các tasks dạng service luôn luôn chạy
- batch-job: các tasks thuộc dạng batch, thời gian thực thi từ vài trăm mili giây tới vài giây



Mất cân bằng khối lượng tasks

Mất cân bằng khối lượng công việc khi hoạt động

- long-run: các tasks dạng service luôn luôn chạy
- batch-job: các tasks thuộc dạng batch, thời gian thực thi từ vài trăm mili giây tới vài giây



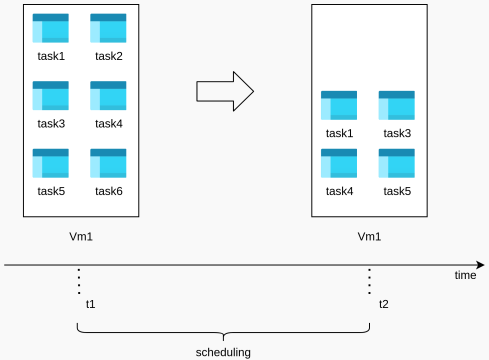
Mất cân bằng khối lượng tasks

Vấn đề 2

Các batch-job tasks kết thúc trong quá trình chạy phá vỡ trạng thái cân bằng khối lượng công việc giữa các máy ảo

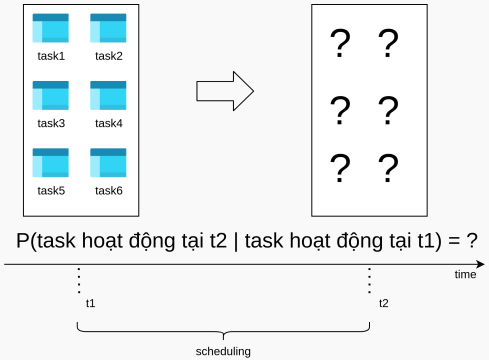
3 . Giải pháp

Ước lượng trạng thái các tasks



Trạng thái tài nguyên tại thời điểm lập lịch và thực thi

Ước lượng trạng thái các tasks



Xác định xác suất tasks đang chạy còn hoạt động sau quá trình lập lịch để ước lượng trạng thái của máy ảo tại thời điểm thực thi

Ước lượng tài nguyên khả dụng

Ước lượng tài nguyên khả dụng

Tập các tasks đang chạy trên máy tính ảo tại thời điểm lập lịch

$$\mathcal{T} = \{task_1, task_2, ..., task_K\}$$

Kỳ vọng tài nguyên sử dụng của một task:

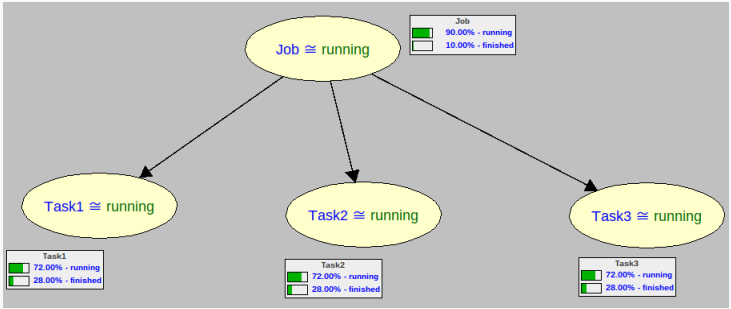
$$E[task\_usage_i] = resources\_usage_i \times p_i + 0 * (1 - p_i) \quad (1)$$

- $resources\_usage_i$ là tài nguyên $task_i$ sử dụng
- p_i là xác suất $task_i$ còn hoạt động tại thời điểm thực thi

Kì vọng tài nguyên khả dụng tại thời điểm thực thi:

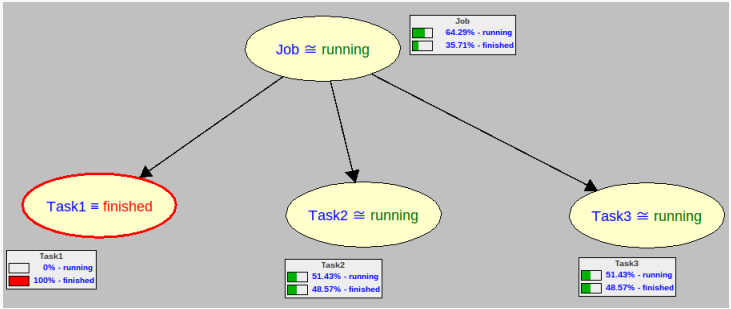
$$available\_resources = resources\_capacity - \sum_{i=1}^{K} resources\_usage_i \times p_i \quad (2)$$

Ví dụ minh họa mạng Bayesian



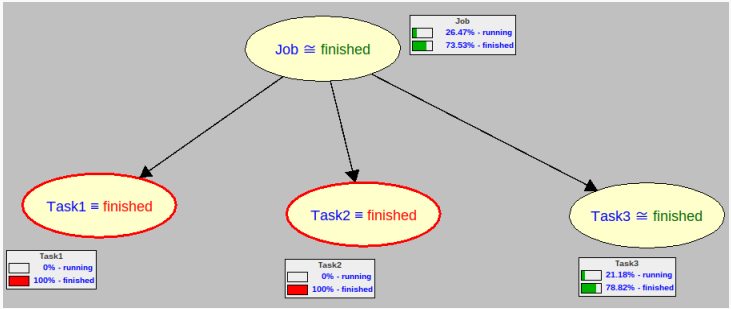
Ví dụ về mạng Bayesian cho 3 tasks

Ví dụ minh họa mạng Bayesian



Ví dụ về mạng Bayesian cho 3 tasks

Ví dụ minh họa mạng Bayesian



Ví dụ về mạng Bayesian cho 3 tasks

Cân bằng khối lượng công việc giữa các máy ảo

Cân bằng khối lượng công việc giữa các máy ảo

Độ mất cân bằng

Khối lượng công việc của M máy ảo:

$$\mathcal{L} = \{l_1, l_2, ..., l_M\}$$

Để thể hiện độ mất cân bằng khối lượng công việc giữa các máy ảo, ta sử dụng phương sai của $\mathcal{L}$

$$\mathcal{V}(\mathcal{L}) = \frac{1}{M} \times \sum_{i=1}^{M} (l_i - \bar{l})^2$$

Mục tiêu của thuật toán lập lịch

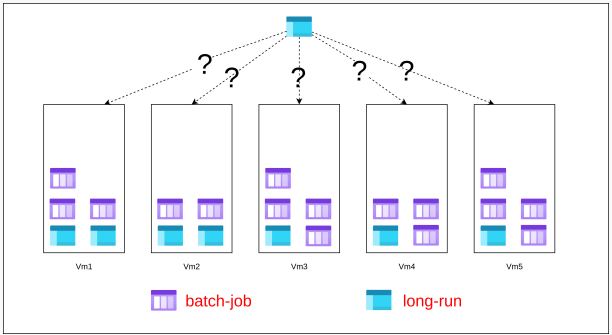
Tối thiểu hóa độ mất cân bằng của hệ thống **trong thời gian hoạt động**.

Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho long-run task:

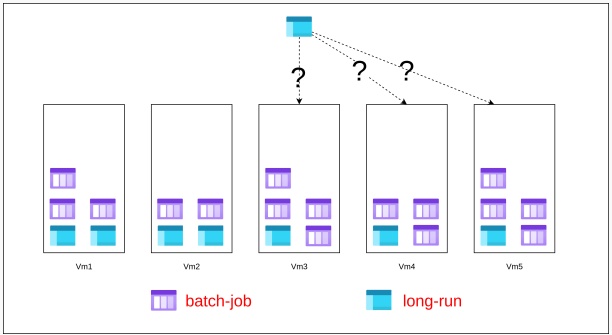
- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho long-run tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho long-run task:

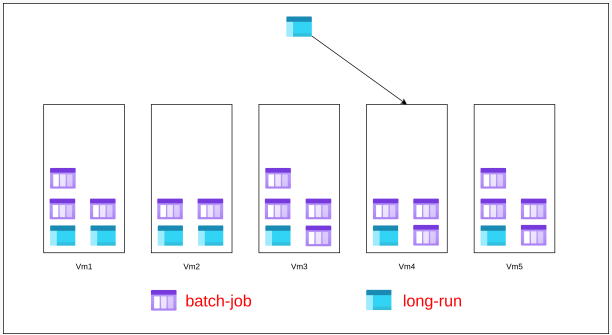
- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho long-run tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho long-run task:

- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho long-run tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

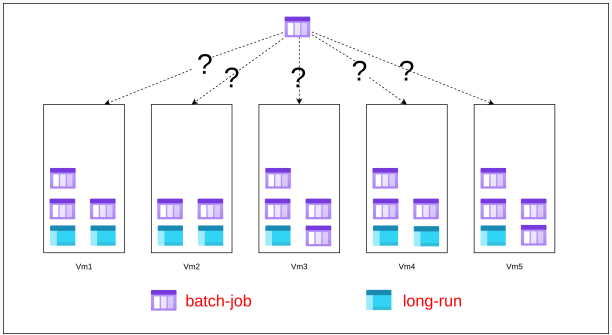
Tìm máy ảo cho long-run task:

- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho long-run tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo

Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho batch-job task:

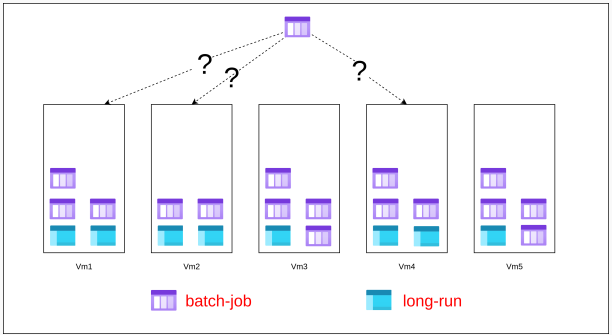
- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho batch-job tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho batch-job task:

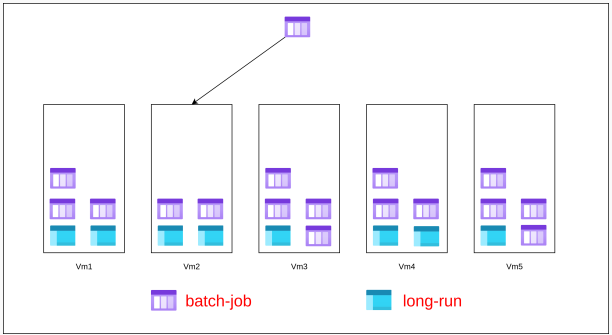
- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho batch-job tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho batch-job task:

- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho batch-job tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo



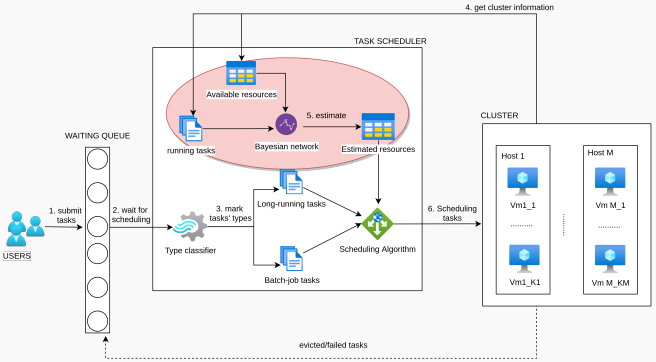
Lựa chọn máy tính ảo cho tasks

Tìm máy ảo cho batch-job task:

- Bước 1: Chọn K máy ảo có lượng tài nguyên dành cho batch-job tasks nhỏ nhất
- Bước 2: Trong K máy ảo tìm được, chọn máy có lượng tài nguyên khả dụng cao nhất cho task
- Bước 3: Cập nhật thông tin task được ghép cặp với máy ảo

Mô hình lập lịch đề xuất

- Dùng mạng Bayesian ước lượng tài nguyên khả dụng
- **Dùng tài nguyên ước lượng để lập lịch cho tasks**



4 . Đánh giá hiệu năng

Thực nghiệm

Mục đích

1. Đánh giá hiệu năng so với Worstfit và FCFS
2. Đánh giá hiệu quả của mạng Bayesian
3. So sánh độ mất cân bằng trong thời gian chạy với Worstfit

Kịch bản

- M = 10 máy tính ảo
- N = 15000 tasks
- K = 3
- $T \sim \mathcal{P}(\lambda = 15)$
- $delay\_time \sim \mathcal{N}(\mu = 5, \sigma = 0.5^2)$

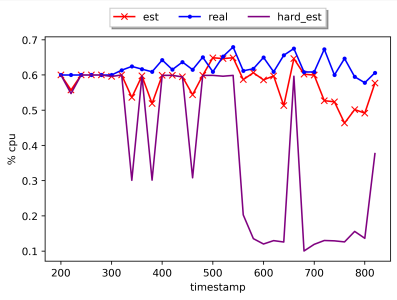
Số liệu so sánh về thời gian

- Thuật toán đề xuất hoàn thành nhiều tasks hơn so với Worstfit và FCFS
- Thời gian trung bình hoàn thành một task tốt hơn FCFS là 50%, Worstfit là 20%

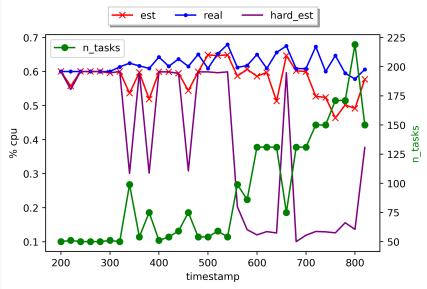
Kết quả về thời gian chạy của các tasks

Running statistics over 1000s			
stats	FCFS	Worstfit	Resources balancing
count	13214	13925	14235
mean	10.62	6.34	5.42
std	54.24	33.37	27.31
min	0.31	0.12	0.21
50%	5.78	3.52	3.41
max	829.92	616.35	640.39

So sánh độ chính xác của mạng Bayesian



(a) Tài nguyên khả dụng tại thời điểm thực thi

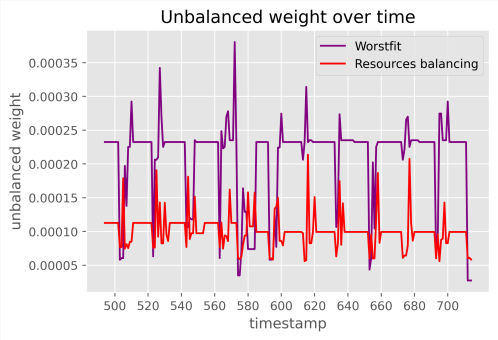


(b) Sai số với số lượng tasks đang chạy

Mạng Bayesian cho kết quả ước lượng (màu đỏ) có sai số với thực tế (màu xanh dương) nhỏ hơn so với việc dùng thông tin sai lệch (màu tím).

So sánh mức độ mất cân bằng giữa các máy tính

- Độ mất cân bằng giảm sâu tại thời điểm lập lịch (500, 520, ...) nhưng không duy trì được lâu
- Thuật toán đề xuất cho độ mất cân bằng **ổn định và nhỏ hơn** so với Worstfit



Độ mất cân bằng trong quá trình hoạt động

5 . Kết luận

Kết luận và định hướng

Kết luận

- Thuật toán đã cải thiện được sai số giữa thời điểm lập lịch và thực thi
- Có thể cân bằng được khối lượng công việc trong quá trình chạy

Kết luận và định hướng

Kết luận

- Thuật toán đã cải thiện được sai số giữa thời điểm lập lịch và thực thi
- Có thể cân bằng được khối lượng công việc trong quá trình chạy

Định hướng phát triển

- Phát triển mô hình đồ thị Bayesian phù hợp với học liên tục
- Mở rộng bài sang bài toán resource scaling

Em xin trân thành cảm ơn Thầy cô và mọi người đã lắng nghe