

# Giải bài toán PESP ứng dụng trong lập lịch tàu chạy bằng phương pháp SAT

---

Sinh viên

Phạm Văn Phúc

Giảng viên hướng dẫn

TS. Tô Văn Khánh

Lớp

K66-CC

Ngành

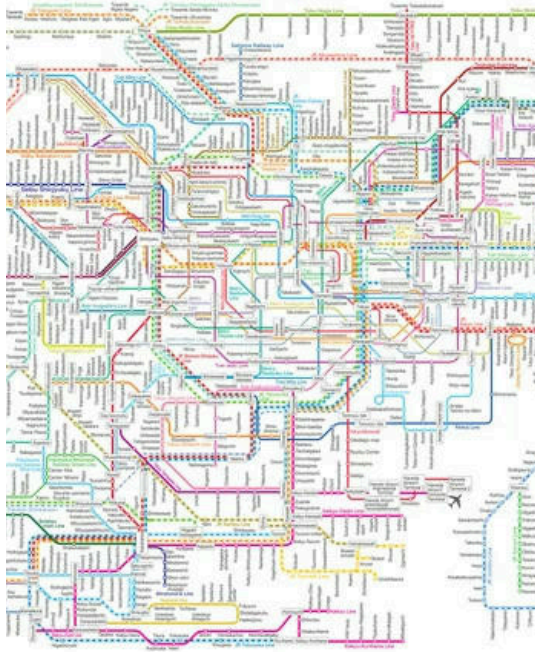
Công nghệ thông tin

12 - 2024

# Nội dung chính

1. Giới thiệu & Đặt vấn đề
2. Giải pháp cải tiến
3. Thực nghiệm & Đánh giá
4. Kết luận

# 1.1 Bài toán lập lịch tàu điện



1: Nhật



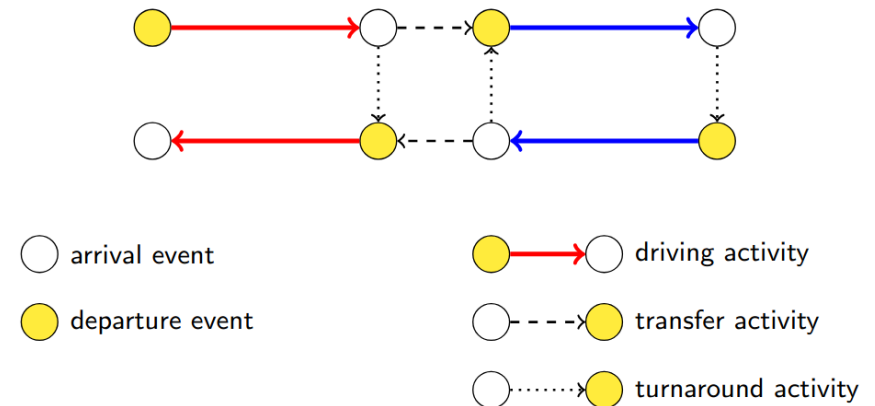
2: Đức



3: Việt Nam

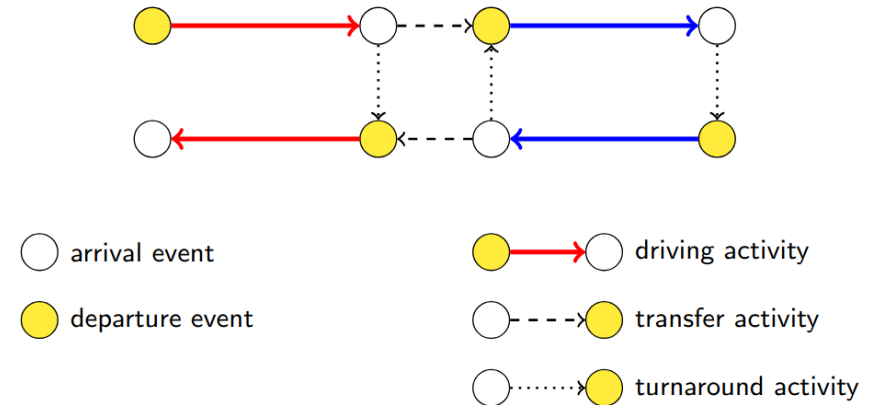
# 1.1 Bài toán lập lịch tàu điện

- Thời gian hồi phục
- Tính kết nối
- Thời gian bảo dưỡng cuối trạm
- Thời gian giãn cách tối thiểu



# 1.1 Bài toán lập lịch tàu điện

- Thời gian hồi phục
- Tính kết nối
- Thời gian bảo dưỡng cuối trạm
- Thời gian giãn cách tối thiểu

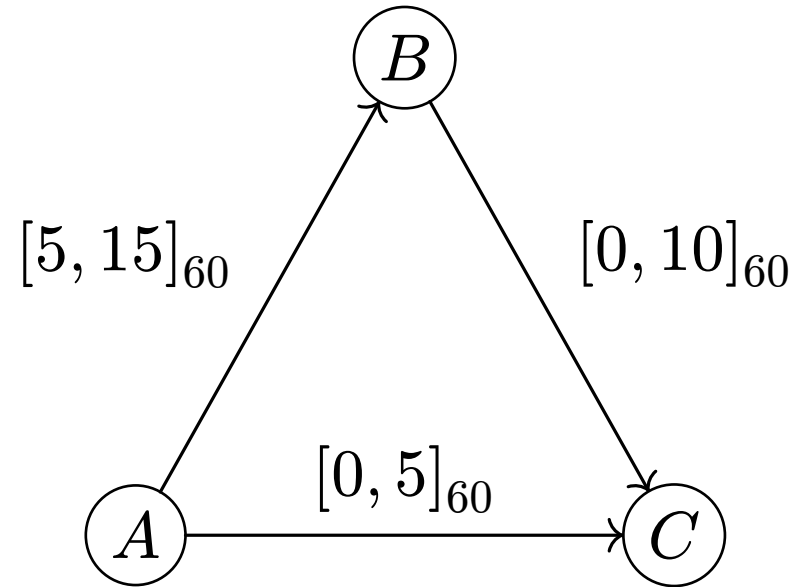


## 2.1 Mô hình PESP

PESP<sup>1</sup> được giới thiệu bởi Serafini và Ukovich, nhằm giải quyết bài toán lập lịch tuần hoàn.

- $\pi_B - \pi_A \in [5, 15]_{60}$
- $\pi_C - \pi_A \in [0, 10]_{60}$

$$[5, 15]_{60} = \dots \cup [-55, -45] \cup [5, 15] \cup [65, 75] \cup \dots$$



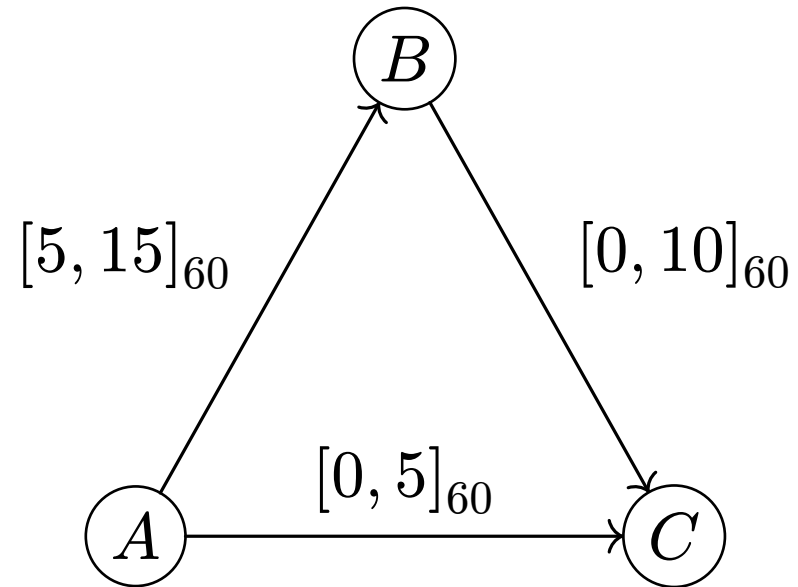
---

<sup>1</sup>Periodic Event Scheduling Problem

## 2.1 Mô hình PESP

PESP thuộc lớp bài toán *thỏa mãn ràng buộc*<sup>2</sup>.

Được chứng minh là bài toán *NP-hard*<sup>3</sup>



---

<sup>2</sup>Constraint satisfaction problem

<sup>3</sup>M. A. Odijk, Construction of Periodic Timetables. Pt. 1. A Cutting Plane Algorithm. TU Delft, 1994

## 2.2 Giải pháp hiện tại

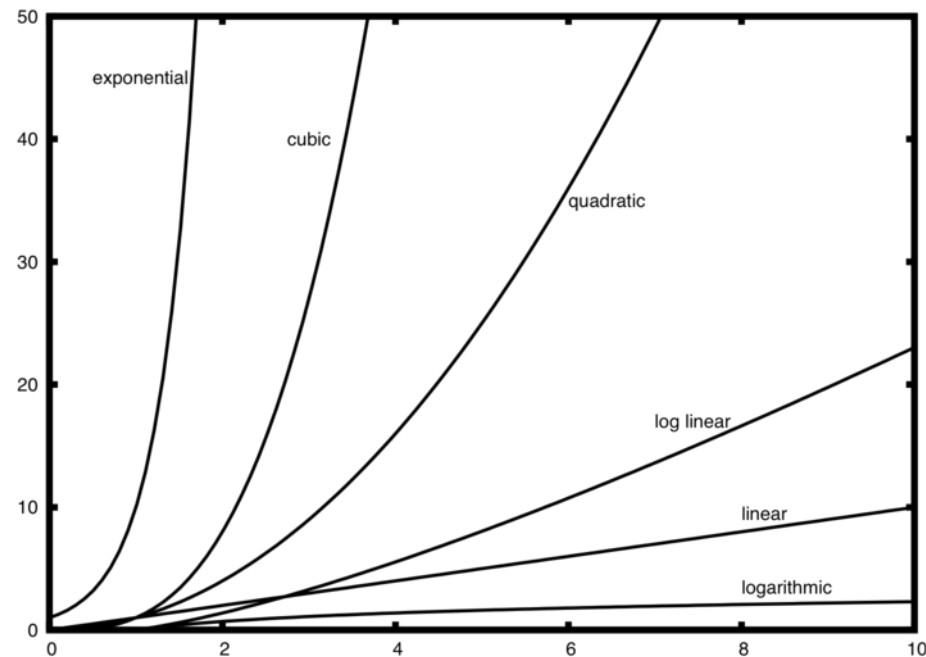
Tất cả phương pháp giải *thỏa mãn ràng buộc* đều có thể giải bài toán PESP.

- Thuật toán quay lui
- Local Search
- Quy hoạch số nguyên (Mixed Integer Programming)



## 2.3 Hạn chế

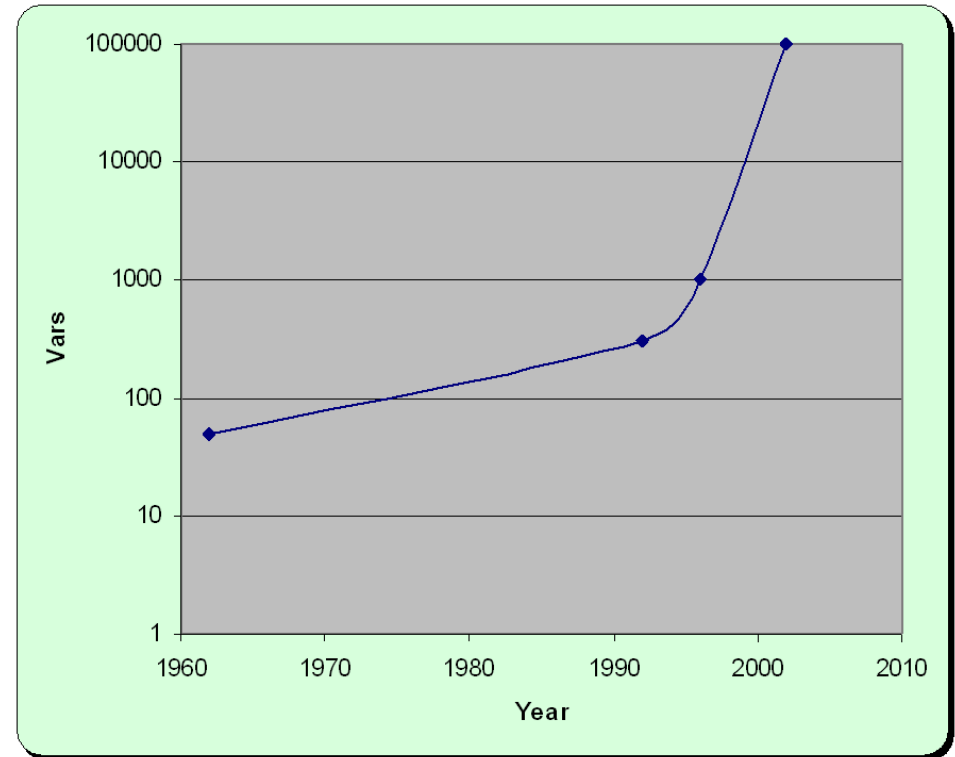
Độ phức tạp thời gian cao, không thể giải những bài toán đủ khó đáp ứng nhu cầu thực tế.



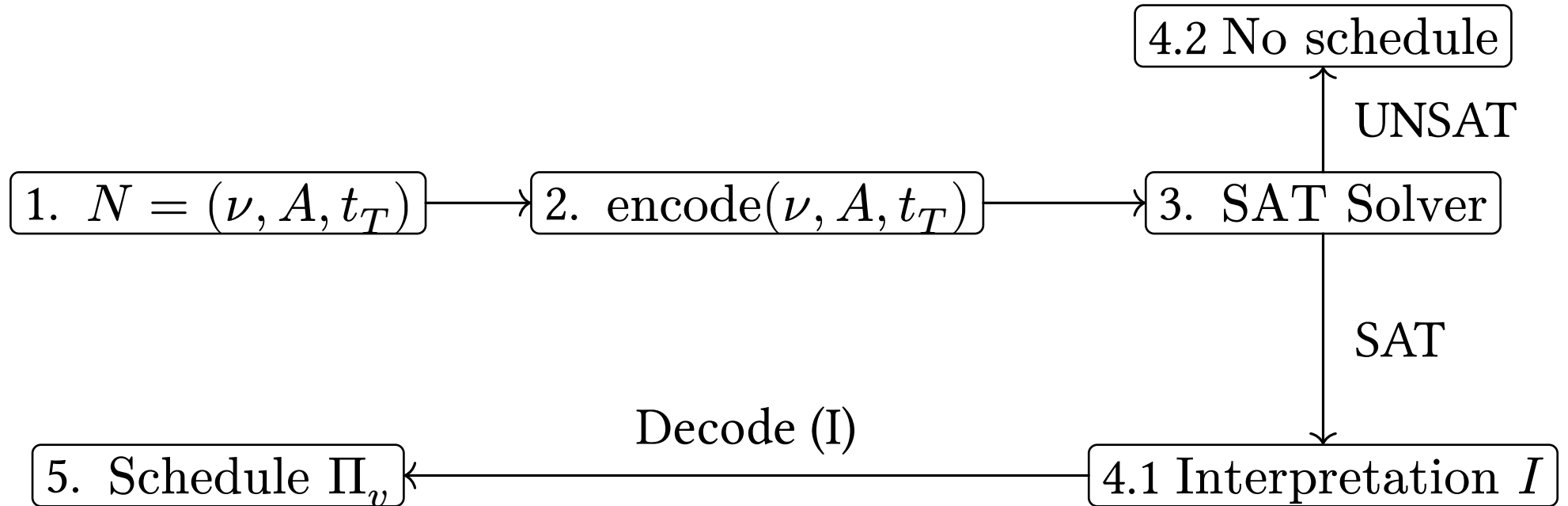
## 2.1 Tiến bộ của SAT Solver

SAT Solver hiện tại đã giải được bài toán hàng triệu mệnh đề.

- Social Golfer Problem
- Nurse Scheduling Problem
- Course Scheduling Problem



## 2.2 Phương pháp giải bài toán PESP sử dụng SAT Solver



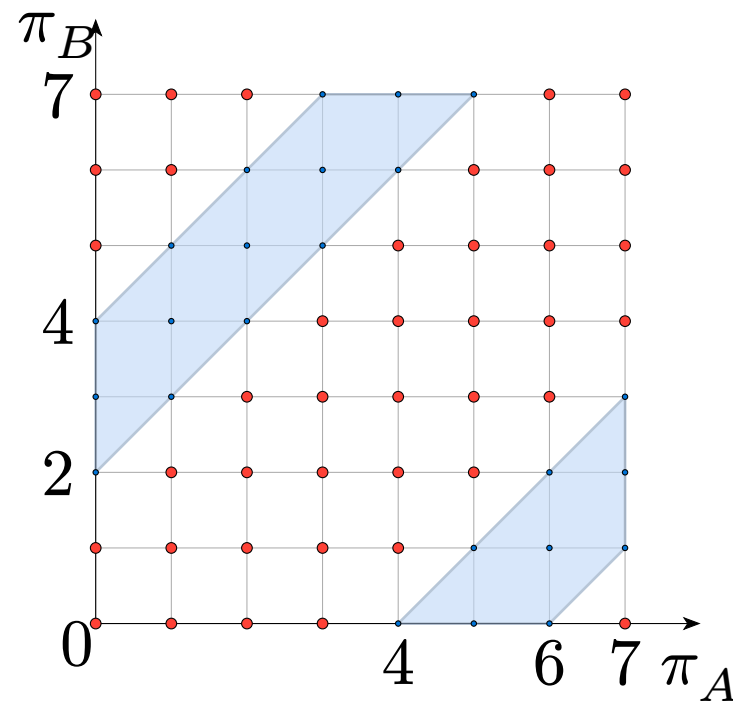
## 2.3 Giải bài toán PESP sử dụng SAT Solver

### Mã hóa trực tiếp

Sinh ra mệnh đề loại tất cả điểm không thỏa mãn.

$$a = (A, B, [2, 4]_8)$$

→ Cần chiến lược tốt hơn để loại vùng không thỏa mãn



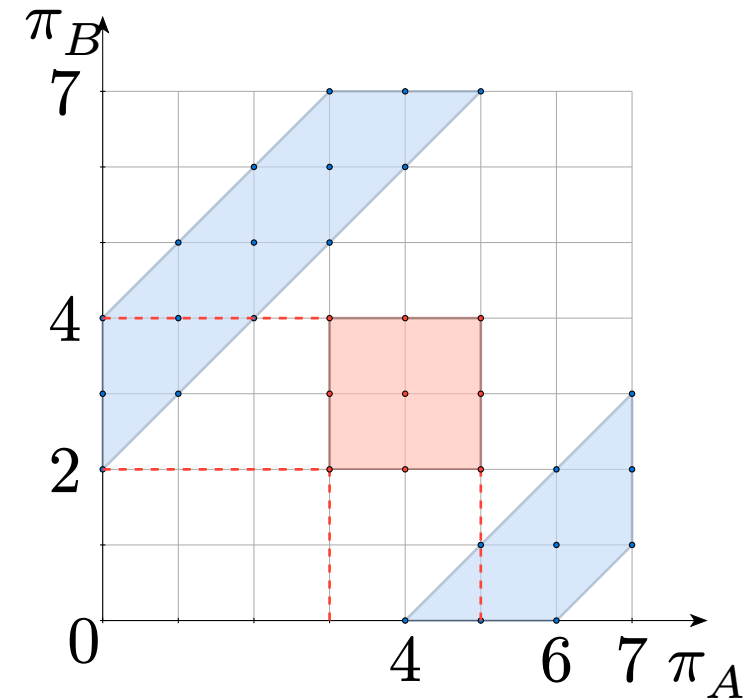
## 2.4 Giải bài toán PESP sử dụng SAT Solver

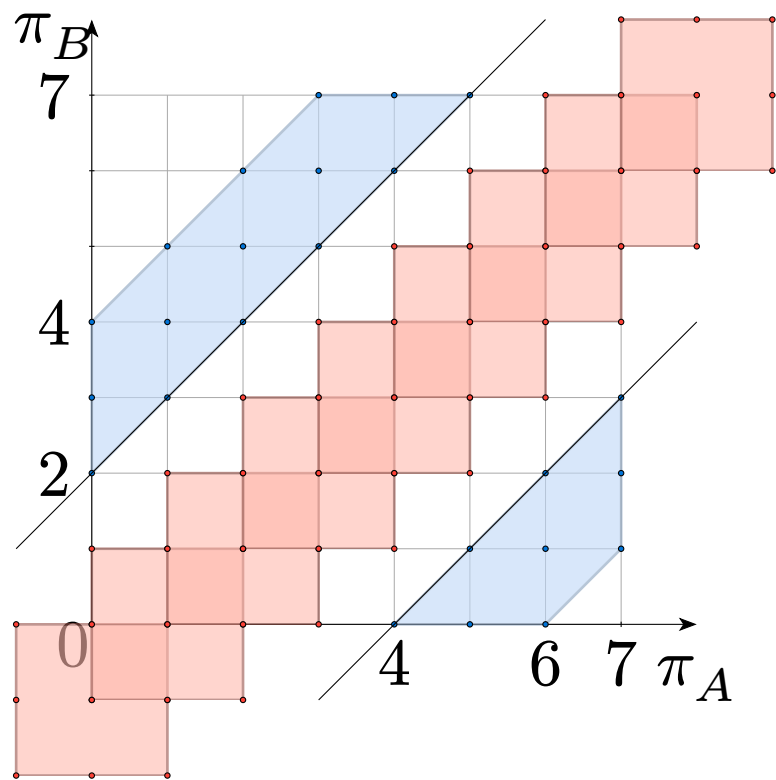
### Mã hóa thú tự

Sinh ra mệnh đề loại tất cả các hình chữ nhật.

$$a = (A, B, [2, 4]_8)$$

→ Hình chữ nhật để mô tả trong không gian logic





## 3.1 Dữ liệu thực nghiệm

PESPlib<sup>4</sup>:

- 22 file dữ liệu được chuẩn hóa
- Được sử dụng trong nhiều nghiên cứu<sup>56</sup>

---

<sup>4</sup><https://timpasslib.aalto.fi/>

<sup>5</sup>M. Goerigk and A. Schöbel, “An empirical analysis of robustness concepts for timetabling,” *Erlebach*, vol. 14, pp. 100–113, 2010

<sup>6</sup>J.-W. Goossens, “Models and algorithms for railway line planning problems,” p. , 2004.

## 3.2 Kết quả thực nghiệm

Table 2: PESP instances and corresponding times to solve

instance	<i>pespsolve</i> /s	<i>direct</i> + <i>riss</i> /s	<i>ordered</i> + <i>riss</i> /s	speedup
<i>swg<sub>3</sub></i>	66	50	2	33
<i>swg<sub>2</sub></i>	512	37	2	256
<i>swg<sub>4</sub></i>	912	752	8	114
<i>fernsym</i>	2,035	294	7	290
<i>swg<sub>1</sub></i>	>86,400	18	7	>12,342
<i>seg<sub>1</sub></i>	>86,400	16	10	>8,640
<i>seg<sub>2</sub></i>	>86,400	>86,400	11	>7,854



### 3.3 Kết quả thực nghiệm

Table 2: PESP instances and corresponding times to solve

instance	<i>pespsolve</i> /s	<i>direct</i> + <i>riss</i> /s	<i>ordered</i> + <i>riss</i> /s	speedup
<i>swg<sub>3</sub></i>	66	50	2	33
<i>swg<sub>2</sub></i>	512	37	2	256
<i>swg<sub>4</sub></i>	912	752	8	114
<i>fernsym</i>	2,035	294	7	290
<i>swg<sub>1</sub></i>	>86,400	18	7	>12,342
<i>seg<sub>1</sub></i>	>86,400	16	10	>8,640
<i>seg<sub>2</sub></i>	>86,400	>86,400	11	>7,854

# Kết luận

- Cùng với sự tiến bộ của SAT Solver, ta có thể giải các bài toán PESP phức tạp trong một khoảng thời gian hợp lý.
- Phương pháp vẫn tiếp được cải tiến bởi nhiều nghiên cứu.

Trân trọng cảm ơn thầy cô đã lắng nghe