

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Nguyễn Phúc Tân - 21120028



Lab 2: Logic

ĐỒ ÁN MÔN HỌC: CƠ SỞ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO
CHƯƠNG TRÌNH CỬ NHÂN TÀI NĂNG

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Thầy Lê Hoài Bắc
Thầy Nguyễn Duy Khánh
Thầy Nguyễn Ngọc Đức
Thầy Nguyễn Bảo Long

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 11/2023

Lời cảm ơn

Em xin trân trọng cảm ơn các thầy cô:

- Thầy Lê Hoài Bắc
- Thầy Nguyễn Duy Khánh
- Thầy Nguyễn Ngọc Đức
- Thầy Nguyễn Bảo Long

đã tận tình hỗ trợ chúng em qua bài giảng trên lớp, tài liệu, demo bài lab, và trả lời các thắc mắc của chúng em trong quá trình thực hiện đồ án này.

Mục lục

Lời cảm ơn	i
Mục lục	ii
1 Danh sách thành viên	1
2 Yêu cầu đồ án	2
3 Tự đánh giá	3
4 Nội dung thực hiện	4
4.1 Mã nguồn	4
4.1.1 Thuật toán Robinson	4
4.1.2 Các lớp đối tượng	4
4.1.3 Các phần cài đặt đáng lưu ý	5
4.2 Thử nghiệm	6
4.2.1 Kịch bản 1	6
4.2.2 Kịch bản 2	7
4.2.3 Kịch bản 3	8
4.2.4 Kịch bản 4	9
4.2.5 Kịch bản 5	10
4.3 Ưu nhược điểm và đề xuất cải tiến	12
Tham khảo	13

Danh sách hình

4.1	Hàm PL-RESOLUTION [1]	4
-----	-----------------------	---

Danh sách bảng

1.1	Danh sách thành viên	1
3.1	Đánh giá mức độ hoàn thành	3

Chương 1

Danh sách thành viên

STT	MSSV	Họ Tên
1	21120028	Nguyễn Phúc Tân

Bảng 1.1: Danh sách thành viên

Chương 2

Yêu cầu đồ án

Thiết kế mã nguồn python để giải bài toán sau: Cho cơ sở tri thức (KB) và một câu α , cả hai đều được biểu diễn bằng logic mệnh đề và được chuẩn hóa về dạng hội chuẩn CNF. Xác định KB entails α ($KB \models \alpha$) bằng hợp giải.

Chương 3

Tự đánh giá

Bảng 3.1: Đánh giá mức độ hoàn thành

STT	Đặc tả tiêu chí	Điểm	Tình trạng
1	Đọc dữ liệu đầu vào và lưu trong cấu trúc dữ liệu phù hợp	0.5	Hoàn thành
2	Cài đặt giải thuật hợp giải trên logic mệnh đề	1	Hoàn thành
3	Các bước suy diễn phát sinh đủ mệnh đề và kết luận đúng	2.5	Hoàn thành
4	Tuân thủ mô tả định dạng của đề bài	0.5	Hoàn thành
5	Báo cáo test case và đánh giá	0.5	Hoàn thành

Chương 4

Nội dung thực hiện

4.1 Mã nguồn

4.1.1 Thuật toán Robinson

Bài giải được cài đặt theo ý tưởng của thuật toán Robinson, mã giả:

```
function PL-RESOLUTION( $KB, \alpha$ ) returns true or false
  inputs:  $KB$ , the knowledge base, a sentence in propositional logic
            $\alpha$ , the query, a sentence in propositional logic

   $clauses \leftarrow$  the set of clauses in the CNF representation of  $KB \wedge \neg\alpha$ 
   $new \leftarrow \{\}$ 
  loop do
    for each pair of clauses  $C_i, C_j$  in  $clauses$  do
       $resolvents \leftarrow$  PL-RESOLVE( $C_i, C_j$ )
      if  $resolvents$  contains the empty clause then return true
       $new \leftarrow new \cup resolvents$ 
    if  $new \subseteq clauses$  then return false
     $clauses \leftarrow clauses \cup new$ 
```

Hình 4.1: Hàm PL-RESOLUTION [1]

Tổng quan:

- Hàm PL_RESOLUTION() nhận vào hai tham số : KB (cơ sở tri thức), và câu α . Hàm trả về *true* nếu $KB \models \alpha$, ngược lại trả về *false*.
- Ý tưởng: Thêm $\neg\alpha$ vào KB. Mỗi lượt, hợp giải mọi cặp mệnh đề trong KB, sau đó thêm các mệnh đề mới vào KB để chuẩn bị cho lượt sau. Lặp lại cho đến khi tìm được mệnh đề rỗng (*true*), hoặc không có mệnh đề mới được tạo ra (*false*).

4.1.2 Các lớp đối tượng

Mã nguồn chia làm 4 lớp như sau:

- Lớp Literal: lớp **Từ** trong mệnh đề , được biểu diễn bằng một chuỗi có độ dài tối đa là 2. Một dùng để lưu ký tự của từ ($A \rightarrow Z$), một dùng để lưu ký tự '-' nếu là từ phủ định.
- Lớp Clause: lớp **Mệnh đề** , được lưu là một danh sách Literal bằng cấu trúc dữ liệu List của ngôn ngữ python.
- Lớp KnowledgeBase: lớp **Cơ sở tri thức**, được lưu là một danh sách Clause bằng cấu trúc dữ liệu List của ngôn ngữ python.
- Lớp IO: Lớp **Nhập xuất** phụ trách công việc đọc ghi mệnh đề trên file.

4.1.3 Các phần cài đặt đáng lưu ý

- **Hợp giải hai mệnh đề có độ phức tạp là $O(26)$**

- Vị trí: Hàm `PL_resolve()` thuộc lớp `Clause` (file `Clause.py`), có nhiệm vụ hợp giải hai mệnh đề.
- Ý tưởng: Nhận thấy một mệnh đề chỉ gồm tối đa 26 từ, ta duyệt qua hai mệnh đề để tạo hai mảng `pos[26]`, `neg[26]` để đánh dấu sự tồn tại của các từ và phủ định của nó trong hai mệnh đề. Từ đó suy ra mệnh đề hợp giải trong độ phức tạp cố định là $O(26)$. Thay vì phương pháp thông thường hai vòng `for` lồng nhau với độ phức tạp $O(26^2) = O(676)$.
- Lưu ý: Chỉ hợp giải khi hai mệnh đề có đúng một cặp đối ngẫu.

- **Dùng cấu trúc dữ liệu `Dictionary` để lưu danh sách mệnh đề**

- Vị trí: Hàm `PL_resolution()` thuộc lớp `KnowledgeBase` (file `KnowledgeBase.py`), có nhiệm vụ kiểm tra $KB \models \alpha$, cài đặt theo mã giả 4.1.
- Ý tưởng: Trong hàm này, thao tác thêm các mệnh đề mới vào danh sách mệnh đề đã có sẽ tốn nhiều thời gian nếu ta lưu danh sách mệnh đề bằng mảng thông thường (`List`). Vì độ phức tạp để kiểm tra một mệnh đề đã tồn tại trong danh sách là $O(n)$, với n là độ dài mảng. Tuy nhiên, với việc sử dụng cấu trúc dữ liệu `Dictionary` (hay `Hash Map`) để lưu danh sách các mệnh đề, thao tác kiểm tra này giảm xuống trung bình là $O(1)$.

4.2 Thử nghiệm

4.2.1 Kịch bản 1

input_1.txt	output_1.txt	Giải thích
-H	13	
9	B OR C OR -D OR -E OR H	Hợp giải: -E OR G và B OR C OR -D OR -G OR H
-E OR G	-A OR C OR F OR G	Hợp giải: -A OR C OR E OR F và -E OR G
-A OR C OR E OR F	C OR -D OR -G OR H	Hợp giải: -B OR H và B OR C OR -D OR -G OR H
-B OR H	-B	Hợp giải: -B OR H và -H
-A OR C OR H	-A OR C	Hợp giải: -A OR C OR H và -H
B OR C OR -D OR -G OR H	B OR C OR -D OR -G OR H	Hợp giải: -H và B OR C OR -D OR -G OR H
-H	{}	Hợp giải: -H và H
-A OR B OR -F OR -H	-A OR B OR C OR E OR -H	Hợp giải: -A OR B OR -F OR -H và -A OR C OR E OR F
-A OR -D OR F	-A OR B OR C OR -F	Hợp giải: -A OR B OR -F OR -H và -A OR C OR H
E OR F OR -G	-A OR B OR C OR -D OR -F OR -G	Hợp giải: -A OR B OR -F OR -H và B OR C OR -D OR -G OR H
	-A OR B OR E OR -G OR -H	Hợp giải: -A OR B OR -F OR -H và E OR F OR -G
	-A OR B OR -F	Hợp giải: -A OR B OR -F OR -H và H
	-A OR B OR -D OR -H	Hợp giải: -A OR -D OR F và -A OR B OR -F OR -H
	YES	

4.2.2 Kịch bản 2

input_2.txt	output_2.txt	Giải thích
C OR D OR E OR G OR -H	11	
4	C OR D OR E OR G	Hợp giải: C OR D OR E OR G OR -H và H
C OR D OR E OR G OR -H	B OR -C OR -G OR -H	Hợp giải: B OR -C OR -D OR -G OR -H và D
B OR -C OR -D OR -G OR -H	B OR -C OR -D OR -G	Hợp giải: B OR -C OR -D OR -G OR -H và H
B OR E OR G OR H	B OR C OR D OR E OR G	Hợp giải: B OR E OR G OR H và C OR D OR E OR G OR -H
D	D OR E OR G OR -H	Hợp giải: -C và C OR D OR E OR G OR -H
	C OR E OR G OR -H	Hợp giải: -D và C OR D OR E OR G OR -H
	{}	Hợp giải: -D và D
	C OR D OR G OR -H	Hợp giải: -E và C OR D OR E OR G OR -H
	B OR G OR H	Hợp giải: -E và B OR E OR G OR H
	C OR D OR E OR -H	Hợp giải: -G và C OR D OR E OR G OR -H
	B OR E OR H	Hợp giải: -G và B OR E OR G OR H
	YES	KB entails alpha

4.2.3 Kịch bản 3

input_3.txt	output_3.txt	Giải thích
-A OR -B OR D OR -F OR -H	18	
9	-A OR -B OR D OR -H	Hợp giải: -A OR -B OR D OR -F OR -H và -B OR F
-A OR -B OR D OR -F OR -H	-A OR -B OR -F OR -H	Hợp giải: -A OR -B OR D OR -F OR -H và -B OR -D
-C OR -E OR -H	-B OR D OR -F OR -H	Hợp giải: -A OR -B OR D OR -F OR -H và A
-B OR F	-A OR D OR -F OR -H	Hợp giải: -A OR -B OR D OR -F OR -H và B
B OR -C OR -E OR F OR -H	-A OR -B OR D OR -F	Hợp giải: -A OR -B OR D OR -F OR -H và H
-B OR -D	B OR -C OR D OR -E OR -F OR -G	Hợp giải: -C OR -E OR -H và B OR D OR -F OR -G OR H
B OR D OR -F OR -G OR H	-C OR -E	Hợp giải: -C OR -E OR -H và H
A OR C OR E OR -F OR H	-C OR -E OR F OR -H	Hợp giải: -B OR F và B OR -C OR -E OR F OR -H
D	A OR -B OR C OR E OR H	Hợp giải: -B OR F và A OR C OR E OR -F OR H
-C OR D OR -E OR -G	B OR -C OR -E OR F	Hợp giải: B OR -C OR -E OR F OR -H và H
	-C OR -D OR -E OR F OR -H	Hợp giải: -B OR -D và B OR -C OR -E OR F OR -H
	-B	Hợp giải: -B OR -D và D
	-B OR -C OR -E OR -G	Hợp giải: -B OR -D và -C OR D OR -E OR -G
	B OR D OR -G OR H	Hợp giải: B OR D OR -F OR -G OR H và F
	A OR C OR E OR H	Hợp giải: A OR C OR E OR -F OR H và F
	-C OR -E OR -G	Hợp giải: -C OR D OR -E OR -G và -D
	B OR -F OR -G OR H	Hợp giải: -D và B OR D OR -F OR -G OR H
	{}	Hợp giải: -D và D
	YES	KB entails alpha

4.2.4 Kịch bản 4

input_4.txt	output_4.txt	Giải thích
-C OR -G OR H	25	
10	-A OR -C OR D OR -G	Hợp giải: -A OR D OR -G OR H và -C OR -G OR -H
-A OR D OR -G OR H	B OR C OR D OR F OR -G OR H	Hợp giải: -A OR D OR -G OR H và A OR B OR C OR F OR -G
B OR -C	-A OR D OR H	Hợp giải: -A OR D OR -G OR H và G
-C OR -G OR H	-A OR D OR -G	Hợp giải: -A OR D OR -G OR H và -H
C OR -D OR -E OR G OR -H	B OR -D OR -E OR G OR -H	Hợp giải: B OR -C và C OR -D OR -E OR G OR -H
-C OR -G OR -H	B	Hợp giải: B OR -C và C
H	A OR B OR F OR -G OR H	Hợp giải: -C OR -G OR H và A OR B OR C OR F OR -G
-A OR E OR F OR -G OR H	-G OR H	Hợp giải: -C OR -G OR H và C
-A	-C OR H	Hợp giải: -C OR -G OR H và G
A OR B OR C OR F OR -G	-C OR -G	Hợp giải: -C OR -G OR H và -H
-A OR -E	C OR -D OR -E OR G	Hợp giải: C OR -D OR -E OR G OR -H và H
	A OR B OR F OR -G OR -H	Hợp giải: -C OR -G OR -H và A OR B OR C OR F OR -G
	-G OR -H	Hợp giải: -C OR -G OR -H và C
	-C OR -H	Hợp giải: -C OR -G OR -H và G
	-A OR -C OR E OR F OR -G	Hợp giải: -A OR E OR F OR -G OR H và -C OR -G OR -H
	B OR C OR E OR F OR -G OR H	Hợp giải: -A OR E OR F OR -G OR H và A OR B OR C OR F OR -G
	-A OR E OR F OR H	Hợp giải: -A OR E OR F OR -G OR H và G
	-A OR E OR F OR -G	Hợp giải: -A OR E OR F OR -G OR H và -H
	B OR C OR F OR -G	Hợp giải: -A và A OR B OR C OR F OR -G
	A OR B OR F OR -G	Hợp giải: A OR B OR C OR F OR -G và B OR -C
	A OR B OR C OR -D OR -E OR F OR -H	Hợp giải: A OR B OR C OR F OR -G và C OR -D OR -E OR G OR -H
	A OR B OR C OR F	Hợp giải: A OR B OR C OR F OR -G và G
	-A OR F OR -G OR H	Hợp giải: -A OR -E và -A OR E OR F OR -G OR H
	B OR C OR -E OR F OR -G	Hợp giải: -A OR -E và A OR B OR C OR F OR -G
	{}	Hợp giải: -H và H
	YES	

4.2.5 Kịch bản 5

input_5.txt	output_5.txt	Giải thích
A OR -C OR -D OR F	4	
3	-A OR C OR -E OR -F	Hợp giải: -A OR C OR -E OR -F OR G và -A OR C OR -F OR -G
-A OR C OR -F OR -G	-A OR B OR C OR -D OR E OR -G	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E OR F và -A OR C OR -F OR -G
-A OR C OR -E OR -F OR G	-A OR B OR E OR F	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E OR F và D
-A OR B OR -D OR E OR F	-A OR B OR -D OR E	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E OR F và -F
	5	
	-A OR B OR C OR E OR -G	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR E OR -G và D
	-A OR B OR C OR -D OR -F OR -G	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR E OR -G và -A OR C OR -E OR -F
	-A OR B OR E	Hợp giải: -A OR B OR E OR F và -F
	-A OR B OR C OR -D OR -F OR G	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E và -A OR C OR -E OR -F OR G
	-A OR B OR C OR -D OR -F	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E và -A OR C OR -E OR -F
	7	
	-A OR B OR C OR -D OR E OR G	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E OR F và -A OR B OR C OR -D OR -F OR G
	-A OR B OR C OR -D OR E	Hợp giải: -A OR B OR -D OR E OR F và -A OR B OR C OR -D OR -F
	-A OR B OR C OR -F OR -G	Hợp giải: -A OR B OR C OR E OR -G và -A OR C OR -E OR -F
	-A OR B OR C OR -D OR -E OR -F	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR -F OR -G và -A OR C OR -E OR -F OR G
	-A OR B OR C OR -F OR G	Hợp giải: -A OR B OR E và -A OR C OR -E OR -F OR G
	-A OR B OR C OR -F	Hợp giải: -A OR B OR E và -A OR C OR -E OR -F
	-A OR B OR C OR -D OR E OR -F	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR -F OR G và -A OR B OR C OR -D OR E OR -G
	4	
	-A OR B OR C OR E OR G	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR E OR G và D
	-A OR B OR C OR E	Hợp giải: -A OR B OR C OR -D OR E và D
	-A OR B OR C OR -E OR -F	Hợp giải: -A OR B OR C OR -F OR -G và -A OR C OR -E OR -F OR G

input_5.txt	output_5.txt	Giải thích
	-A OR B OR C OR E OR -F	Hợp giải: -A OR B OR C OR -F OR G và -A OR B OR C OR E OR -G
	0	Không phát sinh thêm mệnh đề mới
	NO	KB don't entail alpha

4.3 Ưu nhược điểm và đề xuất cải tiến

Ưu điểm: Thuật toán dễ hiểu và dễ cài đặt. Vì thuật toán sinh ra tất cả các mệnh đề, nên đảm bảo tính đúng đắn của kết quả.

Nhược điểm: Độ phức tạp lớn. Trong trường hợp mọi cặp mệnh đề đều có thể hợp giải, độ phức tạp thuật toán phải biểu diễn bằng hàm mũ.

Đề xuất giải pháp: Ta có thể sử dụng các hàm heuristic như một phương pháp tham lam, ví dụ như:

- Ưu tiên hợp giải các mệnh đề có ít từ trước: sẽ nhanh chóng tạo ra các từ đơn và tạo mệnh đề rỗng.

Bibliography

- [1] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3rd ed. Chapter 7, Figure 7.12. Prentice Hall, 2010.