

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA - ĐHQG TP.HCM
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



NHẬP MÔN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ASSIGNMENT 3

“Chương trình tự động suy diễn
để giải game Minesweeper”

GVHD: Vương Bá Thịnh

SV thực hiện:	Nguyễn Giáp Phương Duy	1610473
	Trần Quốc Định	1610721

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 6/2019

Mục lục

1	Giới thiệu	2
1.1	Đề bài	2
1.2	Giới thiệu Prolog	2
1.3	Giới thiệu Minesweeper	2
2	Hướng dẫn chạy chương trình	3
2.1	Tạo board	3
2.2	Lệnh chạy chương trình	3
2.3	Hoạt động của chương trình	3
2.4	Hoạt động của lệnh <code>solve</code>	3
3	Kết luận	8
	Tài liệu tham khảo	9

1 Giới thiệu

1.1 Đề bài

Sử dụng PROLOG viết chương trình tự động suy diễn để giải game Minesweeper:

- Kích thước bàn cờ: 16x30, 99 quả mìn
- Khởi tạo của bàn cờ có thể dùng ngôn ngữ khác để sinh (vd: python) -> ghi ra file
- Suy diễn bằng PROLOG -> định nghĩa luật

1.2 Giới thiệu Prolog

Prolog là một ngôn ngữ lập trình. Tên gọi Prolog được xuất phát từ cụm từ tiếng Pháp *Programmation en logique*, nghĩa là "lập trình theo lô gíc". Xuất hiện từ năm 1972 (do Alain Colmerauer và Robert Kowalski thiết kế), mục tiêu của Prolog là giúp người dùng mô tả lại bài toán trên ngôn ngữ của logic, dựa trên đó, máy tính sẽ tiến hành suy diễn tự động dựa vào những cơ chế suy diễn có sẵn (hợp nhất, quay lui và tìm kiếm theo chiều sâu) để tìm câu trả lời cho người dùng.

Prolog được sử dụng nhiều trong các ứng dụng của trí tuệ nhân tạo và ngôn ngữ học trong khoa học máy tính (đặc biệt là trong ngành xử lý ngôn ngữ tự nhiên vì đây là mục tiêu thiết kế ban đầu của nó). Cú pháp và ngữ nghĩa của Prolog đơn giản và sáng sủa, nó được người Nhật coi là một trong những nền tảng để xây dựng máy tính thế hệ thứ năm mà ở đó, thay vì phải mô tả cách giải quyết một bài toán trên máy tính, con người chỉ cần mô tả bài toán và máy tính sẽ hỗ trợ họ nốt phần còn lại.

1.3 Giới thiệu Minesweeper

Dò mìn hay gỡ mìn (tiếng Anh: Minesweeper) là một trò chơi trên máy tính dành cho một người chơi. Trò chơi được xây dựng như một chương trình giải trí cài đặt trên hệ điều hành Microsoft Windows. Tuy vậy, nó được cho là bắt nguồn từ trò chơi Cube (năm 1973).

Hiện nay trò chơi Dò mìn rất phổ biến. Ngoài Windows, trò chơi còn có trong Linux (như K Mines (giao diện KDE) và gnomine (giao diện GNOME)).

Cách chơi:

- Người chơi khởi đầu với một bảng ô vuông trống thể hiện "bãi mìn"
- Click chuột vào một ô vuông trong bảng. Nếu không may trúng phải ô có mìn (điều này hiếm khi xảy ra) thì người chơi trò chơi kết thúc. Trường hợp thường xảy ra hơn là ô đó không có mìn và một vùng các ô sẽ được mở ra cùng với những con số. Số trên một ô là chỉ số ô có mìn trong cả thấy 8 ô nằm lân cận với ô đó.
- Nếu chắc chắn một ô có mìn, người chơi đánh dấu vào ô đó bằng hình lá cờ (click chuột phải).
- Khi 8 ô lân cận trong một số đã có đủ số mìn mà vẫn còn các ô khác thì những ô đó không có mìn
- Trò chơi kết thúc với phần thắng dành cho người chơi nếu tìm được tất cả các ô có mìn và mở được tất cả các ô không có mìn.



2 Hướng dẫn chạy chương trình

2.1 Tạo board

Để khởi tạo vị trí mìn, ta chạy lệnh:

```
> python generator.py
```

Ta nhận được file `board.pl`

2.2 Lệnh chạy chương trình

```
> swipl -s board.pl run.pl
```

Trong đó `run.pl` là chương trình chính, `board.pl` để nhập bản đồ mìn vừa khởi tạo vào chương trình.

2.3 Hoạt động của chương trình

Chương trình có hoạt động như một trò chơi minesweeper thông thường với sự bổ sung của lệnh `solve`. Lệnh này để thực hiện tự động giải khi đã mở được một số ô nhất định.

Để thực hiện mở ô, ta dùng lệnh:

```
?- choose(Row, Column).
```

Để thực hiện đánh dấu mìn, ta dùng lệnh:

```
?- mark(Row, Column).
```

Trong đó: `Row`, `Column` là tọa độ điểm được chọn.

Để thực hiện tự động giải, ta dùng lệnh:

```
?- solve.
```

2.4 Hoạt động của lệnh `solve`

Chương trình tự động thực hiện các thao tác này theo 2 luật chính sau:

- Tại một ô đã biết, nếu số mìn xung quanh (được hiển thị trên ô đó) bằng đúng số ô chưa mở xung quanh nó thì tất cả các ô chưa mở đều là mìn, thực hiện gắn cờ cho các ô này.
- Tại một ô đã biết, nếu số ô đã gắn cờ xung quanh bằng đúng số mìn hiển thị trên ô đó thì tất cả các ô chưa mở còn lại đều an toàn, mở tất cả các ô này.

Lặp đi lặp lại 2 luật trên, lệnh `solve` giải được hầu hết các trường hợp đơn giản. Tuy nhiên có những trường hợp không thể áp dụng theo 2 luật trên và ta buộc phải thực hiện đoán qua các lệnh chọn và đánh dấu như một trò chơi minesweeper thông thường.



```
C:\Windows\System32\cmd.exe - swipl -s board.pl run.pl
Microsoft Windows [Version 10.0.17763.503]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\NGPD\Desktop\AI\Assignment 3>swipl -s board.pl run.pl
Welcome to SWI-Prolog (threated, 64 bits, version 8.0.2)
SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software.
Please run ?- license. for legal details.

For online help and background, visit http://www.swi-prolog.org
For built-in help, use ?- help(Topic). or ?- apropos(Word).

1 ?- choose(0, 0).

      0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

true.

2 ?- choose(2, 2).

      0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 1  1  1  1  2  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | .  2  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | .  2  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | .  2  1  0  1  2  3  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | .  .  2  0  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | .  .  3  1  1  0  1  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | .  .  .  2  1  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | .  .  .  .  2  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | .  .  .  .  .  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | .  .  .  .  .  3  2  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

true.

3 ?-
```

Hình 1: Chọn điểm (0, 0) và (2, 2)



```
C:\Windows\System32\cmd.exe - swipl -s board.pl run.pl

9 | . . . . .
10 | . . . . .
11 | . . . . .
12 | . . . . .
13 | . . . . .
14 | . . . . .
15 | . . . . .

true.

2 ?- choose(2, 2).

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 1  1  1  2  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | .  2  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | .  2  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | .  2  1  0  1  2  3  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | .  .  2  0  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | .  .  3  1  1  0  1  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | .  .  .  2  1  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | .  .  .  .  2  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | .  .  .  .  .  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | .  .  .  .  .  3  2  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

true.

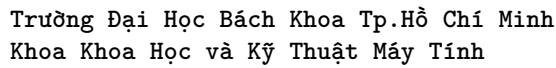
3 ?- solve.
There are 233/381 unrevealed cell(s), flagged 36/99.

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  0  1  *  *  1  1  *  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 1  1  1  2  2  1  1  1  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | *  2  0  0  1  2  2  1  0  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | *  2  0  0  1  *  *  1  0  1  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | 2  2  1  0  1  2  3  2  1  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | 2  *  2  0  0  0  1  *  2  2  3  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | 2  *  3  1  1  0  1  1  2  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | 1  2  3  *  2  1  0  0  1  4  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | 0  1  *  3  *  2  1  0  1  3  *  4  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | 0  1  1  2  2  *  1  0  1  *  3  3  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | 0  0  0  0  1  2  3  2  2  1  3  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | 1  1  1  0  0  1  *  *  1  1  4  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | 1  *  1  0  1  2  4  3  2  1  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | 2  2  1  0  1  *  2  *  1  1  3  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | *  4  2  2  2  3  3  2  1  0  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | *  *  *  2  *  2  *  1  0  0  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

true.

4 ?-
```

Hình 2: Thực hiện lệnh solve với những thông tin vừa có được



Hình 3: Tiếp tục thực hiện chọn và solve



```
C:\Windows\System32\cmd.exe

5 | 2 * 2 0 0 0 1 * 2 2 3 * 2 1 1 2 3 3 3 2 1 0 1 1 1 1 * 3 2 1
6 | 2 * 3 1 1 0 1 1 2 * * 5 * 2 0 1 * * * * 2 1 2 * 1 1 1 2 * 1
7 | 1 2 3 * 2 1 0 0 1 4 * 5 * 2 0 1 2 3 3 3 3 * 2 2 2 1 1 2 2 1
8 | 0 1 * 3 * 2 1 0 1 3 * 4 2 3 1 1 1 1 2 3 * 3 1 1 * 2 2 * 2 1
9 | 0 1 1 2 2 * 1 0 1 * 3 3 * 4 * 3 3 * 4 * * 3 2 2 4 * 4 3 . .
10 | 0 0 0 0 1 2 3 2 2 1 3 * 4 * * * 3 * 4 * 4 * 2 * 3 * . . . .
11 | 1 1 1 0 0 1 * * 1 1 4 * 4 3 5 5 4 2 2 1 2 1 3 2 3 2 . . . .
12 | 1 * 1 0 1 2 4 3 2 1 * * 4 2 * * * 1 0 0 0 0 1 * 2 1 . . . .
13 | 2 2 1 0 1 * 2 * 1 1 3 * 3 * 4 4 2 2 1 1 0 0 1 2 . . . . .
14 | * 4 2 2 2 3 3 2 1 0 1 2 3 3 * 1 0 2 * 2 1 1 2 2 . . . . .
15 | * * * 2 * 2 * 1 0 0 0 1 * 2 1 1 0 2 * 2 1 * 2 * . . . . .

true.

13 ?- mark(9, 28), solve.

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0 0 1 * * 1 1 * 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 2 2 1 0 1 1 2 1 1 0 0 0
1 | 1 1 1 2 2 1 1 1 1 0 1 * 1 2 * 3 1 2 * * 3 1 3 * 3 * 1 0 0 0
2 | * 2 0 0 1 2 2 1 0 1 2 2 1 2 * * 1 2 * * 4 * 5 * 4 2 3 2 2 1
3 | * 2 0 0 1 * * 1 0 1 * 1 0 1 3 3 2 1 2 2 3 * 4 * 2 1 * * 3 *
4 | 2 2 1 0 1 2 3 2 1 1 2 2 1 0 1 * 1 0 0 0 1 1 2 1 1 2 4 * 3 1
5 | 2 * 2 0 0 0 1 * 2 2 3 * 2 1 1 2 3 3 3 2 1 0 1 1 1 1 * 3 2 1
6 | 2 * 3 1 1 0 1 1 2 * * 5 * 2 0 1 * * * * 2 1 2 * 1 1 1 2 * 1
7 | 1 2 3 * 2 1 0 0 1 4 * 5 * 2 0 1 2 3 3 3 3 * 2 2 2 1 1 2 2 1
8 | 0 1 * 3 * 2 1 0 1 3 * 4 2 3 1 1 1 1 2 3 * 3 1 1 * 2 2 * 2 1
9 | 0 1 1 2 2 * 1 0 1 * 3 3 * 4 * 3 3 * 4 * * 3 2 2 4 * 4 3 * .
10 | 0 0 0 0 1 2 3 2 2 1 3 * 4 * * * 3 * 4 * 4 * 2 * 3 * . . . .
11 | 1 1 1 0 0 1 * * 1 1 4 * 4 3 5 5 4 2 2 1 2 1 3 2 3 2 . . . .
12 | 1 * 1 0 1 2 4 3 2 1 * * 4 2 * * * 1 0 0 0 0 1 * 2 1 . . . .
13 | 2 2 1 0 1 * 2 * 1 1 3 * 3 * 4 4 2 2 1 1 0 0 1 2 . . . . .
14 | * 4 2 2 2 3 3 2 1 0 1 2 3 3 * 1 0 2 * 2 1 1 2 2 . . . . .
15 | * * * 2 * 2 * 1 0 0 0 1 * 2 1 1 0 2 * 2 1 * 2 * . . . . .

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0 0 1 * * 1 1 * 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 2 2 1 0 1 1 2 1 1 0 0 0
1 | 1 1 1 2 2 1 1 1 1 0 1 * 1 2 * 3 1 2 * * 3 1 3 * 3 * 1 0 0 0
2 | * 2 0 0 1 2 2 1 0 1 2 2 1 2 * * 1 2 * * 4 * 5 * 4 2 3 2 2 1
3 | * 2 0 0 1 * * 1 0 1 * 1 0 1 3 3 2 1 2 2 3 * 4 * 2 1 * * 3 *
4 | 2 2 1 0 1 2 3 2 1 1 2 2 1 0 1 * 1 0 0 0 1 1 2 1 1 2 4 * 3 1
5 | 2 * 2 0 0 0 1 * 2 2 3 * 2 1 1 2 3 3 3 2 1 0 1 1 1 1 * 3 2 1
6 | 2 * 3 1 1 0 1 1 2 * * 5 * 2 0 1 * * * * 2 1 2 * 1 1 1 2 * 1
7 | 1 2 3 * 2 1 0 0 1 4 * 5 * 2 0 1 2 3 3 3 3 * 2 2 2 1 1 2 2 1
8 | 0 1 * 3 * 2 1 0 1 3 * 4 2 3 1 1 1 1 2 3 * 3 1 1 * 2 2 * 2 1
9 | 0 1 1 2 2 * 1 0 1 * 3 3 * 4 * 3 3 * 4 * * 3 2 2 4 * 4 3 * .
10 | 0 0 0 0 1 2 3 2 2 1 3 * 4 * * * 3 * 4 * 4 * 2 * 3 * * 2 1 1
11 | 1 1 1 0 0 1 * * 1 1 4 * 4 3 5 5 4 2 2 1 2 1 3 2 3 2 2 1 1
12 | 1 * 1 0 1 2 4 3 2 1 * * 4 2 * * * 1 0 0 0 0 1 * 2 1 0 1 * 1
13 | 2 2 1 0 1 * 2 * 1 1 3 * 3 * 4 4 2 2 1 1 0 0 1 2 * 1 0 2 2 2
14 | * 4 2 2 2 3 3 2 1 0 1 2 3 3 * 1 0 2 * 2 1 1 2 2 2 1 0 1 * 1
15 | * * * 2 * 2 * 1 0 0 0 1 * 2 1 1 0 2 * 2 1 * 2 * 1 0 0 1 1 1

success!

C:\Users\NGPD\Desktop\AI\Assignment 3>
```

Hình 4: Kết thúc trò chơi (success) với lệnh mark và solve

Trò chơi kết thúc khi đã mở được toàn bộ ô không có mìn trên bản đồ (success), hoặc khi mở trúng ô chứa mìn (failed).



```
C:\Windows\System32\cmd.exe

7 | . . . . .
8 | . . . . .
9 | . . . . .
10 | . . . . .
11 | . . . . .
12 | . . . . .
13 | . . . . .
14 | . . . . .
15 | . . . . .

There are 261/381 unrevealed cell(s), flagged 21/99.

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  1  *  1  0  0  1  *  1  0  0  0  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 0  2  2  2  0  0  1  1  1  1  1  1  1  1  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | 0  1  *  2  2  2  2  1  1  2  *  1  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | 0  1  3  *  3  *  *  1  1  *  2  1  0  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | 0  0  2  *  3  2  2  1  1  2  3  2  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | 1  1  2  1  2  1  1  0  1  2  *  *  2  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | 2  *  2  0  1  *  1  1  2  *  4  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | 2  *  2  0  1  1  1  2  *  3  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | 1  1  1  0  0  1  2  4  *  3  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | 0  0  1  1  1  1  *  *  4  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | 0  0  1  *  2  2  3  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | 0  0  1  2  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | 1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

true.

2 ?- choose(0,2).

boom!. you touch the bomb at (0, 2).

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
0 | 0  1  *  1  0  0  1  *  1  0  0  0  1  2  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
1 | 0  2  2  2  0  0  1  1  1  1  1  1  1  1  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
2 | 0  1  *  2  2  2  2  1  1  2  *  1  1  2  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
3 | 0  1  3  *  3  *  *  1  1  *  2  1  0  1  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
4 | 0  0  2  *  3  2  2  1  1  2  3  2  1  2  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
5 | 1  1  2  1  2  1  1  0  1  2  *  *  2  1  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .
6 | 2  *  2  0  1  *  1  1  2  *  4  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
7 | 2  *  2  0  1  1  1  2  *  3  2  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
8 | 1  1  1  0  0  1  2  4  *  3  1  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
9 | 0  0  1  1  1  1  *  *  4  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
10 | 0  0  1  *  2  2  3  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
11 | 0  0  1  2  *  .  .  .  .  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
12 | 1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
13 | *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
14 | .  .  .  *  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
15 | .  .  *  .  .  .  .  *  *  *  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .

C:\Users\NGPD\Desktop\AI\Assignment 3>
```

Hình 5: Kết thúc trò chơi (failed)

3 Kết luận

- Đã hiện thực được trò chơi Minesweeper đơn giản bằng Prolog.
- Đã hiện thực được lệnh tự động giải bản đồ trong trường hợp đơn giản, sử dụng thông tin cục bộ trên từng ô để mở tất cả các khả năng có thể.
- Chưa hiện thực được lệnh giải trong trường hợp phức tạp, tức là kết hợp giữa những ô gần nhau để giải được nhiều ô nhất có thể.
- Chưa hiện thực được lệnh tự động đoán (khả năng 50-50) để tự động giải toàn bộ trò chơi trong mọi trường hợp.



Tài liệu

- [1] Prolog <https://vi.wikipedia.org/wiki/Prolog>, Last access 14/6/2019.
- [2] SWI-Prolog built-in predicates,
<https://www.swi-prolog.org/pldoc/man?section=builtin>, Last access 14/6/2019.
- [3] Learn Prolog Now!,
<http://www.learnprolognow.org/lpnpage.php?pagetype=html&pageid=lpn-html>,
Last access 14/6/2019.
- [4] Stackoverflow.