

پروژه هوش مصنوعی پیشرفته

دانشگاه فردوسی مشهد

گروه مهندسی کامپیوتر

۲۴ آذر ۱۳۹۶

در اینجا قصد داریم با مثالی ساده، نحوه کدنویسی PDDL و کار با آن را بررسی کنیم. در ابتدا لازم است فایل باینری blackbox را در مسیر برنامه مورد نظر خود کپی کنید. توجه کنید که این فایل اجرایی ۳۲ بیتی می باشد و اگر شما از کامپیوتر ۶۴ بیتی استفاده می کنید باید ابتدا کتابخانه ای برای اجرای برنامه های ۳۲ بیتی نصب کنید. برای مثال می توانید از دستور زیر استفاده کنید:

```
sudo apt-get install libc6-i386
```

مثالی که در ادامه بررسی خواهیم کرد bulldozer نام دارد. این مساله domain ساده ای دارد که در آن یک فرد می تواند سوار یک وسیله نقلیه شود، آن را به مقصد مشخصی براند، از آن پیاده شود و سپس به مکان دیگر برگردد. مسیرها و پل ها در این domain دو طرفه هستند. همانطور که گفتیم ابتدا فایل blackbox را در پوشه bulldozer کپی میکنیم. سپس از طریق ترمینال وارد پوشه می شویم و دستور زیر را اجرا می کنیم:

```
./blackbox -o domain.pddl -f prob01.pddl
```

دستور blackbox دو فایل با نامهای domain.pddl و prob01.pddl را به عنوان ورودی دریافت می کند.

فایل domain.pddl حاوی تعریف دنیای مساله، متغیرها و اعمال است. در این

فایل ابتدا domain و نام آن را تعیین می کنیم.

define (domain bulldozer)

سپس requirement ها را تعیین میکنیم. این مشخصه به نوعی تعیین کننده سطح زبان است. در ادامه توضیح هر requirement را مشاهده می کنید.

strips: The most basic subset of PDDL, consisting of STRIPS only.

equality: This requirement means that the domain uses the predicate =, interpreted as equality.

سپس predicates را تعریف می کنیم. برای مثال:

road ?from ?to

این predicate مشخص کننده یک جاده و مبدا و مقصد آن است. حال به بخش مهم تعریف action می رسم. یک action شامل precondition، parameters و effect است. برای مثال:

- 1: (:action Drive
- 2: :parameters (?thing ?from ?to)
- 3: :precondition (and (road ?from ?to)
- 4: (at ?thing ?from)
- 5: (mobile ?thing)
- 6: (not (= ?from ?to)))
- 7: :effect (and (at ?thing ?to) (not (at ?thing ?from))))

خط ۱ نام action را تعیین می کند. خط ۲ پارامترها را تعریف می کند که در اینجا سه پارامتر thing، from و to هستند. خطوط ۳ تا ۶ precondition را تعریف می کنند که شامل مجموعه ای از predicate ها است که پارامترها را به عنوان ورودی دریافت می کنند. همانطور که از خط ۶ مشخص است، مبدا و مقصد نباید یکسان باشند. نهایتاً در خط ۷ effect تعریف می شود که نتیجه اعمال action را نشان می دهد. در اینجا effect مشخص می کند که object جابجا شده باید به مقصد اضافه و

از مبدا حذف شده باشد.

فایل prob01.pddl شامل یک مساله است. در ابتدا نام مساله و domain آن مشخص میشود.

(problem Big-bull1)

(:domain bulldozer)

سپس objects تعریف می شود که شامل شخص، بولدوزر و نام مکان ها است.

(:objects a b c d e f g jack bulldozer)

در ادامه حالت اولیه و هدف تعیین می شود. در اینجا Jack ابتدا در مکان a قرار دارد و بولدوزر در مکان e. هدف این است که Jack بولدوزر را به مکان g ببرد و خود به a بازگردد.

(:goal (and (at bulldozer g) (at jack a)))

(:init (at jack a) (at bulldozer e))

در نهایت مقادیر پارامترها تعیین می شود که شامل نام فرد، نام وسیله نقلیه و ابتدا و انتهای مسیرها و پل ها است.

(vehicle bulldozer)

(mobile jack)

(person jack)

(road a b) (road b a)

(road a e) (road e a)

(road e b) (road b e)

(road a c) (road c a)

(road c b) (road b c)

(bridge b d) (bridge d b)

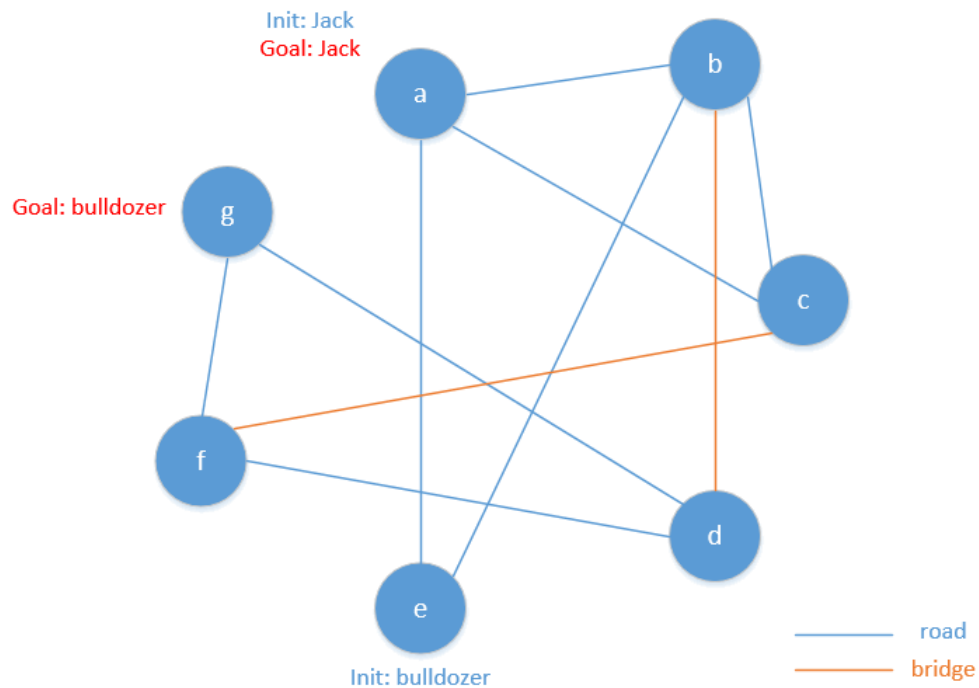
(bridge c f) (bridge f c)

(road d f) (road f d)

(road f g) (road g f)

(road d g) (road g d))

در شکل ۱ نقشه مساله را ميتوانيد مشاهده كنيد.



شكل ۱: نقشه مساله

حال برمي گرديم به دستوري كه در ترمينال اجرا كرديم. يعني دستور زير:

```
./blackbox -o domain.pddl -f prob01.pddl
```

خروجي اين دستور مجموعه action هاي لازم براي رسيدن به Goal را به ما نشان مي دهد (شكل ۲).

```

blackbox version 43
command line: ./blackbox -o domain.pddl -f prob01.pddl

Begin solver specification
    -maxint      0      -maxsec 10.000000  graphplan
    -maxint      0      -maxsec 0.000000   chaff
End solver specification
Loading domain file: domain.pddl
Loading fact file: prob01.pddl
Problem name: big-bull1
Facts loaded.
time: 1, 28 facts and 6 exclusive pairs.
time: 2, 32 facts and 29 exclusive pairs.
time: 3, 35 facts and 56 exclusive pairs.
time: 4, 37 facts and 75 exclusive pairs.
time: 5, 39 facts and 91 exclusive pairs.
Goals reachable at 5 steps but mutually exclusive.
time: 6, 39 facts and 77 exclusive pairs.
Goals reachable at 6 steps but mutually exclusive.
time: 7, 39 facts and 65 exclusive pairs.
Goals reachable at 7 steps but mutually exclusive.
time: 8, 39 facts and 61 exclusive pairs.
Goals reachable at 8 steps but mutually exclusive.
time: 9, 39 facts and 58 exclusive pairs.
Goals first reachable in 9 steps.
999 nodes created.

#####
goals at time 10:
    at_bulldozer_g at_jack_a

-----
Invoking solver graphplan
Result is Sat
Iteration was 71
Performing plan justification:
    0 actions were pruned in 0.00 seconds

-----
Begin plan
1 (drive jack a e)
2 (board jack e bulldozer)
3 (drive bulldozer e b)
4 (cross bulldozer b d)
5 (drive bulldozer d g)
6 (disembark jack g bulldozer)
7 (drive jack g f)
8 (cross jack f c)
9 (drive jack c a)
End plan
-----

9 total actions in plan
0 entries in hash table,
8 total set-creation steps (entries + hits + plan length - 1)
9 actions tried

#####
Total elapsed time: 0.01 seconds
Time in milliseconds: 7

```

شکل ۲: خروجی برنامه