»Лекционен курс

»Изкуствен интелект

Търсене на решения

Virtual learning space

Дърво на търсене

- След като е формулиран един проблем, той трябва да бъде решен
- Понеже решенията са последователност от действия, алгоритмите за търсене (АТ) разглеждат различни възможни последователности от действия (ПД)
- Дърво на търсене - възможните ПД, започващи от началното състояние, където:
  - Възли – състояния от ПС на проблема
  - Ребра - действия
  - Корен – началното състояние

Обща характеристика на търсене

- Търсенето започва от начално състояние
  - Първо се тества дали това е целево състояние
- Разширяване на актуалното състояние
  - Прилагане на всяко възможно действие върху актуалното състояние
  - Генериране ново множество от състояния
  - Въвеждаме нови ребра в дървото на търсене
- Същност на търсене
  - Една опция се преследва по-нататък, докато другите се остават за следващо проследяване, ако първото не доведе до решение

Пример


In(П)
Пловдив
Стара Загора
Асеновград
Карлово
Плов див
Хаск ово
Плов див
Смол ян
Плов див
Казан лък
Казан лък
Нова Загора

Пример

Разширяване на началния възел

- Генериране на три нови възела-наследници
- Въвеждане на три нови ребра
- Трябва да бъде избран един за последващо разширение

Пример

- Можем да изберем за разширение някой от 4-те нови възли или търсенето да продължи в съществуващите In(А), In(К)
- Тези 6 възела са възли-листа

Гранични възли

- Възел-лист
  - Няма възли наследници
- Гранични възли
  - Множеството на всички възли, налични за разширение в определен момент от процеса на търсене
  - Разширяването на граничните възли продължава дотогава, докато е намерено решение или няма повече състояние за разширяване

Tree-search

```
function Tree-Search (problem) returns решение или грешка
  Инициализиране граничните възли с началното състояние на problem;

  loop do
    if (гранично множество == ∅) then return грешка;
    Избира един възел-лист и го отстранява от граничното множество;
    if (възелът съдържа целево състояние) then return съответно решение;
    Разширяване възела;
    Добавяне на резултиращите възли към граничното множество;
  end do
```

- *Това е обща генетична структура за всички алгоритми за търсене*
- *Алгоритмите се различават по използваната стратегия за търсене, т.е. избор на следващо за разширяване състояние*

Особеност

- Включва път Пловдив - Стара Загора – Пловдив
- In(П) повторяемо състояние, което в този случай се генерира от наличието на цикличен път

Циклични пътища

- Цикличните пътища правят пълното дърво на търсене безкрайно, въпреки че пространството на търсене се състои само от няколко десетки състояния
  - Понеже няма граници за броя пъти за преминаване през цикъла
- Циклите могат да причинят определени алгоритми да не успяват и дори решими проблеми да станат нерешими
- За радост, обикновено не е необходимо да разглеждаме цикличните пътища
  - Понеже разходите за път са сумарни и разходите за отделните стъпки са положителни стойности, следва че един цикличен път до едно състояние никога не е по-добър от същия път с премахнат цикъл
- Цикличните пътища са специален случай на общата концепция за излишни пътища
  - Съществуват, когато има повече от един път

Особеност


Пловдив
Стара Загора
Асеновград
Карлово
Плов див
Хаск ово
Плов див
Смол ян
Плов див
Казан лък
Казан лък
Нова Загора
Понеже съществува път Пловдив – Стара Загора, очевидно пътят Пловдив – Карлово – Казанлък – Стара Загора е излишен

Избягване на излишни пътища

- В определени случаи е възможно проблемът да бъде поначало така дефиниран, че да избягва излишни пътища
  - Напр., 8-те дами
- В други случаи излишните пътища са неизбежни
  - Напр., всички проблеми, където действията са обратими
    - Търсене на маршрути, игрите с подреждане на блокчета

Решение на повторението

- Алгоритмите, които забравят проследяването, са „прокълнати“ да го повтарят
- Когато забелязваме, къде сме били, можем да избегнем изследването на излишни пътища
- За целта можем да разширим Tree-Search алгоритъма с една структура данни, наречена изследвано множество, което помни разширените възли
  - Новосъздадените възли, които съвпадат с вече съществуващите възли (в изследваното множество или граничното множество) могат да бъдат премахвани, вместо добавяни към граничното множество

Graph-search

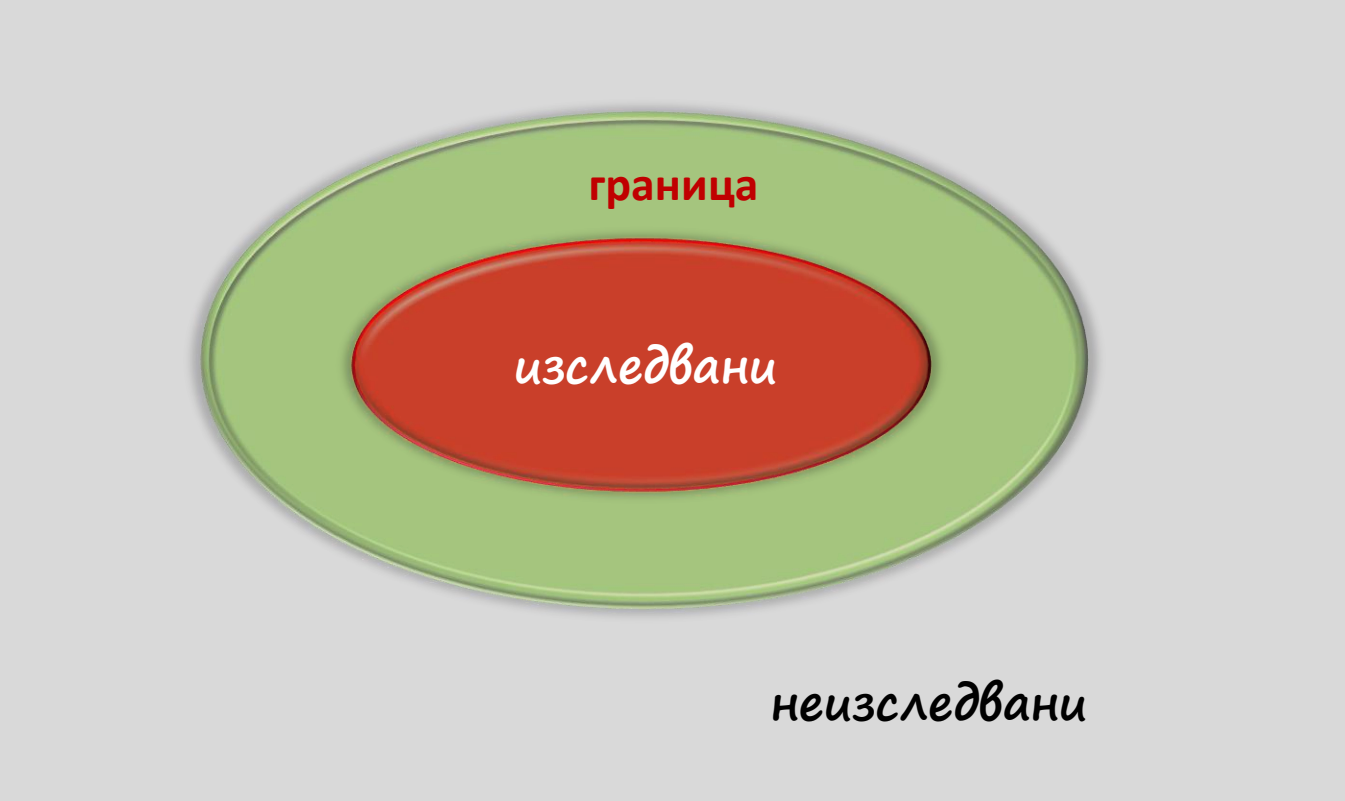
```
function Graph-Search (problem) returns решение или грешка
  Инициализиране граничните възли с началното състояние на problem;
  Изследвано множество = ∅;
  loop do
    if (гранично множество == ∅) then return грешка;
    Избира един възел-лист и го отстранява от граничното множество;
    if (възелът съдържа целево състояние) then return съответно решение;
    Добавяне възела към изследваното множество;
    Разширяване възела;
    Добавяне на резултиращите възли към граничното множество
     (само ако не се съдържат в изследваното множество);
  end do
```

- *Конструираното дърво на търсене съдържа максимално по един екземпляр за всяко състояние*
- *Дървото може да се разширява директно върху графа на ПС*

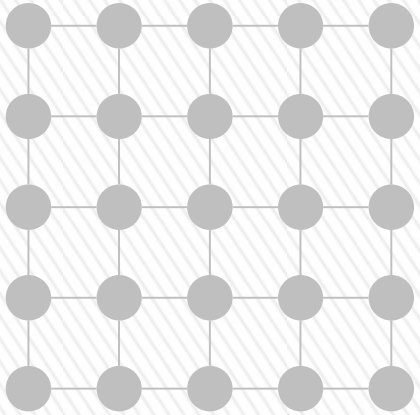
Граница като разделител

- Алгоритъмът Graph-Search има още едно приятно свойство: границата е един разделител
  - Разделя графа на състоянията на две области:
    - Изследвани състояния
    - Неизследвани състояния
  - Всеки път от началното състояние към едно неизследвано състояние трябва да минава през едно състояние от границата
- Всяка стъпка в процеса на търсене:
  - Премества едно състояние от границата в областта на изследваните състояния
  - Премества някои неизследвани състояния в границата
  - Така алгоритъмът изследва систематично и последователно състоянията в ПС докато намери решение

Граница като разделител



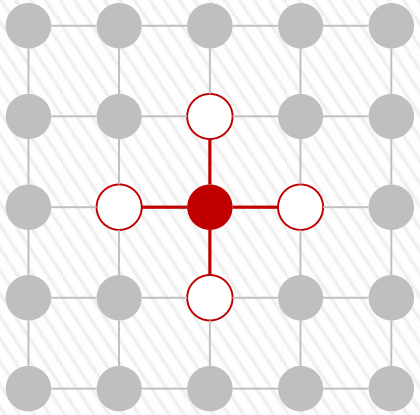
Пример



„Правоъгълна решетка“

- Особено важен пример за компютърните игри
- Всяко състояние има 4 наследника
- Дърво на търсене с дълбочина d, включващо повторяеми състояния, има 4^d листа
- Само $2d^2$ различни състояния за d стъпки
- За d = 20, около 1 милиард възли, но само 800 различни състояния
- Проследяването на излишни пътища може да превърне един решим в нерешим проблем

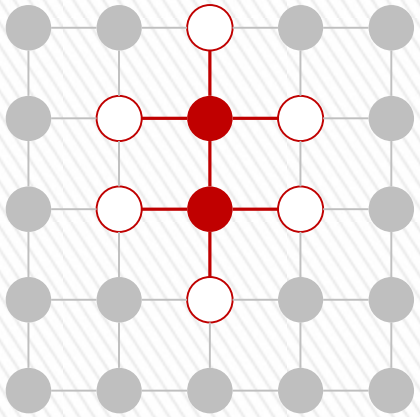
Пример



„Правоъгълна решетка“

- Граница (белите възли) винаги разделя изследвана област (червените възли) от неизследваната област (сивите възли)

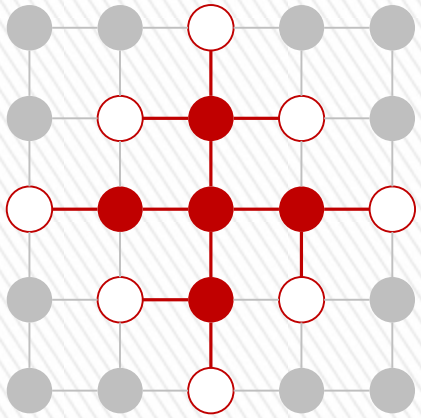
Пример



„Правоъгълна решетка“

- Граница (белите възли) винаги разделя изследвана област (червените възли) от неизследваната област (сивите възли)

Пример



„Правоъгълна решетка“

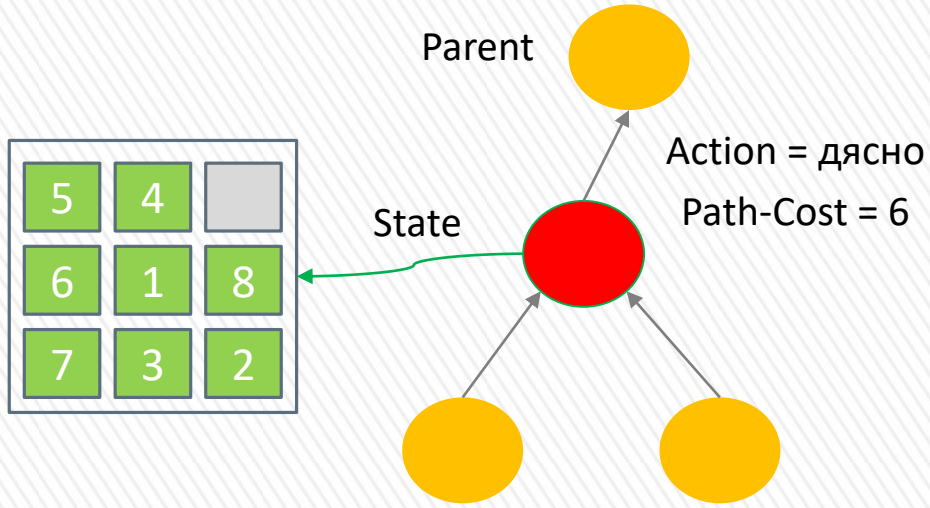
- Граница (белите възли) винаги разделя изследвана област (червените възли) от неизследваната област (сивите възли)

Инфраструктура на алгоритмите

- За да могат да проследяват конструирането на дървото на търсене, алгоритмите за търсене използват за всеки възел n структура от данни, състояща се от четири компонента
- Използвайки компонентите на един родителски възел лесно могат да се изчислят компонентите на възли-наследници

Структура

- n.State: състояние в ПС, кореспондиращо на възела;
- n.Parent: възел в ПС, генерирал актуалния възел;
- n.Action: действие, приложено в родителския възел за генериране на настоящия;
- n.Path-Cost: разходи от началното състояние до възела, даден чрез указателя на родителския възел (обикновено означаваме с g(n))



Child-node

```
function Child-Node (problem, parent, action) returns един възел
    return един възел с:
      State = problem.Result(parent.State, action);
      Parent = parent;
      Action = action;
      Path-Cost = parent.path-Cost + problem.Step-Cost(parent.State, action)
```

Възли и състояния

- До сега, не правехме ясно разграничение между възли и състояния
- При задаване на детайлните алгоритми това разграничение е съществено
  - Възел: управляваща структура за представяне дървото на търсене
    - Възлите са разположени върху определени пътища
  - Състояние: кореспондира с конфигурации в света
    - Не се разполагат върху пътища
  - Два различни възела могат да съдържат едно и също състояние, когато това състояние е генерирано през два различни пътя за търсене

Разполагане на възлите

- След като разполагаме с възли, трябва да намерим място, където да ги съхраняваме
  - Границата трябва да се съхранява в някаква форма, така че алгоритмите за търсене лесно да могат да намират следващия за разширяване възел
    - В зависимост от избраната стратегия - такава структура може да бъде:
      - FIFO (опашка)
      - LIFO (стек)
      - С приоритети
  - Изследваното множество може да бъде реализирано посредством използване на хеш-техники – позволяват ефективен контрол на повторяемите състояния
    - Въвеждане и търсене се извършва в приблизително константно време
- Канонични форми: логически еквивалентни състояния кореспондират с еднакви структури данни

Операции с опашки

- Empty(queue)
  - Връща true, ако опашката е празна
- Pop(queue)
  - Връща и премахва първия елемент от опашката
- Insert(element, queue)
  - Добавя елемент и връща резултираща опашка

Критерии за оценяване на стратегиите

- Коректност
  - Ако съществува решение гарантирано ще го намери
- Времева комплексност
  - Изразходвано време за намиране на решение
- Пространствена комплексност
  - Необходима памет за намиране на решение
- Оптималност
  - Намира най-доброто от възможните решения


Благодаря за вниманието!