بسمه تعالی

هوش مصنوعی

جستجو در محیطهای پیچیده - ۲

نیمسال اوّل ۱۴۰۴-۱۴۰۳

دکتر مازیار پالهنگ

آزمایشگاه هوش مصنوعی

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

یادآوری

- رفع محدودیتهای جستجوهای کلاسیک
- الگوریتمهای جستجوی محلی
  - حالت فعلی را نگهدار – سعی کن آن را بهبود دهی
- جستجوی تپه نوردی
- تنوعها:
  - تپه نوردی تصادفی
  - تپه نوردی اولین انتخاب
  - تپه نوردی با بازشروع تصادفی
- سردشدن شبیه سازی شده
- جستجوی پرتوی محلی
- الگوریتم ژنتیک

جستجوی محلی در فضای پیوسته

- الگوریتمهای بیان شده تاکنون بجز جستجوی تپه نوردی اولین انتخاب و سردشدن شبیه سازی شده توان برخورد با فضای حالت پیوسته را ندارند.
- در حالت پیوسته تعداد حالات تالی بسیار زیاد است.
- فرض کنید در مثال جهانگرد، می خواهیم سه فرودگاه جدید در ایران بسازیم
- می خواهیم مجموع مربعات فواصل شهرهای آن نقشه تا نزدیکترین فرودگاه حداقل باشد.

- فضای حالت مختصات این فرودگاهها
- $(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)$
- حرکت در این فضا همانند تغییر مکان فرودگاهها
- فرض C_i مجموعهٔ شهرهائی که نزدیکترین فرودگاه به آنها در فضای حالت فعلی، فرودگاه iام است.
- تابع هدف:

$$f(x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{c \in C_i} (x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 .$$

- چون مجموعهٔ C_i وابسته به حالت است، تابع هدف بصورت محلی درست است.
- یک روش گسسته سازی
- هر بار فقط یک فرودگاه بتواند در راستای x یا y به اندازهٔ $\pm\delta$ تغییر کند.
- هر حالت دارای ۱۲ تالی
- حال امکان استفاده از هر یک از جستجوهای محلی
- یا سردشدن شبیه سازی شده، یا تپه نوردی اولین انتخاب بدون گسسته سازی

گرادیان

- روش دیگر استفاده از گرادیان چشم انداز (تابع هدف)
- اگر تابع $f(x_1، x_2، \ldots، x_n)$ را داشته باشیم.

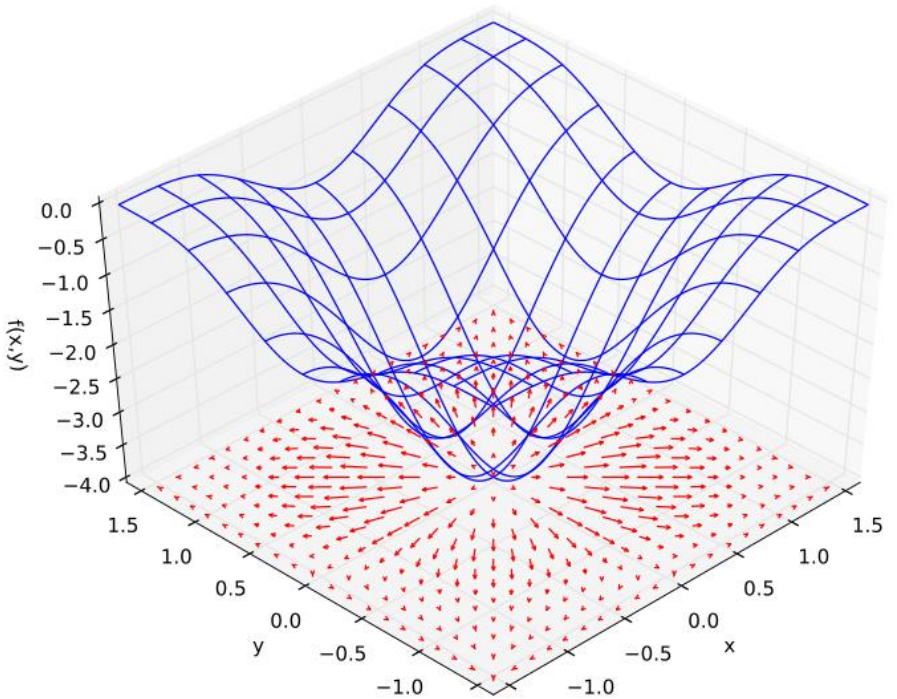
$$\nabla f(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \frac{\partial f}{\partial x_1} e_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} e_2 + \cdots + \frac{\partial f}{\partial x_n} e_n$$

- که e_iها بردارهای یکهٔ هر یک از محورهای مختصات را نشان می دهند.
- بطور مثال اگر:

$$f(x, y, z) = 2x - 3y^3 + \sin(z)$$

$$\nabla f(x, y, z) = 2i - 9y^2 j + \cos(z)k$$

گرادیان



$$f(x,y) = -(\cos^2 x + \cos^2 y)^2$$

گرادیان

- گرادیان یک تابع، برداری که مقدار و جهت بیشترین افزایش تابع را نشان می دهد.
- برای مثال گفته شده:

$$\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial y_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \frac{\partial f}{\partial y_2}, \frac{\partial f}{\partial x_3}, \frac{\partial f}{\partial y_3} \right)$$

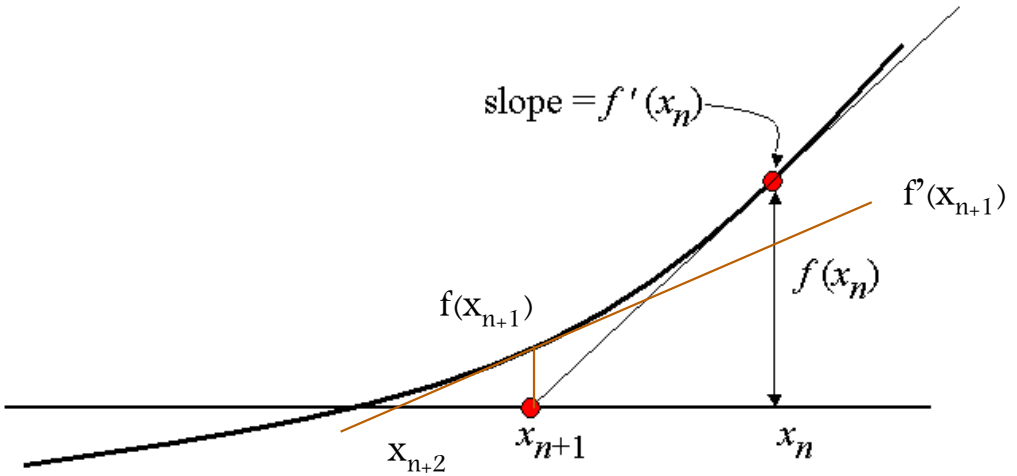
- گاهی با حل $\nabla f=0$ می توان بیشینه را بدست آورد.
- به شرط آنکه معادله آن براحتی قابل حل باشد.
- بطور مثال اگر فقط یک فرودگاه می خواستیم بسازیم.
- در این حالت پاسخ میانگین مختصات همهٔ شهرها بود.
- در بسیاری از موارد معادله بصورت بسته قابل حل نیست

- روش دیگر، تغییر متغیرها به اندازه کمی در جهت گرادیان:

$$\mathbf{x} \leftarrow \mathbf{x} + \alpha \nabla f(\mathbf{x}) ,$$

- اگر مسئله کمینه سازی است، تغییر در جهت عکس گرادیان.
- پارامتر α نرخ یادگیری
- در صورتی که فرمول گرادیان در دسترس نباشد، از گرادیان تجربی استفاده می شود.

- در گرادیان تجربی، مقدار متغیرها اندکی کم و زیاد شده و بصورت تجربی مقداری گرادیان محاسبه می شود.
- روش دیگر، استفاده از روش نیوتن- رافسن
- روشی برای یافتن ریشهٔ یک تابع



- معادلهٔ خط مماس: $y = f'(x_n)(x - x_n) + f(x_n)$
- محل برخورد با خط y=0:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

https://brilliant.org/wiki/newton-raphson-method/

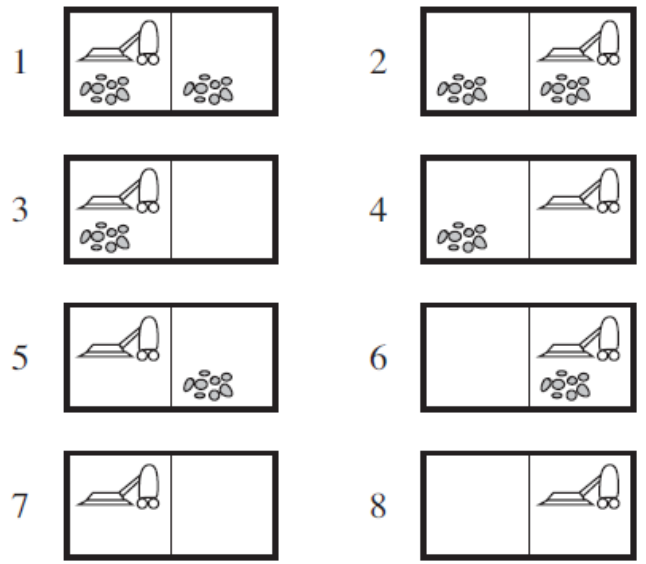
- مجدداً معادلهٔ خط مماس در x_{n+1} محاسبه و x_{n+2} محاسبه می شود.
- تکرار تا بدست آوردن ریشه
- علاقمندیم ریشهٔ ∇f را بدست آوریم، بنابر این بجای f، ∇f را قرار می دهیم و خواهیم داشت:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \qquad \mathbf{x} \leftarrow \mathbf{x} - \mathbf{H}_f^{-1}(\mathbf{x})\nabla f(\mathbf{x})$$

- $H_f(x)$ ماتریس هسین

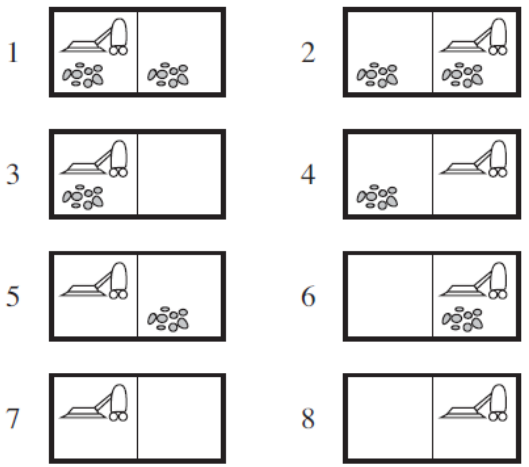
$$H_{i,j} = \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j}$$

جستجو با اعمال قطعی



- محیط قطعی – مشاهده پذیر:
  مسئلهٔ تک حالته
- عامل دقیقاً می داند که در چه حالتی خواهد بود.
- حل یک دنباله
- با شروع از ۵:
- [راست، مکش]

جستجو با اعمال غیرقطعی



- مثال ربات جاروی سرگردان:
- محیط مشاهده پذیر–غیرقطعی
- عمل مکش:
  - در خانه کثیف آن خانه را تمیز ولی گاهی خانهٔ همسایه را نیز تمیز می کند،
  - در خانهٔ تمیز گاهی آشغال می ریزد.
- تعمیم مدل انتقال در فصل ۳
- تابع Result() یک مجموعه از حالات قابل دستیابی ممکن باز می گرداند.
- بطور مثال: مکش در حالت ۱ به مجموعهٔ {۵و۷} می رود.

جستجو با اعمال غیرقطعی

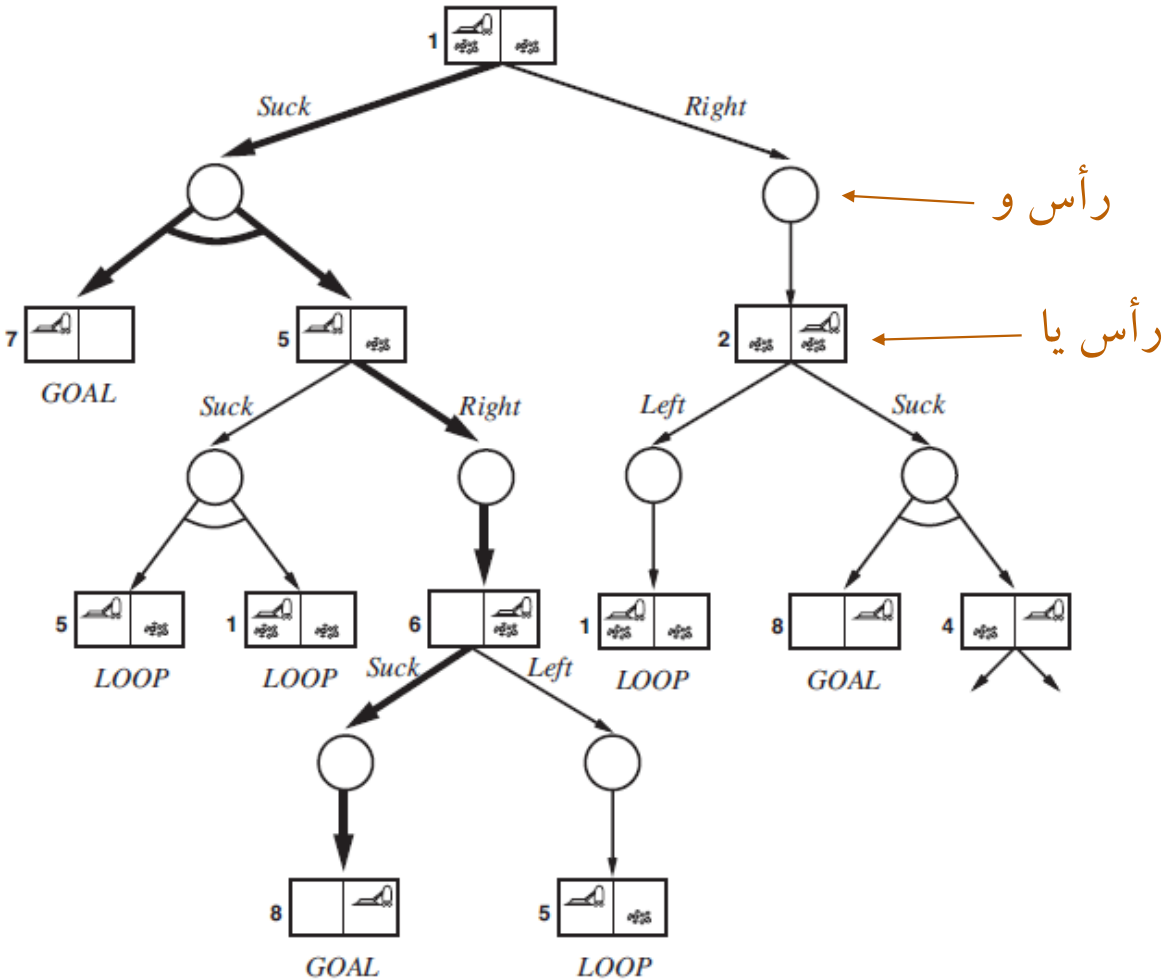
- اصلاح حل: بجای یک دنباله یک طرح شرطی (یا طرح اقتضائی یا راهبرد (استراتژی))
- بطور مثال با شروع از حالت ۱:

$$[Suck, \textbf{if } State = 5 \textbf{ then } [Right, Suck] \textbf{ else } [\,]] \; .$$

- حل مسائل همراه با عدم قطعیت شامل جملات اگر-آنگاه
- حل بصورت یک درخت بجای یک دنباله
- انتخاب عمل بر اساس اقتضاء بعد از عمل

درخت جستجوی AND–OR

- جستجو مجدداً با ایجاد یک درخت جستجو
- در حالت قطعی شاخه ها با اعمالی که عامل می توانست انجام دهد ایجاد می شد.
- به چنین رئوس ایجاد شده، رئوس-یا (OR nodes) می گوئیم.
- در حالت غیرقطعی باید همهٔ رئوسی که ممکن است نتایج انجام عمل باشند نیز ایجاد شود.
- این رئوس، رئوس- و (AND nodes) گفته می شوند.


1
Suck
Right
رأس و
7
GOAL
5
2
رأس یا
Suck
Right
Left
Suck
5
LOOP
1
LOOP
6
Suck
Left
1
LOOP
8
GOAL
4
8
GOAL
5
LOOP

18

جستجو با اعمال غیر قطعی

- یک حل برای یک جستجو و-یا (AND-OR) یک زیر درخت از درخت جستجوی کامل است بطوری که:
- در هر برگ یک رأس هدف وجود دارد،
- در هر یک از رئوس یا در آن فقط یک عمل مشخص شده، و
- در هر یک از رئوس و در آن تمامی پیشامدها در نظر گرفته شده اند.

Figure 4.11

function AND-OR-SEARCH(*problem*) **returns** a conditional plan, or *failure*
  return OR-SEARCH(*problem*, *problem*.INITIAL, [])

Figure 4.11

```
function AND-OR-SEARCH(problem) returns a conditional plan, or failure
  return OR-SEARCH(problem, problem.INITIAL, [])

function OR-SEARCH(problem, state, path) returns a conditional plan, or failure
  if problem.IS-GOAL(state) then return the empty plan
  if IS-CYCLE(path) then return failure
  for each action in problem.ACTIONS(state) do
      plan ← AND-SEARCH(problem, RESULTS(state, action), [state] + path])
      if plan ≠ failure then return [action] + plan]
  return failure
```

چون عمق نخست است هر شاخه یا به جواب می رسد یا شکست می خورد

Figure 4.11

```
function AND-OR-SEARCH(problem) returns a conditional plan, or failure
  return OR-SEARCH(problem, problem.INITIAL, [])

function OR-SEARCH(problem, state, path) returns a conditional plan, or failure
  if problem.IS-GOAL(state) then return the empty plan
  if IS-CYCLE(path) then return failure
  for each action in problem.ACTIONS(state) do
      plan ← AND-SEARCH(problem, RESULTS(state, action), [state] + path])
      if plan ≠ failure then return [action] + plan]
  return failure

function AND-SEARCH(problem, states, path) returns a conditional plan, or failure
  for each s_i in states do
      plan_i ← OR-SEARCH(problem, s_i, path)
      if plan_i = failure then return failure
  return [if s_1 then plan_1 else if s_2 then plan_2 else ...if s_{n-1} then plan_{n-1} else plan_n]
```

problem.Results(state،action)

An algorithm for searching AND–OR graphs generated by nondeterministic environments. A solution is a conditional plan that considers every nondeterministic outcome and makes a plan for each one.

خلاصه

- جستجوی محلی در فضای پیوسته
- جستجو با اعمال غیرقطعی


پایان

- دقت نمائید که پاورپوینت ابزاری جهت کمک به یک ارائهٔ شفاهی می باشد و **به هیچ وجه یک جزوهٔ درسی نیست** و شما را از خواندن مراجع درس بی نیاز نمی کند.
- لذا حتماً مراجع اصلی درس را مطالعه نمائید.
- حضور فعال در کلاس دارای امتیاز است.