

# بسمه تعالی

## هوش مصنوعی حل مسئله – ۲ نیمسال اول ۱۴۰۴-۱۴۰۳

دکتر مازیار پالهنک  
آزمایشگاه هوش مصنوعی  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر  
دانشگاه صنعتی اصفهان

# یادآوری

- مثال جهانگرد
- تدوین هدف
- تدوین مسئله

- شرایط محیط برای یک عامل مسئله حل کن را بصورت زیر در نظر می گیریم:
- مشاهده پذیر
- قطعی
- شناخته شده
- در این حالت حل یک دنباله ثابت از اعمال است.

# تدوین مسئله

- یک مسئله دارای چند جزء می باشد:
- مجموعه حالاتی که محیط می تواند در آن وضعیت باشد: **فضای حالت**
- حالت اولیه
- هدف (اهداف)
- مجموعه اعمال ممکن
- $Actions(s)$  مجموعه اعمالی که در حالت  $s$  قابل انجام است.
- مدل انتقال: توصیفی از آنچه هر عمل انجام می دهد.  
 $Result(s,a)$
- مدل انتقال به همراه حالت اولیه و مجموعه اعمال، فضای حالت را تشکیل می دهد.
- نمایش فضای حالت با یک گراف
- هزینه انجام هر عمل در هر حالت  $Action-Cost(s,a,s')$

- یک دنباله از اعمال یک مسیر را تشکیل می دهند.
- یک حل مسیری است از حالت اولیه به یک حالت هدف
- یک حل بهینه بهترین هزینه مسیر در بین حلها را دارا می باشد.

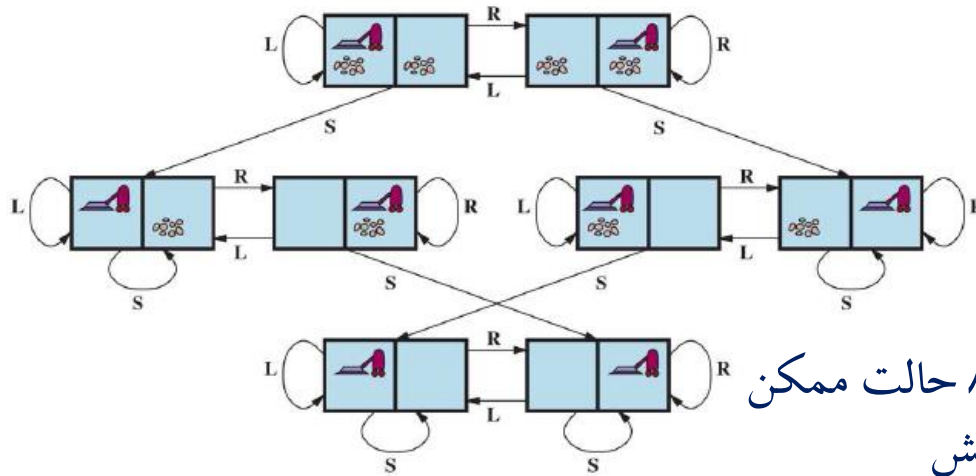
# انتخاب فضای حالت

■ دنیای واقعی بسیار پیچیده است و برای حل مسئله باید تجرید شود.

■ تجرید حالات

■ تجرید اعمال

# مثال – دنیای جارو



حالات: ۸ حالت

حالت اولیه: هر یک از ۸ حالت ممکن

اعمال: چپ، راست، مکش

مدل انتقال: اعمال کار مورد نظرشان را انجام می دهند بجز رفتن به چپ اگر در خانه چپ باشد، رفتن به راست اگر در خانه راست باشد، و مکش در حالتی که خانه تمیز باشد اثری ندارد.

هدف: هر دو خانه تمیز

هزینه مسیر: هر عمل ۱

## مثال - جورچین ۸

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

- حالات: قرارگیری شماره ها و خانه خالی در یکی از مکانها
- حالت اولیه: هر یک از وضعیتهای ممکن
- اعمال: حرکت خالی به چپ، راست، بالا، پائین
- مدل انتقال: جابجای فضای خالی در جهتی که گفته شده با یکی از شماره ها
- هدف: وضعیت سمت راست
- هزینه: هر حرکت ۱



# مسئله knuth

- با شروع از ۴ و با استفاده از دنباله ای از اعمال جذر، کف، و فاکتوریل می توان به هر عدد صحیح مثبتی رسید.

$$\lfloor \sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{(4!)!}}}}}]} = 5.$$

- حالات: اعداد حقیقی مثبت
- حالت اولیه: ۴
- اعمال: جذر، کف، فاکتوریل (فقط برای اعداد صحیح)
- مدل انتقال: طبق تعریف اعمال
- هدف: عدد صحیح مطلوب
- هزینه: هر عمل ۱

# مسیریابی

- رفتن از شهری به شهر دیگر با خودرو
- یافتن مسیر در شبکه های کامپیوتری
- یافتن پروازهای مورد نظر برای سفر از یک شهر به شهر دیگر
- **حالات:** مکانها (فرودگاهها) و زمان فعلی
- **حالت اولیه:** بودن در فرودگاه مبدأ کاربر
- **اعمال:** رفتن از یک فرودگاه به فرودگاه دیگر
- **مدل انتقال:** پس از پرواز، فرودگاه مقصد فرودگاه فعلی و زمان رسیدن زمان فعلی می شود.
- **هدف:** فرودگاه مقصد مورد نظر کاربر
- **هزینه:** هزینه پولی، مدت زمان انتظار، زمان پرواز

# گردشگری

- همانند مسیریابی
- بازدید از تعدادی شهر حداقل یکبار
- حالت: در کدام شهر و چه شهرهایی بازدید شده
- هدف: در شهر مقصد و بازدید همه شهرها

# فروشنده دوره گرد

- همان مسئله گردشگری فقط هر شهر فقط باید یکبار دیده شود و یافتن کوتاهترین مسیر، و تمام شهرهای یک نقشه مورد نظر
- حرکت یک دریل برای سوراخ کردن یک مدار چاپی

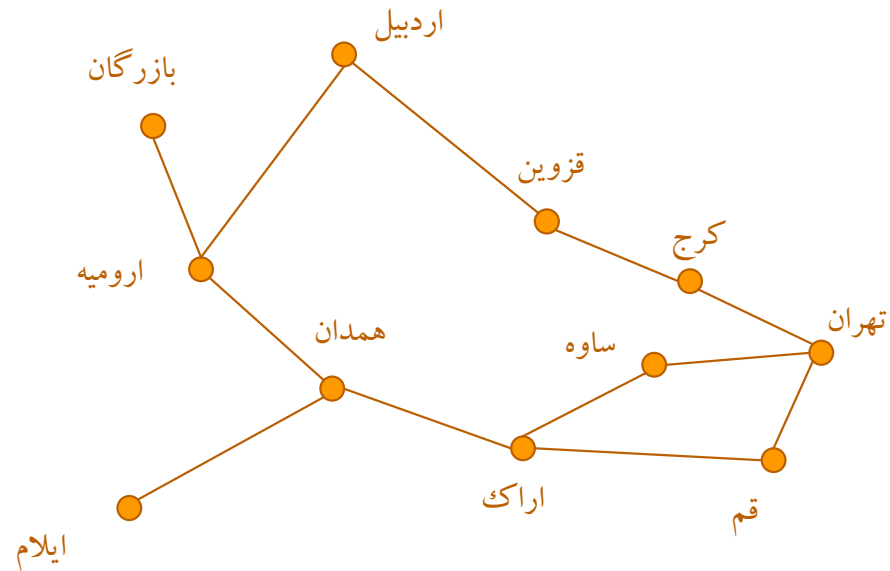
# مسائل دیگر

- چینش مدارهای الکترونیک
- چینش مدارهای VLSI

# جستجو برای حل

- پس از تدوین مسئله باید آن را حل نمود.
- یک حل دنباله ای است از اعمال
- الگوریتمهای جستجو، با در نظر گرفتن دنباله های اعمال متفاوت کار می کنند.
- دنباله های عمل ممکن با شروع از حالت اولیه یک درخت جستجو می سازند.
- حالت اولیه در ریشه
- شاخه ها متناظر با اعمال ممکن

# جستجو برای حل



■ جستجو در فضای حالت

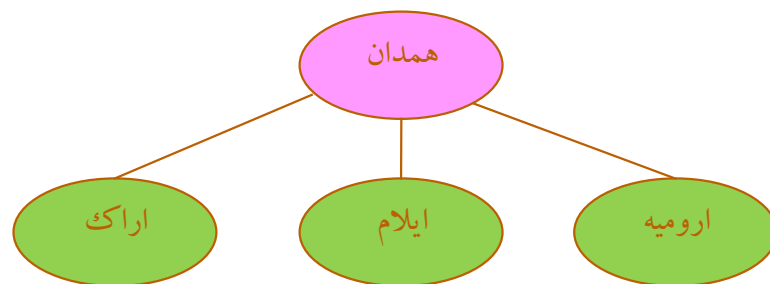


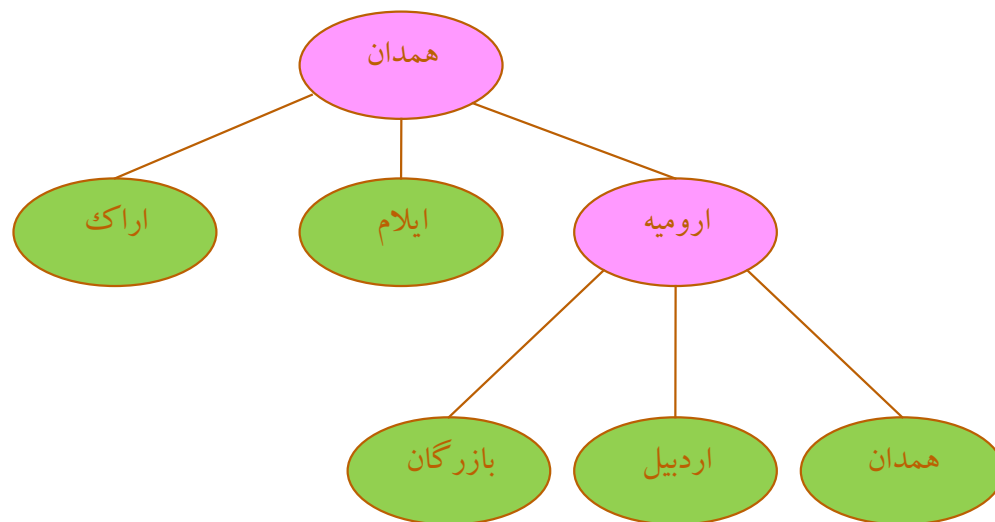
مازیار پالهنګ

هوش مصنوعي

16



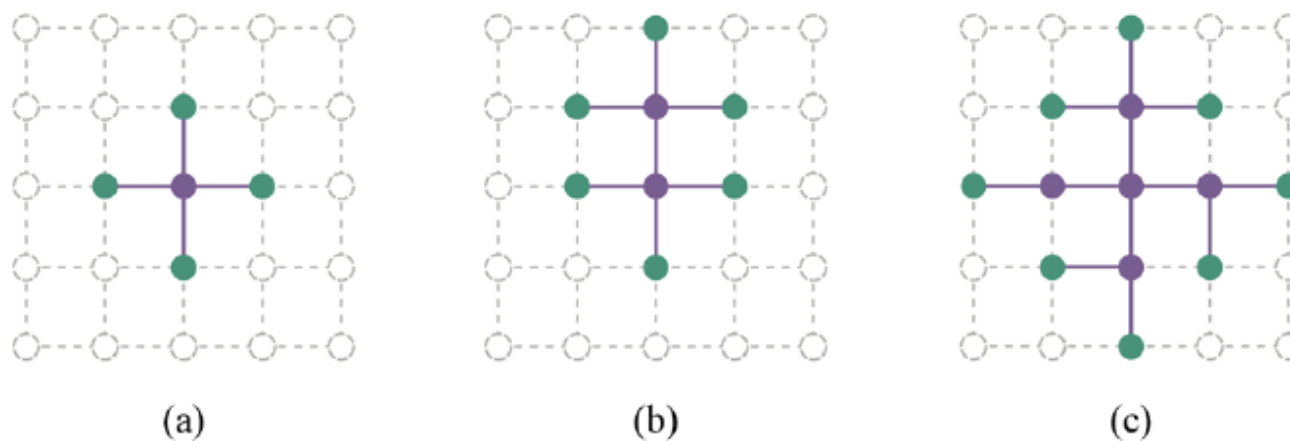




- مجموعه همه رئوس در دسترس برای بسط داده شدن در هر زمان مجموعه **پیشگام** (frontier) نامیده می شود.
- گاهی به آن لیست باز (open list) نیز گفته می شود.
- حالتی که برای آن رأسی ایجاد شده، گفته می شود که به آن **رسیده ایم** (reached) (ممکن است هنوز بسط داده نشده باشد).

■ مجموعه پیشگام، فضای حالت را به دو ناحیه تقسیم می کند:  
داخلی و خارجی

Figure 3.6



The separation property of graph search, illustrated on a rectangular-grid problem. The frontier (green) separates the interior (lavender) from the exterior (faint dashed). The frontier is the set of nodes (and corresponding states) that have been reached but not yet expanded; the interior is the set of nodes (and corresponding states) that have been expanded; and the exterior is the set of states that have not been reached. In (a), just the root has been expanded. In (b), the top frontier node is expanded. In (c), the remaining successors of the root are expanded in clockwise order.

# جستجوی بهترین نخست

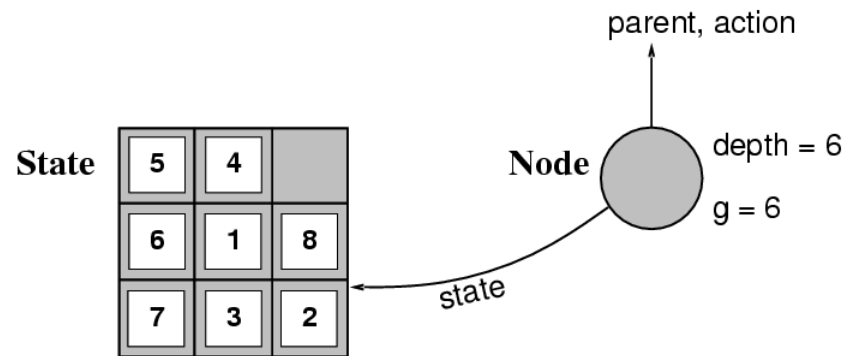
- یک روش عمومی برای انتخاب رأسی که باید بسط داده شود، استفاده از جستجوی بهترین نخست است.
- انتخاب رأس  $n$  که کمترین مقدار یک تابع ارزیابی مثل  $f(n)$  را داراست.

# ساختمانهای داده برای جستجو

- برای هر رأس درخت به ساختمان داده ای نیاز داریم که شامل ۴ جزء باشد:
- حالتی که رأس در فضای حالت به آن متناظر است،
- رأس پدری که این رأس از آن ایجاد شده،
- عملی به رأس پدر اعمال شده تا این رأس بوجود آید، و
- هزینه مسیر از ریشه به این رأس
- می توان یک کلاس برای هر رأس تعریف کرد (مثلاً بنام node) و اجزاء فوق را در آن قرار داد.

# رأس در مقابل حالت

- حالت یک (نمایش) پیکربندی فیزیکی (واقعی) می باشد.
- یک رأس ساختمان داده ای است که بخشی از درخت جستجو است و دارای میدانهای مختلفی است.



- رئوس ایجاد شده را می توان در یک لیست (صف) قرار داد.
- صف FIFO
- صف FILO (پشته)
- صف اولویت دار



# جستجوی بهترین نخست

Figure 3.7

```
function BEST-FIRST-SEARCH(problem, f) returns a solution node or failure
  node  $\leftarrow$  NODE(STATE=problem.INITIAL)
  frontier  $\leftarrow$  a priority queue ordered by f, with node as an element
  reached  $\leftarrow$  a lookup table, with one entry with key problem.INITIAL and value node
  while not IS-EMPTY(frontier) do
    node  $\leftarrow$  POP(frontier)
    if problem.IS-GOAL(node.STATE) then return node
    for each child in EXPAND(problem, node) do
      s  $\leftarrow$  child.STATE
      if s is not in reached or child.PATH-COST < reached[s].PATH-COST then
        reached[s]  $\leftarrow$  child
        add child to frontier
  return failure
```

```
function EXPAND(problem, node) yields nodes  
   $s \leftarrow node.STATE$   
  for each action in problem.ACTIONS(s) do  
     $s' \leftarrow problem.RESULT(s, action)$   
     $cost \leftarrow node.PATH-COST + problem.ACTION-COST(s, action, s')$   
    yield NODE(STATE= $s'$ , PARENT=node, ACTION=action, PATH-COST= $cost$ )
```



مازیار پالهنګ

هوش مصنوعی

- تذکر مهم:
- پاورپوینت وسیله ای برای کمک به تدریس و یک ارائه شفاهی می باشد و به هیچ وجه یک جزوه درسی نیست و
- لازم است حتماً مرجع درس مطالعه شود.