بسمه تعالی

هوش مصنوعی

جستجو در محیطهای پیچیده- ۴

نیمسال اوّل ۱۴۰۲-۱۴۰۱

دکتر مازیار پالهنگ

آزمایشگاه هوش مصنوعی

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

یادآوری

- 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 پرتو محلی، و تصادفی، الگوریتم ژنتیک
- جستجوی محلی در فضای پیوسته
  - گرادیان، نیوتن– رافسن
- جستجو با اعمال قطعی (پاسخ یک دنباله)
- جستجو با اعمال غیرقطعی
  - حل یک طرح شرطی، استفاده از درخت AND–OR با استفاده از فضای حالت
- جستجو برای عامل بدون حسگر
  - جستجو در فضای باور همانند حالت مشاهده پذیر با تعمیم تعریف اجزاء مسئله
- جستجو در محیط نیمه مشاهده پذیر
  - حل یک طرح شرطی، استفاده از درخت AND–OR با استفاده از فضای باور

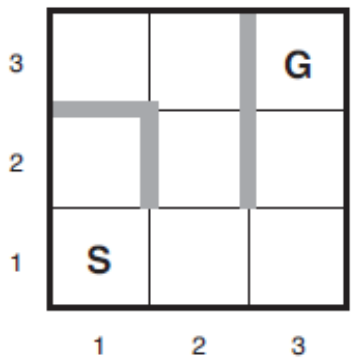
جستجوی برخط و محیهای ناشناخته

- جستجوی برون خط
  - محاسبهٔ حل کامل قبل از اجرای حل
- جستجوی برخط
  - انجام عمل، مشاهده، محاسبهٔ عمل بعد
- مناسب برای
  - محیطهای پویا و نیمه پویا (جلوگیری از محاسبات با دید طولانی)
  - در محیطهای غیرقطعی (تمرکز تلاش محاسباتی با توجه به موقعیت بوجود آمده نه تمرکز روی وضعیتهائی که بندرت ممکن است پیش آیند)
  - محیطهای ناشناخته (هنگامی که حالات و نتایج اعمال ناشناخته هستند)
- محیطهای ناشناخته – مسائل اکتشافی

مسائل جستجوی برخط

- فعلا با فرض محیط مشاهده پذیر و قطعی
- دانش عامل:
- Actions(s): لیستی از اعمالی که عامل در حالت s می تواند انجام دهد باز می گرداند.
- تابع هزینهٔ c(s،a،s’) – تا عامل نداند s’ نتیجهٔ عمل a در s است قابل استفاده نیست.
- Goal_Test(s)

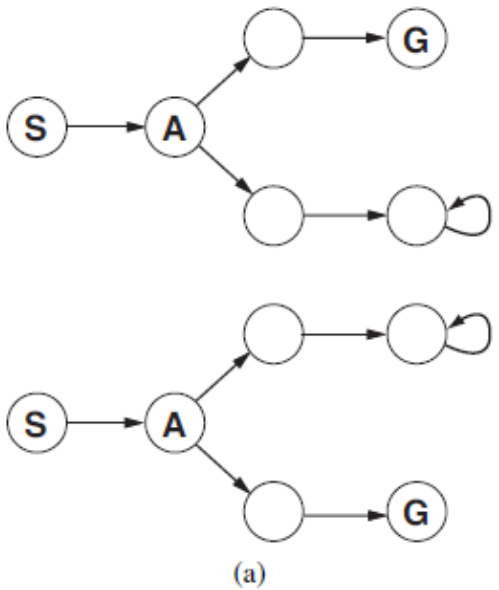
- عامل نمی تواند مقدار Result(s،a) را مشخص کند مگردر s عمل a را انجام دهد.



- عامل ممکن است به یک مکاشفهٔ قابل پذیرش h(s) دسترسی داشته باشد.

- نوعاً عامل علاقمند به طی کردن کوتاهترین مسیر تا هدف است.
- یا ممکن است بخواهد تمامی محیط را اکتشاف کند.
- معمول است که هزینهٔ مسیر انجام شده با هزینهٔ مسیر در حالتی که عامل تمام محیط را می شناخت مقایسه شود.
- یعنی کوتاهترین مسیر (یا کوتاهترین اکتشاف کامل)
- به آن نسبت رقابتی (competitive ratio) گفته می شود.
- علاقمند که کمترین مقدار باشد.

- گاهی این مقدار ممکن است بی نهایت شود.
- هنگامی که اعمال برگشت پذیر نباشند.
- امکان رسیدن به بن بست.

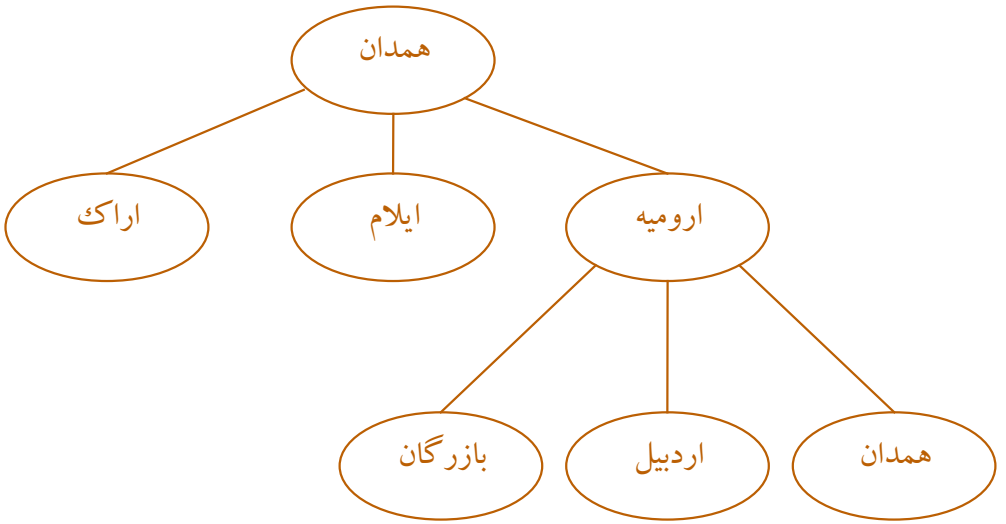


(a)

- فرض می کنیم محیط بطور امن قابل اکتشاف (safely explorable) است.
- یعنی برخی از حالات هدف از هر حالت قابل دسترسی قابل دستیابی می باشند.

عاملهای جستجوی برخط

- پس از عمل، عامل درک می کند در چه حالتی قرار دارد.
- بسط نقشه محیط
- استفاده از نقشه برای عمل بعدی
- متفاوت با روشهای جستجوی برون خط همانند A*
- در A* می توان به قسمتی دیگر از فضای حالت رفت،
- در جستجوی برخط نمی توان چنین کرد.
- جستجوی برخط در دنیای واقعی است ولی برون خط بر روی مدل دنیا


همدان
اراک
ایلام
ارومیه
بازرگان
اردبیل
همدان

- فقط جستجو در حوالی حالتی که در آن قرار دارد.
- همانند عمق نخست (بجز هنگام عقبگرد)

Figure 4.21

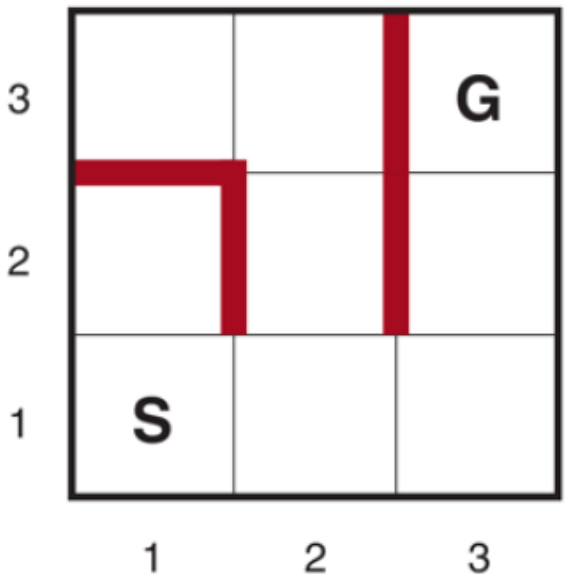
```
function ONLINE-DFS-AGENT(problem, s') returns an action
        s, a, the previous state and action, initially null
  persistent: result, a table mapping (s, a) to s', initially empty
              untried, a table mapping s to a list of untried actions
              unbacktracked, a table mapping s to a list of states never backtracked to

  if problem.IS-GOAL(s') then return stop
  if s' is a new state (not in untried) then untried[s'] ← problem.ACTIONS(s')
  if s is not null then
      result[s, a] ← s'
      add s to the front of unbacktracked[s']
  if untried[s'] is empty then
      if unbacktracked[s'] is empty then return stop
      else a ← an action b such that result[s', b] = POP(unbacktracked[s'])
  else a ← POP(untried[s'])
  s ← s'
  return a
```

چون همهٔ اعمالی که می توان در s' انجام داد تلاش شده اند

An online search agent that uses depth-first exploration. The agent can safely explore only in state spaces in which every action can be "undone" by some other action.

- تلاش کنید رد اجرای الگوریتم را روی محیط زیر بیابید:

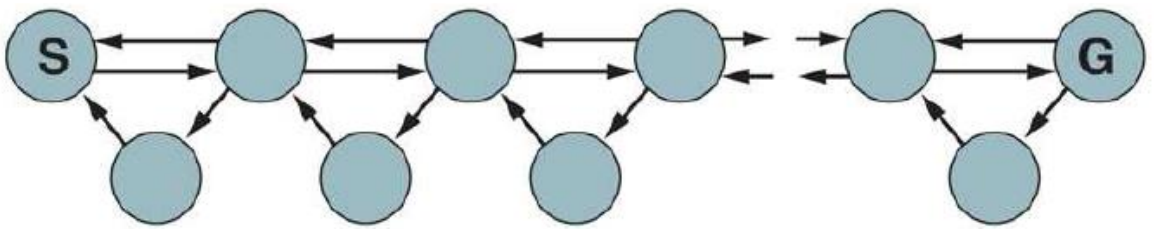


جستجوی محلی برخط

- جستجوی تپه نوردی نیز همانند عمق نخست حالت محلی را دارد.
- مشکل بهینه محلی برای اکتشاف
- نمی توان بازشروع تصادفی داشت.
- گام زدن تصادفی
- انتخاب تصادفی یکی از اعمال
- می توان ثابت کرد که گام زدن تصادفی نهایتاً هدف را یافته (یا اکتشاف را کامل می کند).

- گاهی خیلی طولانی

Figure 4.22



An environment in which a random walk will take exponentially many steps to find the goal.

- می توان از بسط تپه نوردی با حافظه استفاده کرد.
- ذخیره بهترین تخمین فعلی تا هدف $H(s)$
- شروع با $h(s)$
- اصلاح آن حین اکتشاف

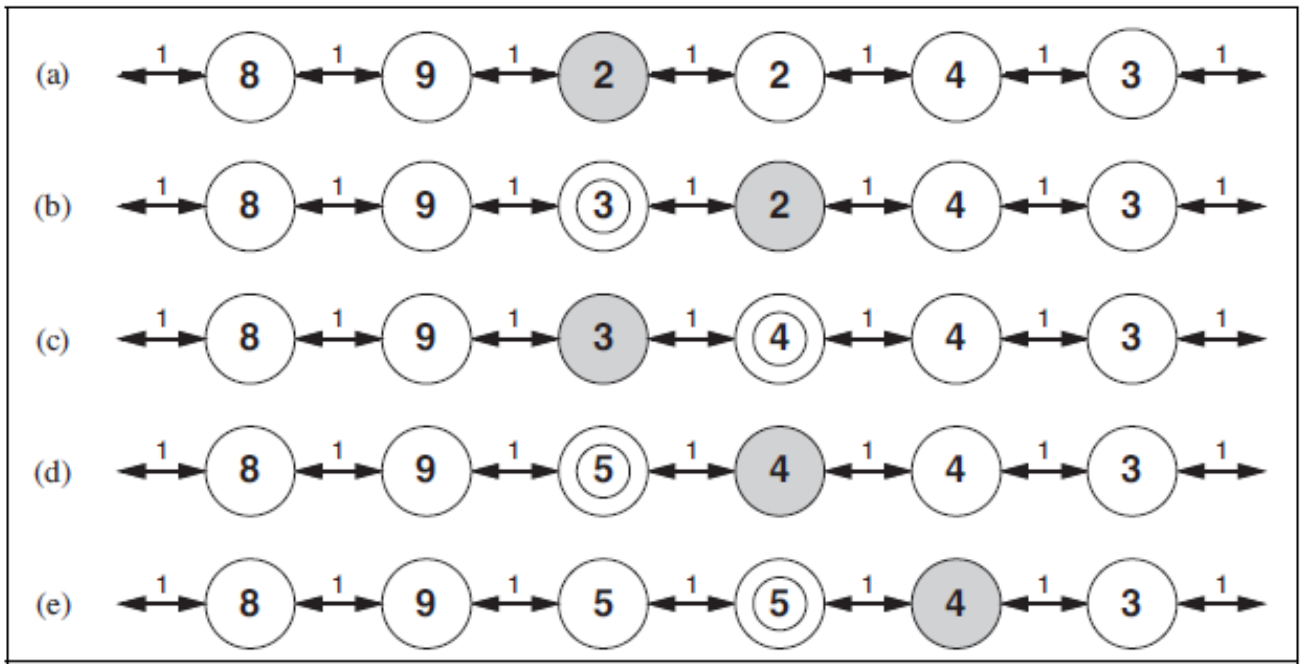


Figure 4.23 Five iterations of LRTA* on a one-dimensional state space. Each state is labeled with $H(s)$, the current cost estimate to reach a goal, and each link is labeled with its step cost. The shaded state marks the location of the agent, and the updated cost estimates at each iteration are circled.

Figure 4.24

```
function LRTA*-AGENT(problem, s', h) returns an action
                 s, a, the previous state and action, initially null
  persistent: result, a table mapping (s, a) to s', initially empty
                 H, a table mapping s to a cost estimate, initially empty

  if IS-GOAL(s') then return stop
  if s' is a new state (not in H) then H[s'] ← h(s')
  if s is not null then
      result[s, a] ← s'
      H[s] ← min_{b ∈ ACTIONS(s)} LRTA*-COST(s, b, result[s, b], H)
  a ← argmin_{b ∈ ACTIONS(s)} LRTA*-COST(problem, s', b, result[s', b], H)
  s ← s'
  return a

function LRTA*-COST(problem, s, a, s', H) returns a cost estimate
  if s' is undefined then return h(s)
  else return problem.ACTION-COST(s, a, s') + H[s']
```

LRTA*-AGENT selects an action according to the values of neighboring states, which are updated as the agent moves about the state space.

- الگوریتم LRTA* ضمانت می کند که در محیطهای محدود و قابل اکتشاف امن هدف را بیابد.
- برای فضاهای حالت نامحدود کامل نیست.

خلاصه

- تفاوت جستجوی برون خط و برخط
- مواقع مفید برای استفاده از جستجوی برخط
- مسائل جستجوی برخط با فرض محیط مشاهده پذیر قطعی
  - عدم توانائی مشخص کردن Result(s،a) از قبل
  - نسبت رقابتی
- عامل جستجوی برخط عمق نخست Online_DFS_Agent
- عامل جستجوی محلی برخط LRTA*_Agent


امام علی (ع):
وَالْفُرْصَةُ تَمُرُّ مَرَّ السَّحابِ، فَانْتَهِزُوا فُرَصَ الْخَيْرِ
فرصت به مانند ابر گذرا می گذرد، پس فرصت های نیک را غنیمت دانید
پایان

20

- 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.