

فصل سوم

عوامل های حل مسئله

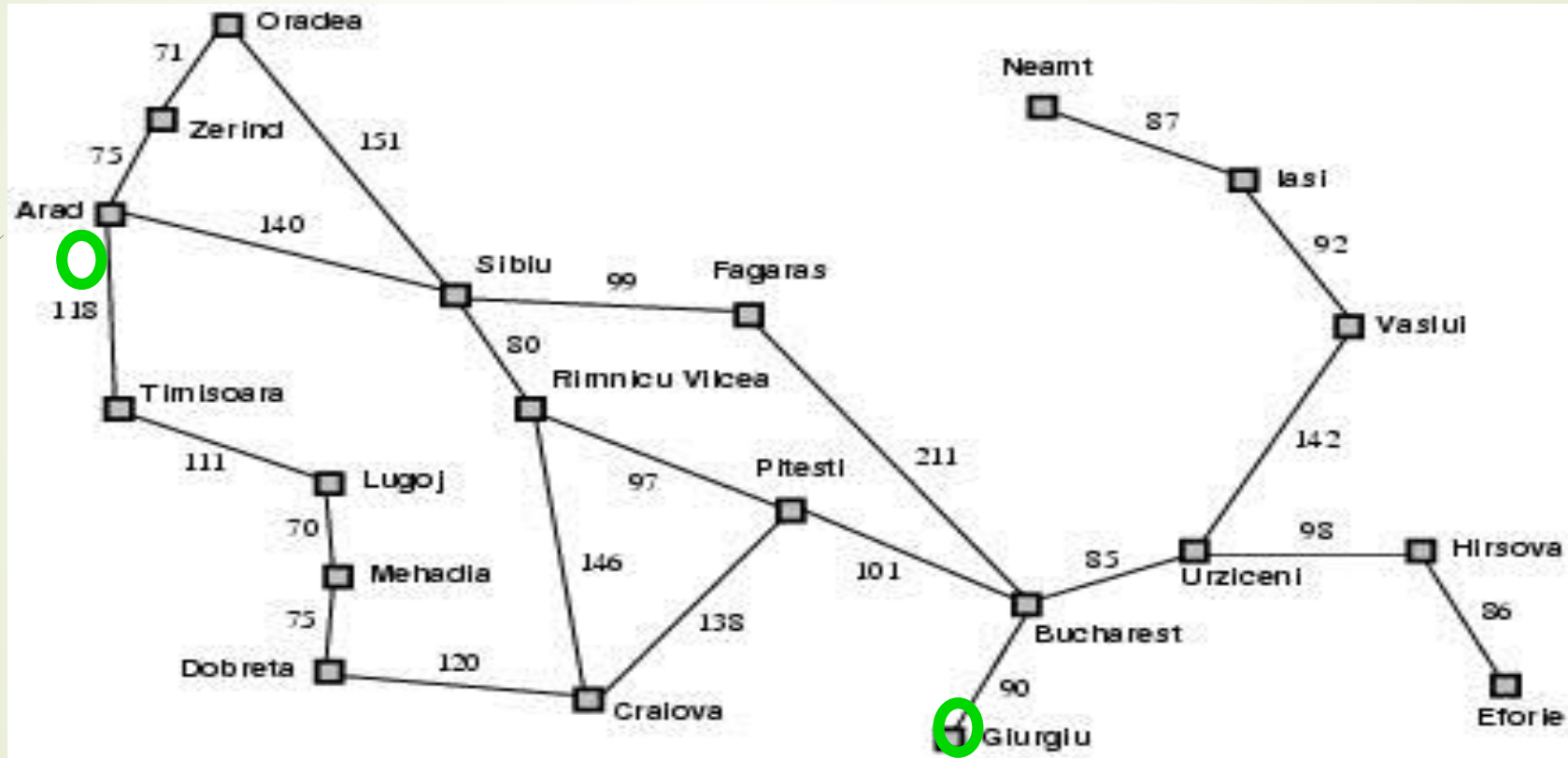
یک نوع عامل هدفگرا، عامل حل مسئله نامیده می شود.
عامل های حل مسئله توسط یافتن ترتیب عملیات تصمیم می گیرند که چه انجام دهند تا آنها
را به حالت های مطلوب سوق دهد.

عواملهای حل مسئله

- چهار گام اساسی برای حل مسائل
- فرموله کردن هدف: وضعیتهای مطلوب نهایی کدامند؟
- فرموله کردن مسئله: چه فعالیتها و وضعیتهایی برای رسیدن به هدف موجود است؟
- جستجو: انتخاب بهترین دنباله از فعالیتهایی که منجر به حالاتی با مقدار شناخته شده میشود.
- اجرا: وقتی دنباله فعالیت مطلوب پیدا شد، فعالیتهای پیشنهادی آن میتواند اجرا شود.

مثال: نقشه رومانی

۴



مثال: نقشه رومانی

- صورت مسأله: رفتن از آراد به بخارست
- فرموله کردن هدف: رسیدن به بخارست
- فرموله کردن مسئله:
- وضعیتها: شهرهای مختلف
- فعالیتها: حرکت بین شهرها
- جستجو: دنباله ای از شهرها مثل: آراد، سیبویو، فاگارس، بخارست
- این جستجو با توجه به کم هزینه ترین مسیر انتخاب میشود

مثال: نقشه رومانی

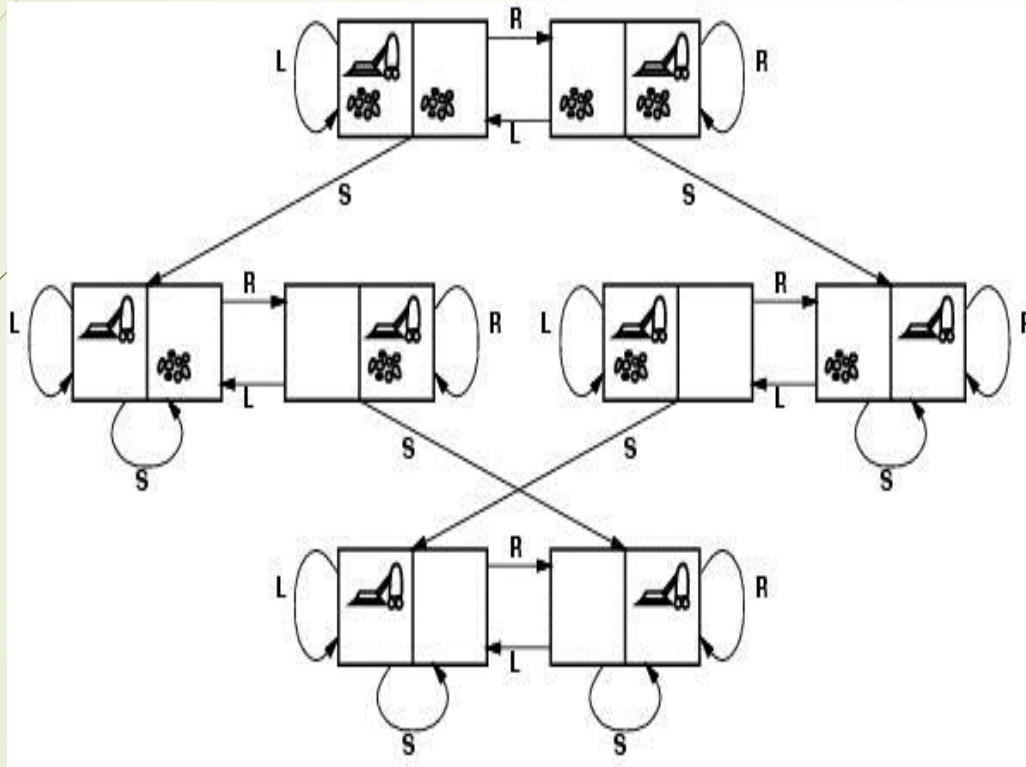
- حالت اولیه: حالتی که عامل از آن شروع میکند.
- در مثال رومانی: شهر آراد $n(\text{Arad})$
- تابع جانشین: توصیفی از فعالیتهای ممکن که برای عامل مهیا است.
- در مثال رومانی: $S(\text{Arad}) = \{ \text{Zerind}, \text{Sibui}, \text{Timisoara} \}$
- فضای حالت: مجموعه ای از حالتها که از حالت اولیه میتوان به آنها رسید.
- در مثال رومانی: کلیه شهرها که با شروع از آراد میتوان به آنها رسید
- تابع جانشین + حالت اولیه = فضای حالت

حل مسئله با جستجو

۷

- **آزمون هدف:** تعیین میکند که آیا حالت خاصی، حالت هدف است یا خیر
 - **هدف صریح:** در مثال رومانی، رسیدن به بخارست
 - **هدف انتزاعی:** در مثال شترنج، رسیدن به حالت کیش و مات
- **مسیر:** دنباله ای از حالتها که دنباله ای از فعالیتها را به هم متصل میکند.
 - در مثال رومانی: Arad, Sibiu, Fagaras یک مسیر است
- **هزینه مسیر:** برای هر مسیر یک هزینه عددی در نظر میگیرد.
 - در مثال رومانی: طول مسیر بین شهرها بر حسب کیلومتر
- **راه حل مسئله مسیری از حالت اولیه به حالت هدف است**
- **راه حل بهینه کمترین هزینه مسیر را دارد**

مثال: دنیای جارو برقی



حالتها: دو مکان که هر یک ممکن است کثیف یا تمیز باشند. لذا $2^2 = 4$ حالت در این جهان وجود دارد

حالت اولیه: هر حالتی میتواند به عنوان حالت اولیه طراحی شود

تابع جانشین: حالت‌های معتبر از سه عملیات: راست، چپ، مکش

آزمون هدف: تمیزی تمام مربعها

هزینه مسیر: تعداد مراحل در مسیر

مثال: معمای ۸

۹

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

حالتها: مکان هر هشت خانه شماره دار و خانه خالی در یکی از ۹ خانه

حالت اولیه: هر حالتی را میتوان به عنوان حالت اولیه در نظر گرفت

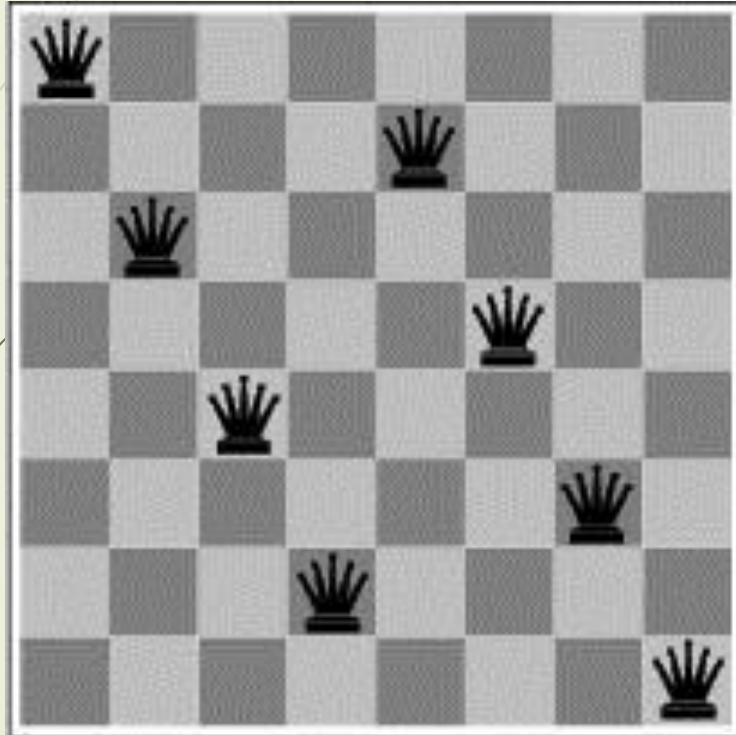
تابع جانشین: حالت‌های معتبر از چهار عمل، انتقال خانه خالی به چپ، راست، بالا یا پایین

آزمون هدف: بررسی میکند که حالتی که اعداد به ترتیب چیده شده اند (طبق شکل روبرو) رخ داده یا نه

هزینه مسیر: برابر با تعداد مراحل در مسیر

مثال: مسئله ۸ وزیر

۱۰



حالتها: هر ترتیبی از ۰ تا ۸ وزیر در صفحه، یک حالت است

حالت اولیه: هیچ وزیری در صفحه نیست

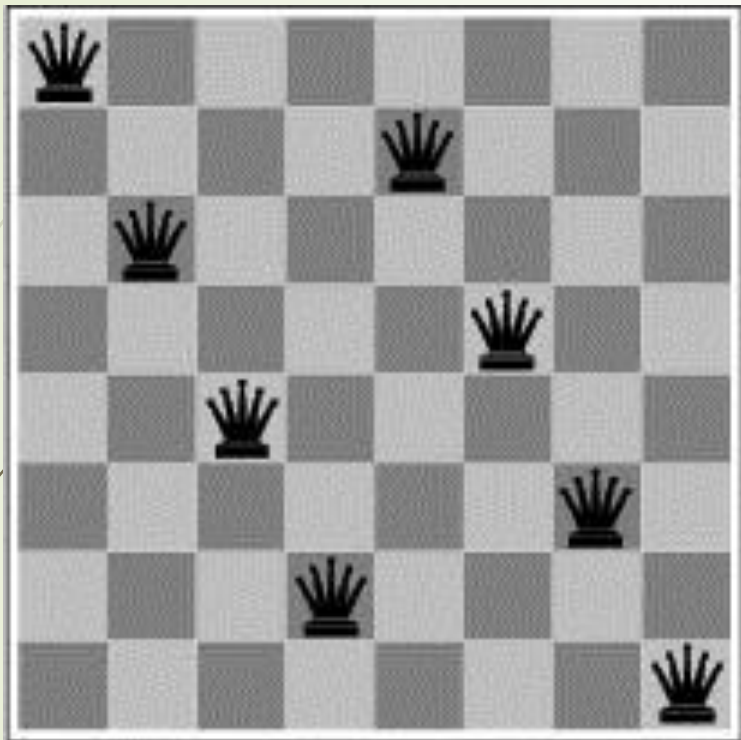
تابع جانشین: وزیری را به خانه خالی اضافه میکند

آزمون هدف: ۸ وزیر در صفحه وجود دارند و هیچ کدام به

یکدیگر گارد نمیگیرند

مثال: مسئله ۸ وزیر

۱۱



فرمول بندی حالت کامل

حالتها: چیدمان n وزیر ($0 \leq n \leq 8$)، بطوریکه در هر ستون از n ستون سمت چپ، یک وزیر قرار گیرد و هیچ دو وزیری بهم گارد نگیرند

حالت اولیه: با ۸ وزیر در صفحه شروع میشود

تابع جانشین: وزیری را در سمت چپ ترین ستون خالی قرار میدهد، بطوری که هیچ وزیری آن را گارد ندهد

آزمون هدف: ۸ وزیر در صفحه وجود دارند و هیچ کدام به یکدیگر گارد نمیگیرند

این فرمول بندی فضای حالت را از $10^8 * 3$ به ۲۰۵۷ کاهش میدهد

اندازه گیری کارایی حل مسئله

- کامل بودن: آیا الگوریتم تضمین میکند که در صورت وجود راه حل، آن را بیابد؟
- بهینگی: آیا این راهبرد، راه حل بهینه ای را ارائه میکند.
- پیچیدگی زمانی: چقدر طول میکشد تا راه حل را پیدا کند؟
 - تعداد گره های تولید شده در اثنای جستجو
- پیچیدگی فضا: برای جستجو چقدر حافظه نیاز دارد؟
 - حداکثر تعداد گره های ذخیره شده در حافظه

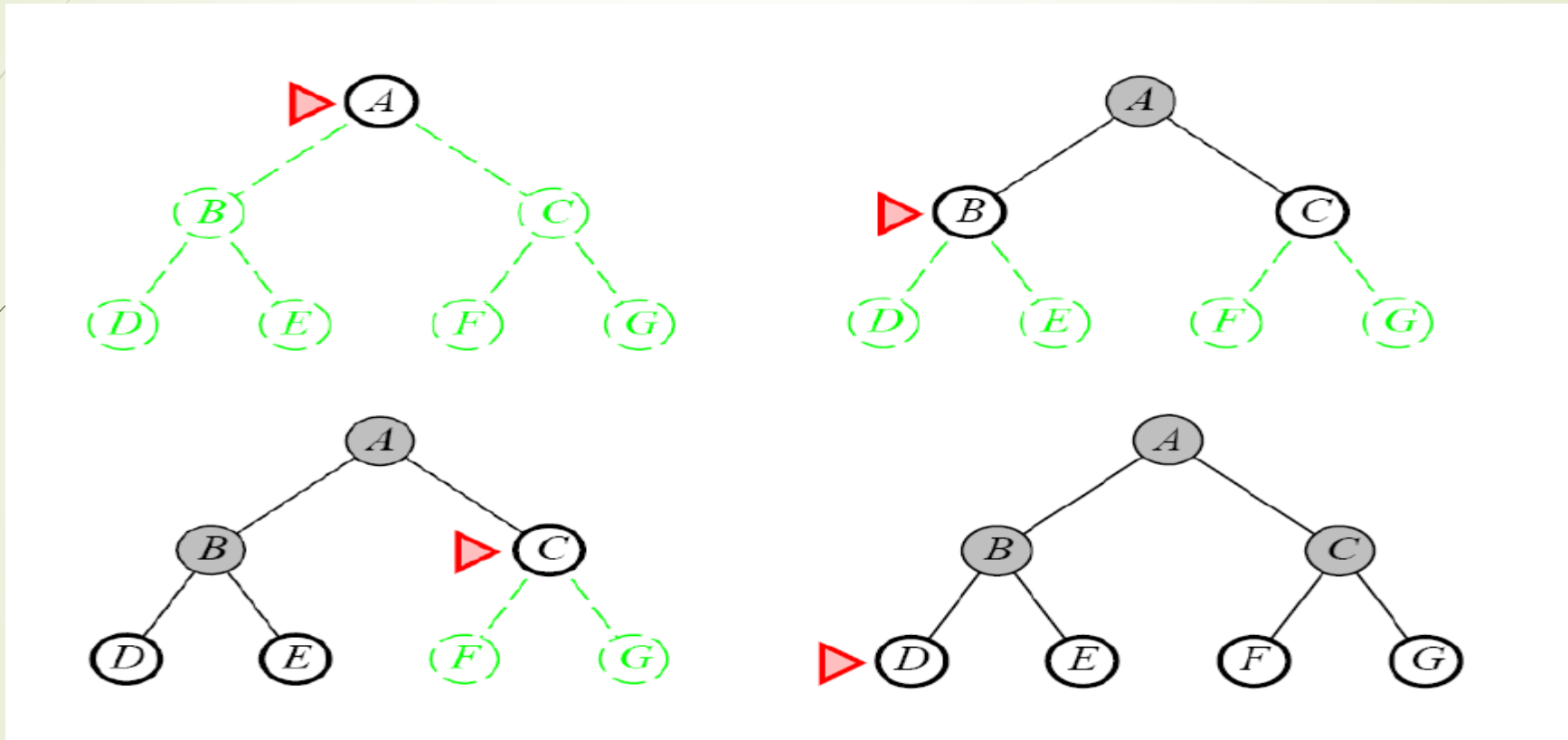
جستجوی ناآگاهانه

- ناآگاهی این است که الگوریتم هیچ اطلاعاتی غیر از تعریف مسئله در اختیار ندارد
- این الگوریتمها فقط میتواند جانشینهایی را تولید و هدف را از غیر هدف تشخیص دهند
- راهبردهایی که تشخیص میدهد یک حالت غیر هدف نسبت به گره غیر هدف دیگر، امید بخش تر است، جست و جوی آگاهانه یا جست و جوی اکتشافی نامیده میشود.

- جست و جوی هزینه یکنواخت
- جست و جوی عمقی محدود
- جست و جوی دو طرفه

- جست و جوی عرضی
- جست و جوی عمقی
- جست و جوی عمیق کننده تکراری

جستجوی عرضی



جستجوی عرضی

کامل بودن: بله

بهینگی: بله (مشروط)

در صورتی بهینه است که هزینه مسیر، تابعی غیر نزولی از عمق
گره باشد. (مثل وقتی که فعالیتها هزینه یکسانی دارند)

$$O(b^{d+1})$$

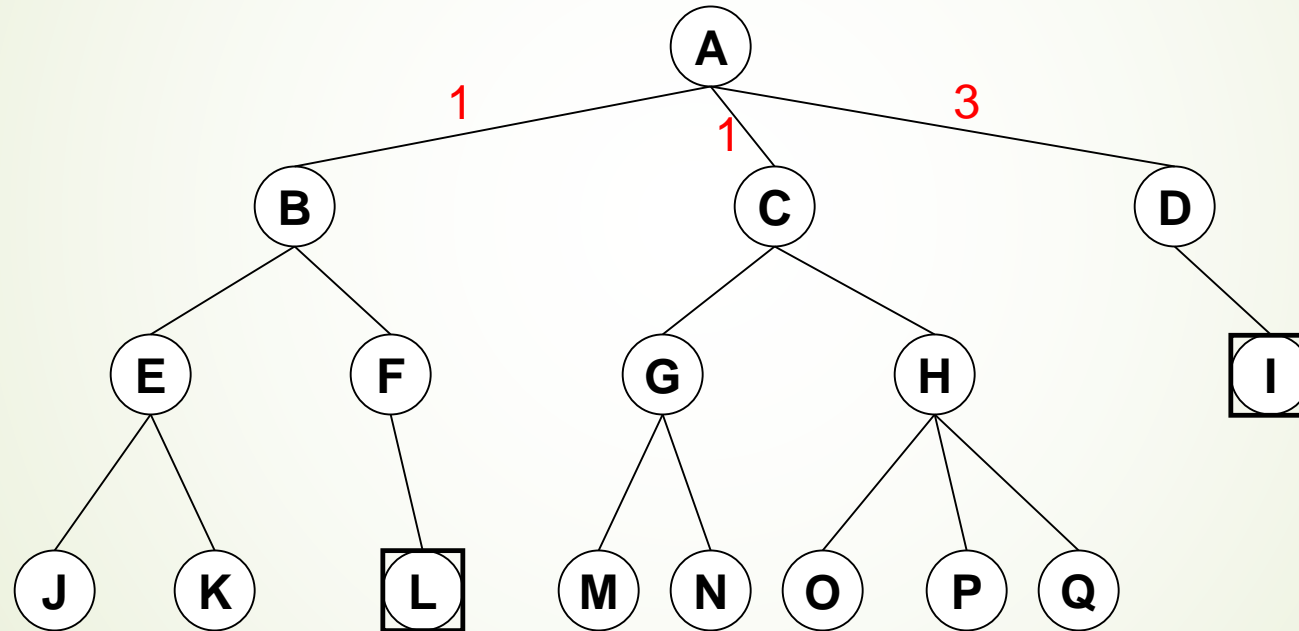
پیچیدگی زمانی:

$$O(b^{d+1})$$

پیچیدگی فضا:

جستجوی هزینه یکنواخت

این جستجو n گره را با کمترین هزینه مسیر بسط میدهد



جستجوی هزینه یکنواخت

کامل بودن: بله

هزینه هر مرحله بزرگتر یا مساوی یک مقدار ثابت و مثبت ϵ باشد. (هزینه مسیر با حرکت در مسیر افزایش می یابد)

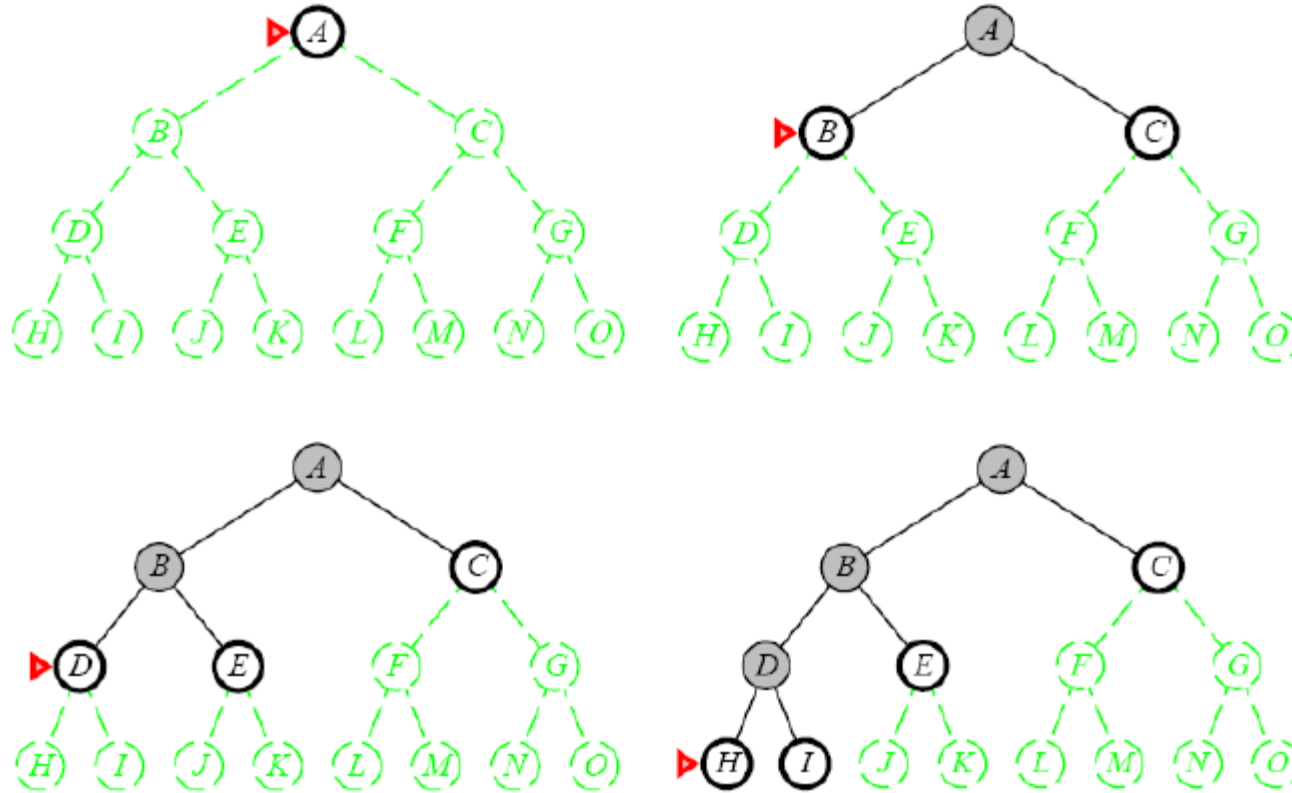
بهینگی: بله

هزینه هر مرحله بزرگتر یا مساوی ϵ باشد

پیچیدگی زمانی: $O(b^{\lceil C^*/\epsilon \rceil})$

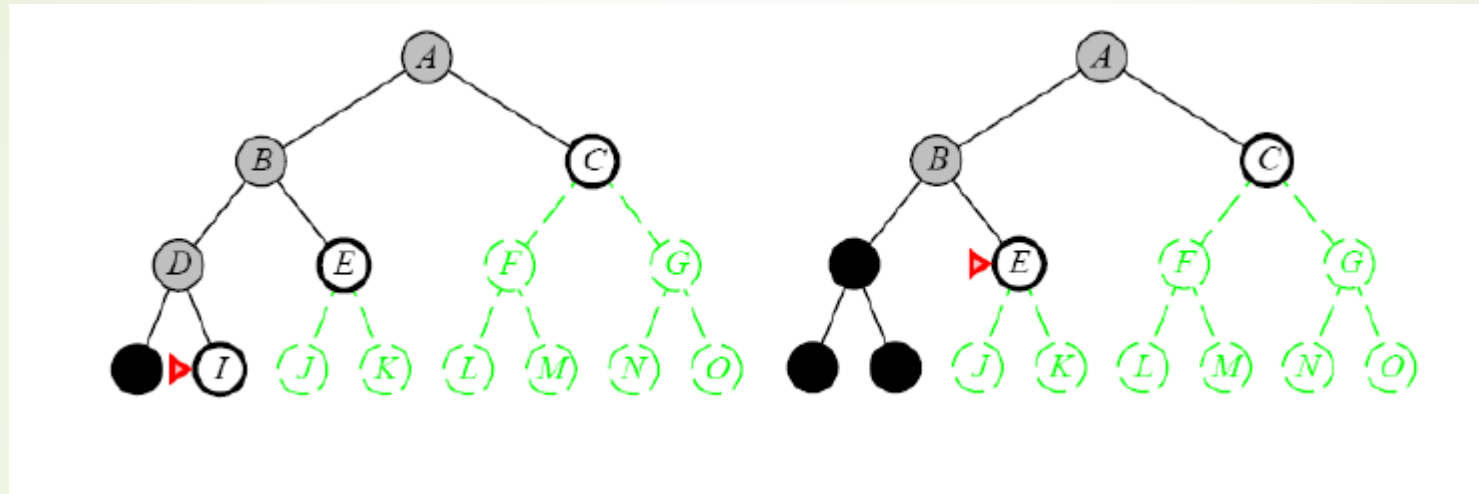
پیچیدگی فضا: $O(b^{\lceil C^*/\epsilon \rceil})$

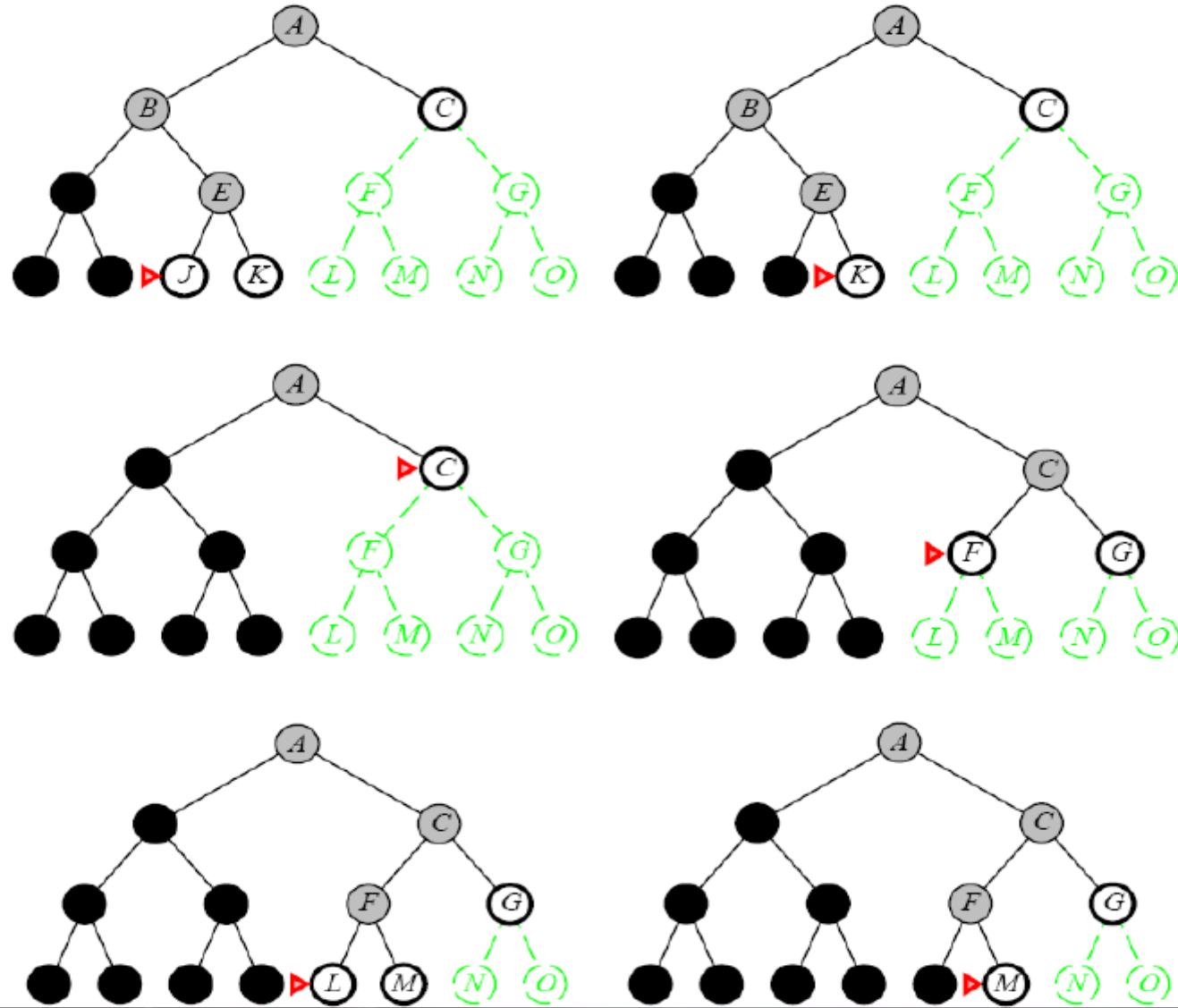
جستجوی عمقی



جستجوی عمقی

19





جستجوی عمقی

۲۱

کامل بودن: خیر

اگر زیر درخت چپ عمق نامحدود داشت و فاقد هر گونه راه حل باشد، جستجو هرگز خاتمه نمی یابد.

بهینگی: خیر

پیچیدگی زمانی:

$$O(b^m)$$

$$O(bm)$$

پیچیدگی فضا:

جستجوی عمقی محدود

۲۲

مسئله درختهای نامحدود میتواند به وسیله جست و جوی عمقی با عمق محدود L بهبود یابد

جستجوی عمقی محدود

۲۳

کامل بودن: خیر

اگر $L < d$ و سطحی ترین هدف در خارج از عمق محدود قرار داشته باشد، این راهبرد کامل نخواهد بود.

بهینگی: خیر

اگر $L > d$ انتخاب شود، این راهبرد بهینه نخواهد بود.

$$O(b^L)$$

پیچیدگی زمانی:

$$O(bL)$$

پیچیدگی فضا:

جستجوی عمیق کننده تکراری

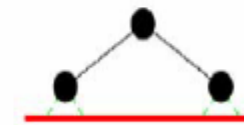
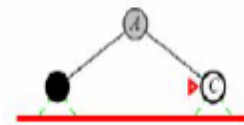
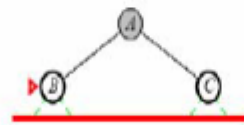
جستجوی عمیق شونده ی تکراری با $l=0$

Limit = 0



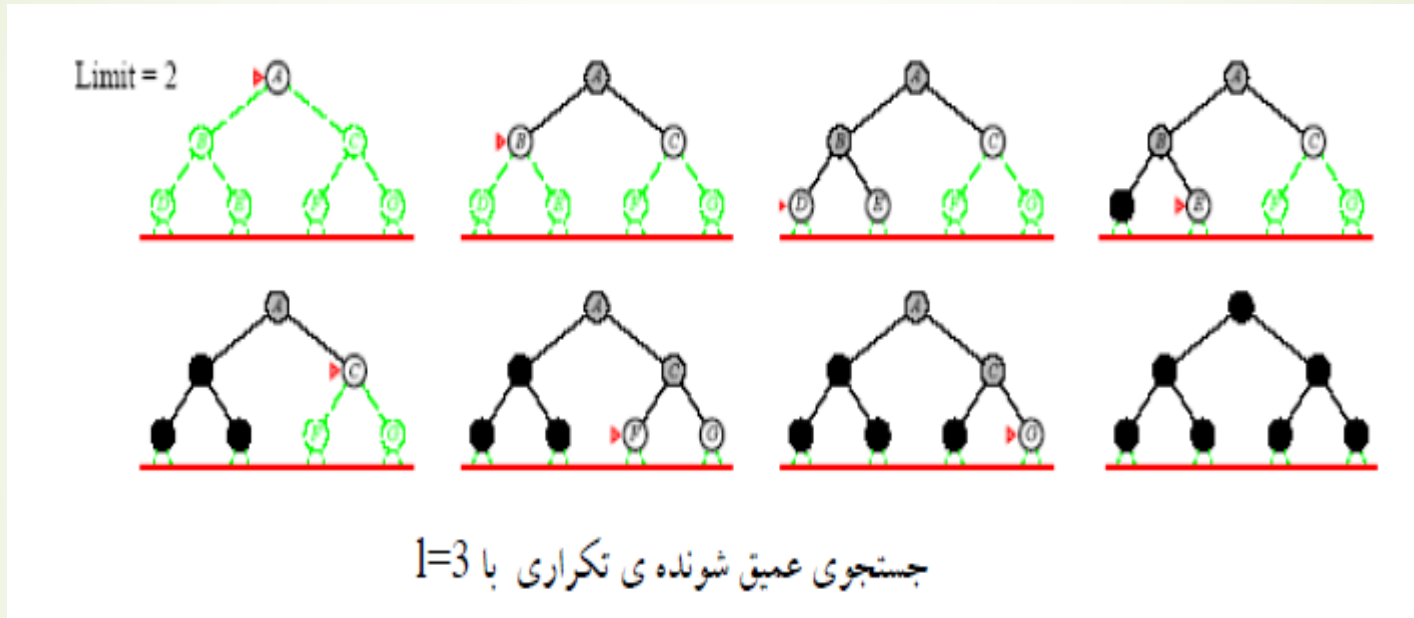
جستجوی عمیق شونده ی تکراری با $l=1$

Limit = 1



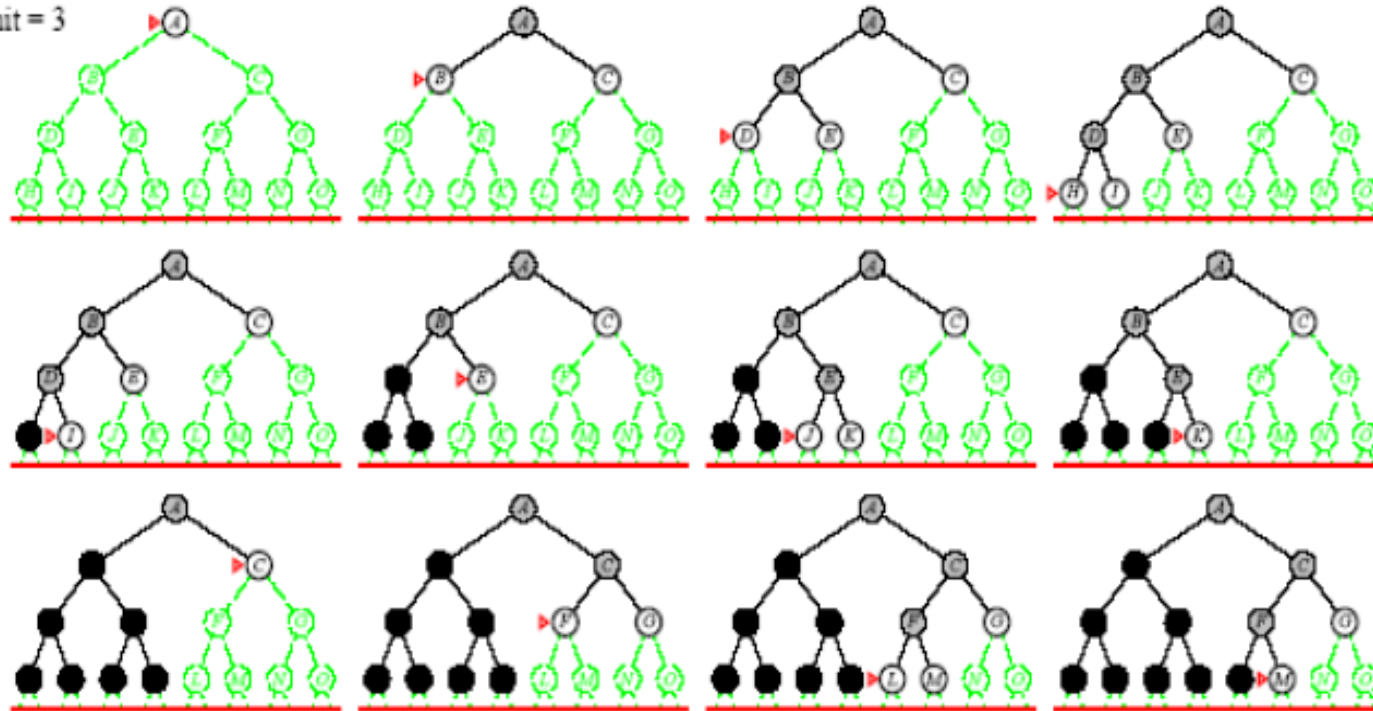
جستجوی عمیق شونده ی تکراری با $l=2$

جستجوی عمیق کننده تکراری



جستجوی عمیق کننده تکراری

Limit = 3



جستجوی عمیق کننده تکراری

کامل بودن: بله

در صورتی که فاکتور انشعاب محدود باشد

بهینگی: بله

وقتی که هزینه مسیر، تابعی غیر نزولی از عمق گره باشد

$$O(b^d)$$

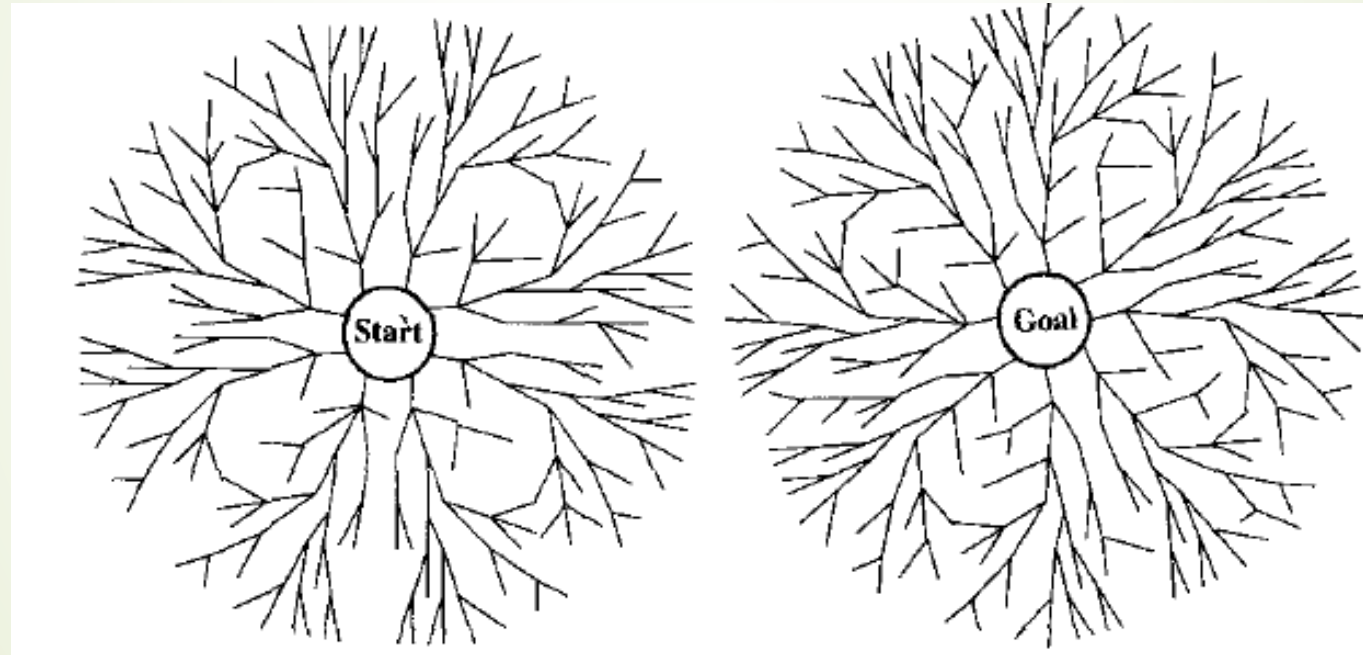
پیچیدگی زمانی:

$$O(bd)$$

پیچیدگی فضا:

جستجوی دو طرفه

انجام دو جست و جوی همزمان، یکی از حالت اولیه به هدف و دیگری از هدف به حالت اولیه تا زمانی که دو جست و جوی هم برسند



جستجوی دو طرفه

کامل بودن: بله

اگر هر دو جستجو، عرضی باشند و هزینه تمام مراحل یکسان باشد

بهینگی: بله

اگر هر دو جستجو، عرضی باشند و هزینه تمام مراحل یکسان باشد

پیچیدگی زمانی:

$$O(b^{d/2})$$

پیچیدگی فضا:

$$O(b^{d/2})$$

چهار نوع اساسی از مسائل وجود دارند:

- ❖ مسائل تک حالته (Single-state) محیط قطعی و کاملاً مشاهده پذیر
- ❖ مسائل چند حالته (Multiple-state) محیط قطعی و نیمه مشاهده پذیر
- ❖ مسائل احتمالی (Contingency) محیط غیر قطعی و نیمه مشاهده پذیر
- ❖ مسائل اکتشافی (Exploration) فضای حالت ناشناخته