



### شرح تمرین:

هدف این تمرین پیدا کردن راه‌حل مناسب برای مسئله به کمک الگوریتم‌های مختلف جست‌وجوی آگاهانه و ناآگاهانه و پیاده‌سازی آنها است.

در یک صفحه دو بعدی که در ورودی ابعاد آن مشخص می‌شود، در ابتدا یک مار با طول برابر ۱ و مختصات اولیه مشخص و تعدادی دانه وجود دارد. وظیفه مار این است که در بهینه‌ترین حالت ممکن همه‌ی دانه‌ها را بخورد. در هر حرکت، مار می‌تواند به یکی از جهات ممکن یعنی بالا، پایین، چپ و یا راست حرکت کند و در صورتی که دانه‌ای را بخورد طول مار یکی افزایش پیدا می‌کند.

دانه‌ها می‌توانند امتیاز ۱+ و یا ۲+ داشته باشند که این امتیاز مشخص می‌کند چند بار دانه باید توسط مار خورده شود تا از صفحه بازی حذف شود. توجه کنید که هر بار خوردن دانه طول مار را یکی زیاد می‌کند و برای دانه‌های ۲ امتیازی و پس از یکبار خوردن آن، بدن مار باید به طور کامل از دانه باقی مانده خارج شود تا دوباره بتواند آن دانه را بخورد. (مار فقط با سر خود دانه را می‌خورد)

اگر مار به دیواری برسد می‌تواند از آن عبور کند و از جهت دیگر دوباره وارد صفحه شود. همچنین در صفحه هیچ مانعی وجود ندارد و مار اجازه برخورد با بدن خودش را ندارد.

نکته: در هر حرکت مار، اگر دانه‌ای خورده نشود. آخرین خانه‌ی مار حذف و یک خانه در جهت حرکت، به مار اضافه می‌شود. در صورتی که مار دانه‌ای را بخورد، دیگر خانه‌ای حذف نمیشود و تنها یک خانه در جهت حرکت، به مار افزوده می‌شود.

در ادامه چند مثال برای درک بهتر بیان می‌کنیم که در این مثال‌ها حرکت راست با (۱،۰) و حرکت پایین با (۰،۱) مشخص شده‌اند.

**مثال ۱:** اگر مار به ترتیب از ته به سر، خانه‌های (۲،۰)، (۲،۱)، (۳،۱) و (۳،۰) را در برگرفته باشد و به چپ حرکت کند، مختصات جدید مار خواهد شد: (۲،۱)، (۳،۱)، (۳،۰) و (۲،۰)

**مثال ۲:** اگر مار به ترتیب از ته به سر، خانه‌های (۴،۰)، (۴،۱) و (۴،۲) را در برگرفته باشد و دانه‌ای را در مختصات (۴،۲) بخورد و به راست حرکت کند، مختصات جدید مار خواهد بود: (۴،۰)، (۴،۱) و (۴،۲) و (۴،۳) و اگر دانه‌ای در خانه (۴،۲) وجود نداشته باشد مختصات مار (۴،۱)، (۴،۲) و (۴،۳) خواهد شد.

**مثال ۳:** مار فقط در صورتی که طولش برابر با ۱ باشد می‌تواند به هر ۴ جهت حرکت کند. در غیر این صورت برای حرکت بعدی حداکثر سه جهت باقی می‌ماند. برای مثال اگر مار به ترتیب از ته به سر، خانه‌های (۱،۱) و (۲،۱) را در برگرفته باشد، حرکت بعدی می‌تواند بالا، پایین و راست باشد زیرا در سمت چپ سر مار، خانه (۱،۱) قرار دارد که جزئی از خود مار است.

### فرمت ورودی:

اطلاعات اولیه مسئله با فرمت زیر در اختیاران قرار خواهد گرفت:

۱. ساینز صفحه بازی (طول و عرض صفحه)

۲. مختصات اولیه مار در صفحه

۳. تعداد دانه‌های موجود در صفحه

۴. مختصات هر دانه به همراه امتیاز آن

به عنوان مثال:

7,6  
0,0  
5  
3,4,1  
2,2,1  
6,1,2  
5,2,1  
4,5,2

که در این مثال صفحه دوبعدی با ابعاد (۷،۶)، مختصات اولیه مار (۰،۰) و ۵ دانه وجود دارد که دانه‌های با مختصات (۶،۱) و (۴،۵) امتیاز ۲+ و بقیه ۱+ هستند.

شما باید فایل‌های ورودی مسئله که مشابه مثال بالا هستند را خوانده و مسئله را با دو روش جست‌وجوی ناآگاهانه BFS و IDS و روش جست‌وجوی آگاهانه A\* حل و پیاده‌سازی کنید. برای روش A\* شما باید ۲ heuristic استفاده کنید که هر دوی آنها admissible باشند و حداقل یکی از آنها باید consistent هم باشد و جواب بهینه را تولید کند. توجه کنید که ممکن است برخی تست‌ها چندین جواب بهینه داشته باشند که در این صورت پیدا کردن یک جواب کفایت می‌کند. (همه‌ی جواب‌های بهینه برای یک مسئله دارای طول مسیر برابر هستند) .

**بخش امتیازی:** برای جست‌وجوی آگاهانه بهینه خود، روش weighted A\* را نیز به ازای حداقل دو مقدار مختلف  $\alpha$  یکی مقادیر نزدیک به عدد ۲ و دیگری اعداد بزرگ‌تر (کمتر مساوی ۵) بررسی و در گزارش خود توضیح دهید.

### فرمت خروجی:

خروجی می‌بایست به فرمت زیر باشد:

- در یک خط خروجی مسیر جواب با حروف (D,U,L,R) به ترتیب برای جهت‌های راست و چپ و بالا و پایین)
- در خط بعدی تعداد استیت‌های دیده شده چاپ شود.

### گزارش کار:

شما باید در گزارش خود موارد زیر را ذکر کنید. بخشی از نمره شما متعلق به گزارش کار است که تصحیح آن جدا از تحویل تمرین است. از کامل بودن آن اطمینان حاصل کنید.

- شرح نحوه‌ی مدل کردن مسئله (initial state، goal state، action و...) به صورت دقیق.
- توضیح الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده و تفاوت‌ها و مزیت‌های الگوریتم‌ها نسبت به یکدیگر.
- توضیح heuristic های پیاده‌سازی شده در بخش جست‌وجوی آگاهانه و مقایسه‌ی آنها.
- **امتیازی:** توضیح و علت‌یابی جواب‌هایی که در روش weighted A\* به دست آمده‌اند.
- به ازای هر کدام از تست کیس‌های داده شده، جدول زیر را کامل کنید:

تعداد استیت‌های دیده شده	مسیر جواب با حروف (D,U,L,R)	
	BFS	
	IDS	
	A* (به ازای هر heuristic)	
	امتیازی: Weighted A* (به ازای هر $\alpha$ )	

## ملاحظات:

تمامی نتایج باید در یک فایل فشرده با نام `CA1[student-id][student-name]` تحویل داده شود. این فایل باید شامل موارد زیر باشد:

- یک پوشه به نام Code شامل کدهای تمام قسمت‌هایی از تمرین که پیاده سازی نموده اید.
- گزارش تمرین با فرمت PDF و شامل شرح تمامی کارهای انجام شده، نتایج به دست آمده و تحلیل‌ها و بررسی‌های خواسته شده در صورت تمرین.
- در صورتی که از Jupyter Notebook استفاده میکنید حتما خروجی html فایل Notebook خود را نیز به همراه فایل Notebook در پوشه Code قرار دهید.
- در صورت مشاهده هرگونه تقلب نمره صفر برای تکلیف در نظر گرفته می‌شود.
- توجه داشته باشید که در زمان تصحیح تست‌کیس‌هایی متفاوت از آنچه در اختیار شما قرار گرفته نیز تست خواهد شد، پس از جامعیت راه‌حل‌های خود اطمینان حاصل کنید.
- در نامگذاری فایل حتما به صورت گفته شده عمل کنید.