



هوش مصنوعی

پاییز ۱۴۰۰

استاد: محمدحسین رهبان

گردآورندگان: امیرمهدی نامجو، امین مقراضی و سجاد فقفور مغربی

بررسی و بازبینی: علی ربیعی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

Search, Local Search

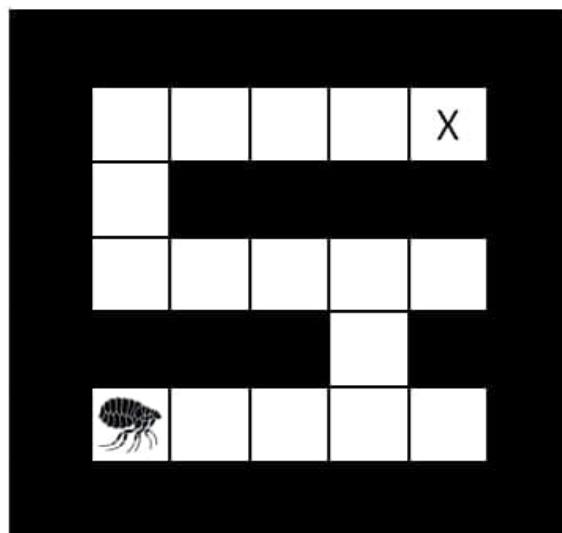
مینی پروژه اول

مهلت ارسال: ۶ آبان

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین تا سقف سه روز و در مجموع ۱۵ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز ۱۵ درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.
- هم‌کاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ‌های ارسال شده هر کس حتماً باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- در صورت هم‌فکری و یا استفاده از هر منابع خارج درسی، نام هم‌فکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

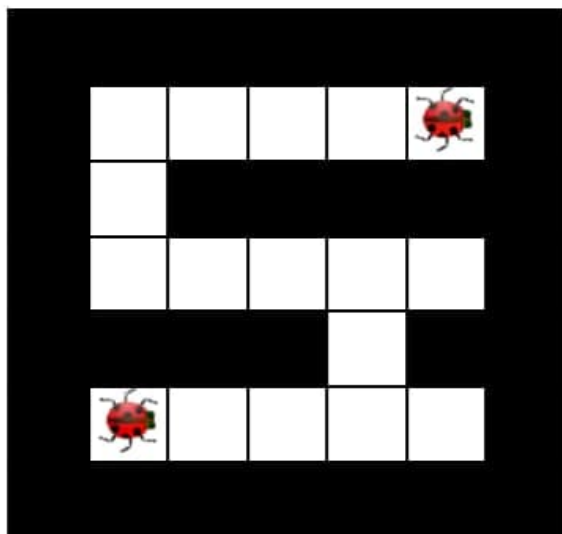
سوالات نظری (۲۰ نمره)

۱. (۶ نمره) فرض کنید در یک محیط مستطیلی به شکل مارپیچ (درست مانند چیزی که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید) با سایز $M \times N$ قادر به کنترل یک یا چند حشره باشید؛ حشره می‌تواند در جهات شمال، جنوب، شرق و غرب (اما نه مورب) به مربع مجاور خود، در صورتی که آن مربع خالی باشد، حرکت کند همچنین حشره می‌تواند در محل فعلی خود نیز بماند. ممکن است مربع‌ها توسط دیوارها مسدود باشند (همانطور که در تصویر زیر نیز با مربع‌های سیاه مشخص شده‌اند)، اما دقت کنید که تمام نقشه مشخص است.



- (آ) همانطور که در تصویر بالا نشان داده شده‌است، در این قسمت شما یک حشره را کنترل می‌کنید که باید به مکان مشخص شده با حرف X برسد. علاوه بر حرکات مجاز بالا که توضیح داده‌شد، حشره‌ی شما می‌تواند به بالای دیوارهای مجاور خود نیز پرش بزند و در زمانی که بالای دیوار قرار دارد نیز می‌تواند بر روی دیوارها درست با همان شرایطی که بر روی زمین مجاز بود، حرکت کند. همچنین این حشره می‌تواند از بالای دیوار به روی زمین نیز برگردد.

- i. برای مسئله‌ی جستجوی فوق، یک فضای حالت حداقلی تعریف کنید.
- ii. اندازه‌ی فضای حالت این مسئله‌ی جستجو را تعیین کنید.



- (ب) در این قسمت شما یک جفت حشره را کنترل می‌کنید و در حالیکه نقشه را به تمامی می‌شناسید اما هیچ اطلاعاتی درباره‌ی خانه‌ای که حشرات از آن حرکت خود را آغاز می‌کنند، ندارید. می‌خواهید به حشرات کمک کنید که در یک خانه‌ی خالی به یکدیگر برسند.
- شما باید یک مسئله‌ی جستجو ایجاد کنید که راه‌حل آن دنباله‌ای همه‌جانبه از اقدامات باشد که پس از انجام تمام آن اقدامات، بدون توجه به مکان اولیه‌ی دو حشره، در یک خانه هم را ملاقات کنند؛ هر مربع خالی برای رسیدن دو حشره به هم مناسب است.
- هر دو حشره حرکات خود را کاملاً بدون فکر و بدون اینکه بدانند موفقیت‌آمیز است یا نه، انجام می‌دهند؛ اگر حرکتی کنند که باعث برخورد آنها به دیوار شود، در آن مرحله سر جای خود می‌مانند. برخلاف قسمت قبل، حشرات نمی‌توانند پرش بزنند همچنین در هر مرحله، هر دو حشره می‌توانند حرکت کنند.
- i. برای مسئله‌ی جستجوی فوق، یک فضای حالت حداقلی تعریف کنید.
 - ii. اندازه‌ی فضای حالت این مسئله‌ی جستجو را تعیین کنید.

۲. (۶ نمره) فرض کنید قصد مسافرت بین ۱۰ شهر را به گونه‌ای داریم که حتماً در انتها پس از دقیقاً یکبار بازدید همه شهرها به شهر ابتدایی بازگردیم. همچنین فرض کنید که برای حل این مسئله می‌خواهیم از الگوریتم ژنتیک استفاده کنیم. زن‌ها را شهرها در نظر می‌گیریم که توالی آن‌ها یک نگاشت به پاسخ‌های محتمل هستند. همینطور فرض کنید تمام این ۱۰ شهر به یکدیگر مسیر دارند.

- (آ) تعداد زن‌های موجود در یک کروموزم چقدر است؟ (دقت کنید که حتماً باید تعداد زن‌ها به شکلی باشد که پاسخی سازگار با مسئله تولید کند.)
- (ب) برای این مسئله crossover را به شکلی تعریف کنید که پاسخی سازگار در هر مرحله از اجرای الگوریتم ژنتیک تولید شود. به طور مثال با صرفاً برش زدن کروموزم والدین و چسباندن دوه‌دو آن‌ها نمی‌توان لزوماً به یک پاسخ سازگار رسید. بنابراین باید تغییراتی در crossover کلاسیک ایجاد کنید.
- (ج) همانند بخش قبل برای mutation هم یک سازوکار ارائه دهید به شکلی که هم کارکرد رندم mutation حفظ شود و هم در هر مرحله پاسخی سازگار تولید شود.

۳. (۸ نمره) فرض کنید یک الگوریتم ژنتیک از کروموزم‌هایی به شکل ABCDEF استفاده می‌کند که به جای هر حرف لاتین یک عدد تک‌رقمی بین صفر تا ۹ قرار می‌گیرد. فرض کنید تابع fitness به شکل پایین خواهد

بود.

$$f(seq) = A + B + 2 \times C - D - E + F$$

جمعیت ابتدایی به شکل زیر خواهند بود.

$$x_1 = 765384$$

$$x_2 = 903642$$

$$x_3 = 928313$$

$$x_4 = 232384$$

(آ) تابع fitness را برای هر ۴ دنباله کروموزم محاسبه کنید.

(ب) crossover های زیر را اعمال کنید.

i. One-Point Crossover:

بر نقطه‌ی میانی دو فیت‌ترین کروموزم‌ها crossover را اعمال کنید.

ii. Two-Point Crossover:

پس از دومین و پس از چهارمین رقم crossover را بر روی دو غیر فیت‌ترین کروموزم‌ها اعمال کنید. (یکی در میان از محل کراس‌اور کروموزم‌های والدین را با هم جابجا کنید)

(ج) مقدار تابع fitness را برای نتایج Crossover در بخش قبل محاسبه کنید.

(د) کروموزم بهینه را به دست آورید.

(ه) آیا ممکن است با استفاده از دو crossover ارائه شده در بخش (ب) و بدون استفاده از mutation به کروموزم بهینه دست یافت؟ کامل توضیح دهید.

سوالات عملی (۹۰ نمره)

برای سوالات عملی به فایل jupyter notebook داخل آرشیو مراجعه کنید.