



هوش مصنوعی

بهار ۱۴۰۲

مدرس: محمد مهدی سمیعی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

گردآورندگان: پردیس زهرایی، سلاله محمدی، علی مهربانی

مهلت ارسال: ۵ اسفند

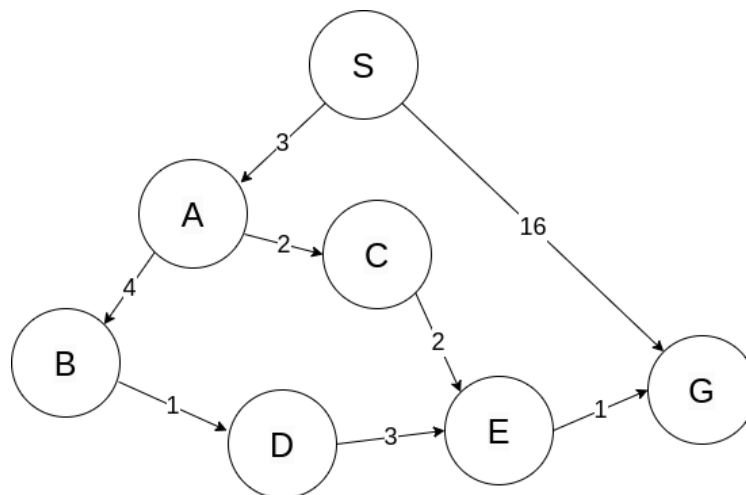
جست و جو

تمرین اول

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ وجود ندارد و پاسخ هایی که بعد از زمان تعیین شده ارسال شوند، پذیرفته نخواهند شد.
- همکاری و همفکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما 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.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

سوالات نظری (۱۲۰ نمره)

۱. (۱۶ نمره) به سوالات زیر در رابطه با مسئله جست و جو در گراف زیر پاسخ دهید. هر گره را بر اساس حروف الفبا بشکنید (اولویت راس ها به ترتیب حروف الفبا است). هدف جست و جو رسیدن به رأس G از رأس S است.



- روش جست و جوی سطح اول (BFS) چه مسیری را برای این مسئله خروجی می دهد؟ پاسخ خود را مرحله به مرحله شرح دهید (fringe و path را مشخص کنید).
- روش جست و جوی عمق اول (DFS) چه مسیری را برای این مسئله خروجی می دهد؟ پاسخ خود را مرحله به مرحله شرح دهید (fringe و path را مشخص کنید).
- روش جست و جوی هزینه یکنواخت چه مسیری را برای این مسئله خروجی می دهد؟ پاسخ خود را مرحله به مرحله شرح دهید (fringe و path را مشخص کنید).
- روش جست و جوی A* با یک تابع اکتشافی یکنوا چه مسیری را برای این مسئله خروجی می دهد؟ پاسخ خود را مرحله به مرحله شرح دهید (fringe و path را مشخص کنید).

state	h_1	h_2
S	۷	۸
A	۴	۴
B	۴	۶
C	۲	۱
D	۳	۲
E	۱	۱
G	۰	۰

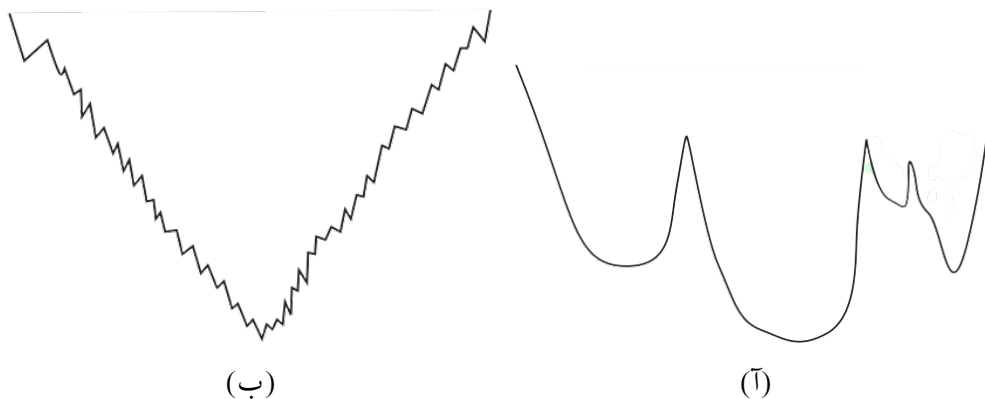
ه) دو تابع اکتشافی زیر را در نظر بگیرید و بگویید هر کدام از آنها قابل قبول و یکنوا هستند یا خیر.

۲. (۲۰ نمره) به سوالات زیر در رابطه با الگوریتم‌های محلی پاسخ دهید.

الف) برای هر کدام از نمودارهای (آ) و (ب) کدام یک از روش‌های حرکت تصادفی زیر کارسازتر است؟

۱) شروع مجدد تصادفی

۲) حرکت تصادفی



ب) اگر در الگوریتم Beam Search مقدار k برابر با ۱ باشد، این الگوریتم چگونه رفتار خواهد کرد؟
ج) چه نوع جست‌وجویی به بهترین شکل روش جست‌وجوی Simulated Annealing را زمانی که T در هر دور بسیار زیاد (نزدیک به ∞) است، توصیف می‌کند؟

۳. (۲۰ نمره) عبارات صحیح و غلط مربوط به جست و جو در گراف زیر را مشخص کنید و به صورت مختصر دلیل خود را برای عبارات غلط بیان کنید (تابع‌های اکتشافی استفاده شده در سوال یکنوا است).

الف) الگوریتم A^* ، هیچ گاه تعداد راس‌های بیشتری را نسبت به الگوریتم DFS پیمایش نمی‌کند.

ب) الگوریتم A^* ، همواره تعداد راس‌های کمتری را نسبت به uniform-cost پیمایش می‌کند.

ج) اگر $h_1(s)$ برای الگوریتم درختی A^* قابل قبول (admissible) باشد و داشته باشیم $h_2(s) = 2h_1(s)$ ، آنگاه جواب پیدا شده توسط $h_2(s)$ بهینه است.

د) در ادامه قسمت قبل جواب پیدا شده توسط سرچ A^* درختی، $h_2(s)$ هزینه‌ای حداکثر ۲ برابر هزینه جواب بهینه می‌دهد.

ه) همواره میانگین دو تابع اکتشافی قابل قبول (admissible)، تابع اکتشافی قابل قبولی می‌شود.

۴. (۲۸ نمره) از الگوریتم ژنتیک برای حل مسایل مربوط به ترکیبات می‌توان استفاده کرد. با کمک این الگوریتم مقادیر a, b, c, d را حساب می‌کنیم. جاهای خالی مربوط به الگوریتم را تکمیل کنید.

$$a + 2b + 4c + 5d = 40$$

و تمامی متغیرها می توانند از ۰ تا ۴۰ مقدار گیرند و اعداد صحیح هستند ($0 \leq a, b, c, d \leq 40$).
مرحله صفر: تابع هدف را پیدا کنید.

مرحله اول: مقداردهی اولیه کروموزوم ها با ۵ کروموزوم:

$$Chromosome[i] = [a, b, c, d] = [r_1, r_2, r_3, r_4]$$

$$Chromosome[1] = [10, 4, 6, 7]$$

$$Chromosome[2] = [15, 20, 1, 0]$$

$$Chromosome[3] = [3, 4, 6, 6]$$

$$Chromosome[4] = [6, 1, 2, 5]$$

$$Chromosome[5] = [2, 3, 9, 2]$$

مرحله دوم:

تابع هدف مربوط به هر کروموزوم را به دست آورید.

مرحله سوم:

selection: برای این مرحله fitness هر کدام از کروموزوم ها را به دست می آوریم (برای جلوگیری از تقسیم بر ۰ به مخرج ۱ اضافه کنید). طبق رابطه زیر و سپس از fitness ها احتمال هر کدام را به دست آورید

$$Fitness[i] = \frac{1}{(1+Fitness[i])}$$

$F[i]$ تابع هدف مربوط به هر کروموزوم است.

برای احتمال تا ۲ رقم اعشار و برای fitness تا ۳ رقم اعشار گرد کنید.

مرحله چهارم:

با کمک roulette-wheel می خواهیم سلکشن را انجام دهیم برای اینکار ابتدا باید $C[i]$ یا مقادیر احتمال تجمعی را حساب کنید. در انتها به شکلی گرد کنید که $C[5]$ برابر ۱ شود.

مرحله ۵:

حال با کمک roulette-wheel مقادیر تصادفی زیر را به دست آورده ایم که بین ۰ - ۱ هستند.

$$R[1] = 0.201$$

$$R[2] = 0.384$$

$$R[3] = 0.029$$

$$R[4] = 0.922$$

$$R[5] = 0.15$$

اگر $C[i] < R[j] < C[i+1]$ آنگاه $C[i+1]$ را به عنوان کروموزوم جدید انتخاب می کنیم. پس کروموزوم های جدید را به دست بیاورید.

مرحله ۶:

```

begin
  k ← 0;
  while(k < population) do
    R[k] = random(0-1);
    if(R[k] < pc) then
      select Chromosome[k] as parent;
    end;
    k = k + 1;
  end;
end;

```

برای مرحله بعدی، crossover با روش one-cut-point (به صورت رندوم یک بخش از کروموزوم والد را انتخاب کرده و با زیر کروموزوم عوض می کنیم) عمل می کنیم.

همان pc crossover-rate است و کروموزوم k در صورتی به عنوان parent انتخاب می شود که $R[K] < pc$ شود.

$$R[1] = 0.191$$

$$R[2] = 0.259$$

$$R[3] = 0.760$$

$$R[4] = 0.006$$

$$R[5] = 0.159$$

فرض کنید $pc = 0.25$. برای کروموزوم های والد عمل crossover را با crossover-point برابر با ۲ انجام دهید.

مرحله آخر:

برای فرایند جهش، Mutation-rate برابر ۱۰ درصد است، پس از میان تمام ژن ها (ژن های درون کروموزوم * تعداد کروموزوم) ۱۰ درصد را جهش یافته می کنیم. $0.1 * 20 = 2$ و حال به صورت رندوم دو ژن را انتخاب کرده مثلاً ۱۹ و ۱۲. سپس ژن آنها را با عدد رندوم در بازه ۰ تا ۴۰ به ترتیب ۲۴ و ۱ جایگزین کرده، کروموزوم های نهایی را حساب کنید.

آیا نیازی به ادامه دادن هست؟ چرا؟

۵. (۱۶ نمره) تابع $f(x, y) = x^2 + 2y^2 - xy$ را در نظر بگیرید.

الف) مینیم آن را به کمک روش gradient-descent با $\eta = 0.1$ ، نقطه اولیه (۱، ۳) و تا ۳ مرحله به دست آورید.

ب) مینیم آن را به کمک روش gradient-descent با $\eta = 0.7$ ، نقطه اولیه (۱، ۳) و تا ۳ مرحله به دست آورید.

ج) جواب های به دست آمده در دو بخش قبلی را بررسی و تحلیل کنید.

۶. (۲۰ نمره) جواهرات کاستافیوره دزدیده شده است و تن تن از شما کمک می خواهد که هرچه سریعتر بتواند تمامی جواهرات را پیدا کند. طبق یافته های تن تن، کاستافیوره ۵۰ انگشتر طلا (R) داشته که حداکثر توسط ۸ نفر از همسایگانش دزدیده شده اند (تعداد همسایگان کاستافیوره (M) نیز ۸ نفر است). زمان رفتن از خانه فعلی m_i به خانه بعدی m_j را با $t(m_i, m_j)$ نشان می دهیم و فرض کنید مسیر مستقیم بین دو خانه کوتاه ترین مسیر بین آن دو خانه است و شما ابتدا در خانه کاستافیوره m_1 هستید و هیچ انگشتری ندارید و می خواهید در سریعترین زمان ممکن تمامی انگشتر ها را پیدا کنید.

برای برنامه ریزی از فضای حالت به شکل (m, s) استفاده کرده که m خانه فعلی و s مجموعه انگشترهای پیدا نشده است، استفاده می کنیم. مثلاً $r \in s$ به معنی این است که انگشتر r هنوز پیدا نشده است.

الف) بزرگی فضای حالت را به دست آورید.

ب) تن تن تابع های اکتشافی های زیر را ارائه داده است. آنها را از لحاظ قابل قبول بودن (admissibility) و یکنوایی بررسی کنید.

ب-۱) کوتاه ترین زمان برای رفتن از خانه کنونی به خانه بعدی با $\min_{m' \neq m} t(m, m')$

ب-۲) کوتاه ترین زمان برای رسیدن به خانه کاستافیورا از خانه همسایه ای که حداقل یک انگشتر دزدیده است $\min_{r \in s} (\min_{m': r \in m'} t(m', m_1))$

ج) برای کاپیتان هادوک تابع های اکتشافی غیر بدیهی که قابل قبول و یکنوا باشند، ارائه دهید.

ج-الف) زمان رسیدن به خانه کاستافیوره از خانه فعلی.

ج-ب) کوتاه ترین زمان برای رسیدن به خانه همسایه ای که حداقل یک انگشتر دزدیده است.

سوالات عملی (۳۷ + ۸۳ نمره)

سوالات عملی در فایل جویپتر نوتبک موجود هستند.