

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پاسخنامه تمرین سری پنجم مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی

«فصل چهارم»

نیم سال اول ۹۹-۰۰

۱- می‌خواهیم مساله مرتب سازی N عدد صحیح متمایز را با الگوریتم های جستجوی محلی حل کنیم (N یک عدد

ثابت در نظر گرفته شده است). هر وضعیت به صورت یک دنباله از N عدد صحیح نمایش داده می‌شود و تنها عمل مجاز در هر وضعیت، جابه‌جایی دو عنصر همسایه در این دنباله عددی می‌باشد. برای مثال دو عمل مجاز در وضعیت $(۱۳, ۱۲, ۱۹, ۲, ۵)$ می‌تواند به صورت $(۱۲, ۱۳, ۱۹, ۲, ۵)$ و $(۱۳, ۱۹, ۱۲, ۲, ۵)$ باشند.

الف) در هر وضعیت، چه تعداد وضعیت منحصر به فرد از طریق انجام اعمال مجاز می‌توان به دست آورد؟
 $N-1$ زیرا در هر عمل دو عنصر همسایه با یک دیگر جابجا می‌شوند و تعداد زوج ارقام مجاور برابر با $N-1$ است.

ب) یک تابع هدف برای این مساله تعریف کنید. فرض کنید که هدف کمینه کردن تابع هدف می‌باشد. تابع شما باید بر اساس مقایسه عناصر در یک وضعیت باشد.

تمام زوج مرتب‌هایی از ارقام دنباله را در نظر بگیرید که در آن‌ها، رقمی سمت چپ است که در دنباله نیز در سمت چپ دیگری آمده باشد. برای مثال در دنباله $(3,2,1,4)$ ، ۶ زوج مرتب داریم که در زیر آمده است.
 $(3,2), (3,1), (3,4), (2,1), (2,4), (1,4)$

تعداد زوج مرتب‌هایی از ارقام (به شکل بالا) که در آن‌ها، رقم سمت چپ بیشتر از رقم سمت راست باشد را مقدار تابع هدف در نظر می‌گیریم و هدف کمینه کردن این تابع است. برای مثال در دنباله $(3,2,1,4)$ ، ۶ زوج مرتب داریم. (همانطور که در بالا گفته شد) که در ۳ تا از آن‌ها، رقم سمت چپ (رقمی که در دنباله در سمت چپ دیگری آمده) بزرگتر است. $(3,2), (3,1), (2,1)$ و تابع هدف برای این دنباله برابر ۳ خواهد بود.

ج) آیا تابع هدف شما، مینیمم محلی دارد؟ توضیح دهید.

خیر. در هر عمل دو رقم مجاور جابجا میشوند برای مثال a, b در سمت چپ b قرار دارد. اگر $a > b$ با جابجایی a, b از تابع هدف یکی کاسته می‌شود. زیرا زوج مرتب (a, b) تبدیل به (b, a) میشود و چون دیگر رقم سمت چپی (b) بزرگتر از رقم سمت راستی نیست پس یکی از تابع هدف کم میشود. در وضعیت بقیه زوج مرتب‌ها تغییری حاصل نمیشود پس در کل یکی از تابع هدف کم میشود.

در هر وضعیت، یا دو رقم مجاور هم پیدا میشود که رقم چپی بزرگتر باشد که در این صورت این دو رقم را جابجا میکنیم و تابع هدف یکی کم میشود، یا هیچ دو رقم مجاوری پیدا نمیشود که رقم چپی بزرگتر از راستی باشد که در اینصورت دنباله مرتب شده است و تابع هدف برابر صفر است پس در کمینه سراسری هستیم.

پس این تابع هدف کمینه محلی ندارد.

د) فرض کنید که $N=5$ و وضعیت اولیه به صورت (۵, ۹, ۳, ۷, ۲) باشد. وضعیت دو مرحله جستجو از این وضعیت را به همراه مقادیر تابع هدف طراحی شده، در هنگام استفاده از هریک از الگوریتمهای جستجوی زیر بنویسید.

- الگوریتم تپه نوردی
- الگوریتم سرد کردن تدریجی (مقدار T را نیز انتخاب کنید)

۱. الگوریتم تپه نوردی:

مرحله اول) دنباله برابر با (2,7,3,9,5) است و مقدار تابع هدف برای این دنباله برابر ۳ است.

پسین های این حالت را محاسبه میکنیم. بین آن ها کمترین مقدار تابع هدف برابر با ۲ و برای دو دنباله (2,3,7,9,5) و (2,7,3,5,9) است. یکی را به صورت تصادفی انتخاب میکنیم برای مثال دنباله اول و با انجام یک عمل (جابجایی 7,3) به آن وضعیت میرویم. $(2,3,7,9,5) <$

مرحله دوم) دنباله برابر با (2,3,7,9,5) است و مقدار تابع هدف برابر با ۲ است.

پسین های این حالت را محاسبه میکنیم. بین آن ها کمترین مقدار تابع هدف برابر با ۱ و برای دنباله (2,3,7,5,9) است. با انجام یک عمل و جابجایی 9,5 به این وضعیت میرویم. $(2,3,7,5,9) <$

۲. الگوریتم سرد کردن تدریجی:

مرحله اول)

$T=N=5$ را به دلخواه انتخاب میکنیم به عنوان مثال

ابتدا یک پسین را به صورت تصادفی انتخاب میکنیم مثلاً (5,9,3,2,7). برای این حالت تابع هدف برابر با ۴ است و از حالت ابتدایی بدتر است پس به احتمال $e^{\Delta E/T} = e^{-1/5} = 0.81$ این حالت را انتخاب میکنیم. یک عدد تصادفی بین ۰ تا ۱ انتخاب میکنیم مثلاً ۰,۶۳ و اگر کمتر از ۰,۸۱ بود، که هست، این عمل را انجام می‌دهیم و به وضعیت (5,9,3,2,7) می‌رویم.

مرحله دوم)

T را به مقدار دلخواه کم میکنیم مثلاً $T=0.95*N$

ابتدا یک پسین را به صورت تصادفی انتخاب میکنیم مثلاً (9,5,3,2,7). مقدار تابع هدف برای این وضعیت برابر ۳ است که از حالت فعلی کمتر است پس با انجام عمل مربوطه به این وضعیت می‌رویم.

۲- با توجه به الگوریتم شبیه سازی ذوب فلزات به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) هرگاه در میانه الگوریتم بخواهیم هر چه سریعتر به همگرایی برسیم، چه تغییری در شیوه تغییر دما را پیشنهاد میکنید؟ چرا؟

سرعت کاهش دما را زیاد میکنیم تا حرکات بد کمتر شود و سریع تر به همگرایی برسیم.

ب) در صورتی که بدانیم در دورنمای فضای حالت اکستریم محلی نداریم، کدام یک از الگوریتم های شبیه سازی ذوب فلزات یا تپه نوردی را پیشنهاد میکنید؟ چرا؟

در این حالت الگوریتم تپه نوردی بهتر عمل میکند زیرا هیچ حرکت بدی انجام نمی‌دهد و با بیشترین شیب به سمت اکستریم سراسری می‌رود

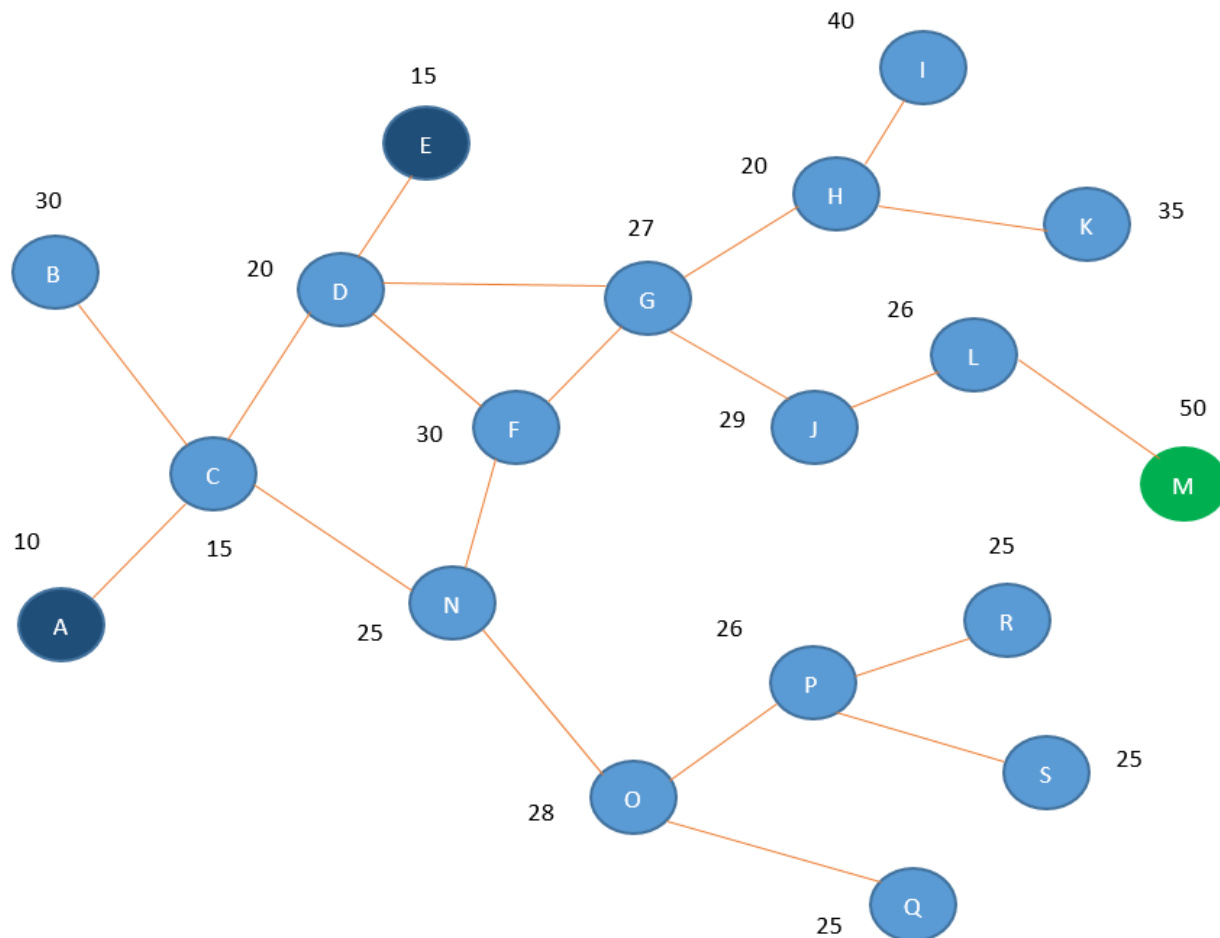
ج) در صورتی که الگوریتم شبیه سازی ذوب فلزات مدام در اکستریم های محلی گیر کند، برای بهبود عملکرد الگوریتم چه راه حلی پیشنهاد میدهید؟ چرا؟

دما را افزایش میدهیم و سرعت کاهش دما را کم میکنیم تا احتمال انجام حرکات بد بیشتر شود تا با انجام این حرکات از کمینه های محلی فرار کنیم.

۳- به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) الگوریتم پرتو محلی با $k=2$ را روی شکل زیر با شروع از خانه های A,E برای رسیدن به خانه ای با بیشترین شایستگی انجام دهید. شایستگی هر خانه در کنار آن نوشته شده است. نشان دهید در هر مرحله در کدام دو گره قرار داریم. آیا در نهایت الگوریتم به خانه هدف (M) می‌رسد؟

ب) الگوریتم پرتو محلی را بار دیگر با فرض اینکه شایستگی خانه O برابر با ۴۰ است انجام دهید. آیا الگوریتم به خانه هدف (M) می‌رسد؟



الف) با انجام الگوریتم در مرحله ۶ ام به خانه هدف می‌رسیم.

مرحله	خانه اول	خانه دوم
0	A	E
1	C	D
2	B	F

3	N	G
4	F	J
5	G	L
6	F	M

ب) با انجام الگوریتم به این نتیجه میرسیم که الگوریتم در اکستریم محلی گیر میکند و مدام از خانه های F,O به G,P و سپس دوباره به F,O میرود و به خانه هدف (M) نمیرسیم.

مرحله	خانه اول	خانه دوم
0	A	E
1	C	D
2	B	F
3	N	G
4	F	O
5	G	P
6	F	O

۴- فرض کنید می‌خواهیم جعبه‌ای از کل ابزارها را تهیه کنیم. هر یک از ابزارها را به صورت جداگانه نمی‌توان تهیه کرد و برای تکمیل جعبه ابزار خود مجبور به خرید بسته‌هایی هستیم که هر کدام از آن‌ها شامل برخی از ابزارها هستند. ابزارهای موجود در هر بسته برای ما مشخص است (برای مثال می‌دانیم که در بسته اول پیچ گوشتی، آچار و انبردست وجود دارد). قیمت تمامی بسته‌ها یکسان است. حال اگر تعداد کل ابزارها m و تعداد بسته‌ها n باشد می‌خواهیم با استفاده از الگوریتم ژنتیک مشخص کنیم چه بسته‌هایی باید خریداری شود تا با کم‌ترین هزینه تمام ابزارها در اختیار ما قرار گیرد.

الف) نحوه نمایش کروموزوم‌ها را مشخص کنید.

به صورت یک رشته بیت n تایی از صفر و یک‌ها به طوری که بیت i ام نشان دهنده خرید (۱) یا عدم خرید (۰)

بسته i ام است.

ب) یک تابع شایستگی مناسب برای این منظور پیشنهاد دهید.

$$F(C_1 C_2 \dots C_n) = \begin{cases} 0 & \text{اگر همه ابزار ها تهیه نشده باشند} \\ \frac{1}{\sum_{i=1}^n C_i} & \text{اگر همه ابزار ها تهیه شده باشند} \end{cases}$$

دو حالت در نظر میگیریم.

حالت اول) اگر با توجه به رشته صفر و یک ها (که نشان میدهد کدام بسته ها خریداری شده) همه ابزار ها تهیه نشده باشند، مقدار تابع شایستگی برابر صفر خواهد بود.

حالت دوم) اگر با توجه به رشته صفر و یک ها (که نشان میدهد کدام بسته ها خریداری شده) همه ابزار ها تهیه شده باشند، مقدار تابع شایستگی برابر با معکوس تعداد بسته های خریداری شده خواهد بود.

ج) یک عملگر ترکیب و یک عملگر جهش برای این کار را به دلخواه ارائه کنید.

عملگر ترکیب) از روش ترکیب تک نقطه استفاده می کنیم به این صورت که یک عدد به صورت تصادفی (i) بین ۱ تا n انتخاب میکنیم و سپس مطابق زیر از دو کروموزوم اولیه دو فرزند جدید میسازیم

$$\left. \begin{array}{l} C_{11} C_{12} \dots C_{1n} \\ C_{21} C_{22} \dots C_{2n} \end{array} \right\} \begin{array}{l} C_{11} C_{12} \dots C_{1i} C_{2i+1} \dots C_{2n} \\ C_{21} C_{22} \dots C_{2i} C_{1i+1} \dots C_{1n} \end{array}$$

عملگر جهش) هریک از کروموزوم ها با یک احتمال کوچک ممکن است جهش یابند. برای جهش یک کروموزوم کافی است ابتدا به صورت تصادفی یکی از بیت های آن را انتخاب کنیم سپس مقدار آن بیت را تغییر دهیم. (اگر صفر بود به یک و اگر یک بود به صفر تغییر می کند).