

# تمرین سری ششم درس مبانی هوش محاسباتی

کورس تقی پور پاسدار

۲ بهمن ۱۴۰۳

## ۱ سوال ۱

### ۱.۱ الف

**روند کلی :** یک الگوریتم تکاملی برای یافتن راه حل نسبتاً بهینه استفاده می شود. در الگوریتم تکاملی، یک جمعیتی از کروموزوم ها را داریم که حالت های مختلف مساله را بصورت ویژگی های رندومی در آنها کد می کنیم. در هر نسل، ویژگی های قوی تر و سازگارتر آنها (با مساله) به نسل بعدی منتقل می شود و در نهایت، با رخ دادن شرایط اتمام پروسه (رسیدن به حد نهایی تعداد نسل های مجاز یا یافتن راه حل مساله) الگوریتم متوقف می شود.

- **Population** به مجموعه تمام نمونه ها (کروموزوم ها) گفته می شود.
- **Selection** به فرآیندی گفته می شود که در آن انتخاب کنیم کدام کروموزوم ها به تنهایی یا با هم تشکیل فرزند و نسل بعدی را بدهند.
- **Variation Operations** به فرآیندهایی گفته می شود که نحوه تشکیل فرزند از کروموزوم های انتخاب شده نسل فعلی را بیان می کنند.
- **Fitness evaluation** تابعی است که مشخص می کند هر کروموزوم چقدر ویژگی های مطلوب را دارد.
- **Termination criteria** به معیارهای اتمام الگوریتم گفته می شود.

### ۲.۱ ب

الگوریتم های ژنتیک به الگوریتم هایی گفته می شود که از اصول ژنتیک و انتخاب طبیعی برای حل مسائل بهینه سازی استفاده می کنند. این الگوریتم ها در مسائلی مانند بهینه سازی پارامترها (مانند تنظیم پارامترهای مدل های یادگیری ماشین)، مسائل مسیریابی و طراحی سیستم ها کاربرد دارد.

برنامه‌ریزی ژنتیک به نوعی خاص از الگوریتم‌های ژنتیک گفته می‌شود که به تکامل ساختار برنامه‌های کامپیوتری می‌پردازد. از کاربردهای برنامه‌ریزی ژنتیک می‌توان به تولید خودکار کد، بهینه‌سازی الگوریتم‌ها و مدل‌سازی و شبیه‌سازی اشاره کرد. از تفاوت‌های آنها می‌توان به این اشاره کرد که الگوریتم‌های ژنتیک برای بهینه‌سازی پارامترها بکار می‌رود درحالی‌که برنامه‌ریزی ژنتیک در ساختار برنامه‌های کامپیوتری بکار می‌رود. از طرفی، راه‌حل‌ها در الگوریتم‌های ژنتیک بصورت رشته‌ای از ژن‌ها نشان داده می‌شوند ولی در برنامه‌ریزی ژنتیک بصورت درخت‌های برنامه نمایش داده می‌شوند.

## ۲ سوال ۲

### ۱.۲ الف

در بهینه‌سازی ذرات، ما به دنبال یافتن حالت بهینه‌ی مساله هستیم. برای همین منظور، از تعداد زیادی ذرات رندوم پخش شده در فضای حالت استفاده می‌کنیم. این ذرات با استفاده از اطلاعات کسب شده خودشان و اطلاعات جمعی، به سمت بهترین حالت حرکت می‌کنند.

• **Particle** به هر ذره‌ی شرکت کننده در این الگوریتم گفته می‌شود که سعی دارد به سمت بهترین حالت حرکت کند.

• **Velocity** به سرعت هر ذره گفته می‌شود و به عبارت دیگر، بیان می‌کند هر ذره در فضای حالت به کدام سمت حرکت می‌کند.

• **Position Update** به تغییر مکان هر ذره گفته می‌شود که این تغییر مکان به سرعت قبلی، **Global Best** و **Personal Best** ربط دارد.

• **Personal Best and Global Best** به ترتیب به بهترین حالت یافت شده توسط هر ذره و بهترین حالت یافت شده توسط تمام ذرات گفته می‌شود.

### ۲.۲ ب

#### ۱.۲.۲ تکرار اول

در ابتدا مقدار تابع  $g(x)$  را برای مکان‌های فعلی ذرات حساب می‌کنیم.

$$g(x_1) = -(2 - 5)^2 + 10 = 1$$

$$g(x_2) = -(11 - 5)^2 + 10 = -26$$

در این مرحله **Personal Best** برای هر ذره مکان فعلی و **Global Best** برابر با  $x = 2$  می‌باشد.

حال به محاسبه سرعت جدید و به تبع، مکان جدید ذرات می‌پردازیم.

$$\begin{aligned}v_1 &= 0.5 \times 1 + 1.5 \times 0.4 \times (2 - 2) + 1.5 \times 0.7 \times (2 - 2) = 0.5 \\v_2 &= 0.5 \times -2 + 1.5 \times 0.4 \times (11 - 11) + 1.5 \times 0.7 \times (2 - 11) = -10.45 \\x_1 &= 2 + 0.5 = 2.5 \\x_2 &= 11 + (-10.45) = 0.55\end{aligned}$$

## ۲.۲.۲ تکرار دوم

دوباره مقدار تابع  $g(x)$  را برای مکان‌های فعلی ذرات حساب می‌کنیم.

$$\begin{aligned}g(x_1) &= -(2.5 - 5)^2 + 10 = 3.75 \\g(x_2) &= -(0.55 - 5)^2 + 10 = -9.8025\end{aligned}$$

در این مرحله Personal Best برای هر ذره بازهم مکان فعلی و Global Best نیز برابر با  $x = 2.5$  می‌باشد.

حال به محاسبه سرعت جدید و مکان جدید ذرات می‌پردازیم.

$$\begin{aligned}v_1 &= 0.5 \times 0.5 + 1.5 \times 0.4 \times (2.5 - 2.5) \\&\quad + 1.5 \times 0.7 \times (2.5 - 2.5) = 0.25 \\v_2 &= 0.5 \times -10.45 + 1.5 \times 0.4 \times (0.55 - 0.55) \\&\quad + 1.5 \times 0.7 \times (2.5 - 0.55) = -3.1775 \\x_1 &= 2.5 + 0.25 = 2.75 \\x_2 &= 0.55 - 3.1775 = -2.6275\end{aligned}$$

## ۳.۲.۲ تکرار سوم

مقدار تابع  $g(x)$  را برای مکان‌های فعلی ذرات حساب می‌کنیم.

$$\begin{aligned}g(x_1) &= -(2.75 - 5)^2 + 10 = 4.9375 \\g(x_2) &= -(-2.6275 - 5)^2 + 10 = -48.18\end{aligned}$$

در این مرحله، Personal Best برای ذرات  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب 2.75 و 0.55 می‌باشد. همچنین Global Best هم برابر با 2.75 می‌باشد.  
محاسبه سرعت جدید و مکان جدید:

$$v_1 = 0.5 \times 0.25 + 1.5 \times 0.4 \times (2.75 - 2.75)$$

$$\begin{aligned}
& + 1.5 \times 0.7 \times (2.75 - 2.75) = 0.125 \\
v_2 & = 0.5 \times -3.1775 + 1.5 \times 0.4 \times (0.55 - (-2.6275)) \\
& + 1.5 \times 0.7 \times (2.75 - (-2.6275)) = 5.96 \\
x_1 & = 2.75 + 0.125 = 2.875 \\
x_2 & = -2.6275 + 5.96 = 3.33
\end{aligned}$$

حال در پایان باز به محاسبه  $g(x)$  می پردازیم تا بهترین نقطه‌ی پیدا شده (تاکنون) را مشخص کنیم.

$$\begin{aligned}
g(x_1) & = -(2.875 - 5)^2 + 10 = 5.48 \\
g(x_2) & = -(3.33 - 5)^2 + 10 = 7.2
\end{aligned}$$

با بررسی تمام  $g(x)$  های محاسبه شده، بهترین  $g(x)$  بدست آمده برابر با 7.2 و در نتیجه بهترین  $x$  بدست آمده برابر با 3.33 می باشد.

### ۳ سوال ۳

#### ۱.۳ الف

در دنیای واقعی، مورچه‌ها با انتشار فرمون‌ها<sup>۱</sup> میان مسیرهای متفاوت، تمایز قائل می شوند. مورچه‌ها با عبور از هر مسیری اقدام به ترشح فرمون می کنند. حال هر قدر یک مسیری بهینه تر باشد، به تدریج مورچه‌های بیشتری از آن عبور کرده و مقدار ترشح فرمون در آن مسیر بیشتر خواهد شد و مسیر بهینه تر پیدا خواهد شد. در الگوریتم‌های ACO نیز از همین ترفند استفاده کرده و بجای فرمون از احتمال استفاده می کند به اینصورت که هر مسیری فرمون بیشتری داشته باشد، احتمال انتخاب شدن آن مسیر بیشتر است.

- Phermone در این الگوریتم، فرمون به عنوان احتمال انتخاب شدن یک مسیر عمل می کند و هر قدر فرمون یک مسیر بیشتر باشد، احتمال انتخاب شدن آن مسیر هم بیشتر است.
- heuristic information معمولا براساس اطلاعات قبلی بدست آمده است که همراه با فرمون‌ها در انتخاب مسیر بهینه تاثیرگذار است.

#### ۲.۳ ب

$$P_{AB} = \frac{1^1 \times (\frac{1}{2})^2}{\sum_{k \in \mathcal{N}_A} \tau_{Ak}^1 \times \mu_{Ak}^2} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{261}{784}} = \frac{784}{1044}$$

<sup>1</sup>Phermone

$$P_{AC} = \frac{1^1 \times (\frac{1}{4})^2}{\sum_{k \in \mathcal{N}_A} \tau_{Ak}^1 \times \mu_{Ak}^2} = \frac{\frac{1}{16}}{\frac{261}{784}} = \frac{784}{4176}$$

$$P_{AD} = \frac{1^1 \times (\frac{1}{7})^2}{\sum_{k \in \mathcal{N}_A} \tau_{Ak}^1 \times \mu_{Ak}^2} = \frac{\frac{1}{49}}{\frac{261}{784}} = \frac{784}{12789}$$

مورچه به احتمال زیاد از گره B عبور خواهد کرد.