

## به نام ایزد منان

پاسخ تمرین تئوری اول درس مبانی هوش محاسباتی: «شبکه‌های عصبی»



استاد درس: دکتر عبادزاده



بهار ۱۴۰۱ - دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

نکاتی در مورد این تمرین نیاز به توجه و دقت دوستان دارد.

۱- هرگونه کپی کردن باعث عدم تعلق نمره به تمامی افراد مشارکت کننده در آن می‌شود.

۲- آخرین مهلت ارسال تمرین، ساعت ۱۲ ظهر روز ۲۲ خرداد است.

۳- فایل ارسالی خود را به صورت فشرده و به صورت «شماره دانشجویی\_HW3» مانند HW1\_97310000 نامگذاری کنید.

۴- لازم به ذکر است که تعداد محدودی از سوالات به عنوان تمرین در اختیار شما قرار داده شده است و سایر سوالات به عنوان نمونه جهت آمادگی بیشتر در اختیار شما قرار خواهد گرفت.

۵- در صورت وجود هرگونه سوال یا مشکل می‌توانید با تدریس‌یاران درس از طریق ایمیل زیر در ارتباط باشید.

[ci.1401.spring@gmail.com](mailto:ci.1401.spring@gmail.com)

سوال ۱. شرط‌های خاتمه را نام ببرید و مزایا و معایب آن‌ها را ذکر کنید. کدام شرط‌های خاتمه حتما باید استفاده

بشوند؟

پاسخ:

- روش حد آستانه: مزیت این روش این است زمانی که الگوریتم پایان یابد به آن معناست به مقدار مطلوب مورد نظر خود رسیده‌ایم. عیب این روش این است که رسیدن به جواب و مقدار مطلوب در تمامی مسائل مشخص نیست مثلا در مسائل بهینه سازی نمی‌دانیم کمترین مقدار ممکن یا بیشترین مقدار چقدر می‌تواند باشد. همچنین ممکن است هیچگاه به حد مورد نظر نرسیم و الگوریتم در یک حلقه بینهایت گیر کند.
- روش عدم تنوع: مزیت این روش این است زمانی که الگوریتم پایان می‌یابد نشان دهنده این است دیگر در بین موجودات تنوع و تغییرات کم است. عیب این روش این است تضمینی برای جواب نداریم و ممکن است مانند حالت قبل در حلقه بینهایت گیر کنیم.
- روش همگرایی: مزیت این روش این است که زمانی که الگوریتم پایان یابد به آن معناست شایستگی موجودات به یک مقدار نزدیک شده و از آن فراتر نمی‌رود. عیب این روش این است که ممکن است هیچگاه همگرا نشویم و در حلقه بینهایت گیر کنیم. همچنین مقداری که به آن همگرا می‌شود لزوما جواب مد نظر ما نیست.
- روش رسیدن به تعداد ارزیابی مشخص شده: مزیت این روش این است که مطمئن هستیم حتما الگوریتم خاتمه پیدا می‌کند. عیب این روش این است که ممکن است قبل از رسیدن به جواب الگوریتم قطع شود. همچنین ممکن است قبل از رسیدن به تعداد ارزیابی مشخص شده به جواب مسئله رسیده باشیم و با ادامه دادن الگوریتم زمان و حجم پردازشی و حافظه را هدر بدهیم.

همانطور که مشاهده شد عیب ۳ روش اول این است که ممکن است در حلقه بینهایت گیر کنند و تمام نشوند. برای حل این مشکل باید حتما این روش‌ها را با روش رسیدن به تعداد ارزیابی مشخص شده ترکیب کنیم.

سوال ۲. صحیح و غلط بودن عبارات زیر را مشخص کنید. و دلیل آن را به صورت خلاصه توضیح دهید.

أ) روش  $EA(\lambda, \mu)$  حافظه دار است و لذا شایستگی ماکسیمم هرگز کاهش نمی یابد.

غلط. زیرا در این روش تنها از میان فرزندان برای نسل بعدی انتخاب میشود پس ممکن است کروموزومی که باعث شایستگی ماکسیمم شده است حذف شود و شایستگی ماکسیمم کاهش یابد.

ب) در الگوریتم تکاملی، امکان یکسان شدن یک فرزند با والدین وجود دارد.

صحیح. امکان دارد با توجه به احتمال رخ دادن بازترکیبی و جهش، این دو عمل روی ژن های مساله اعمال نشوند و یک والد به نسل بعدی منتقل بشود.

ج) هرچه فشار انتخاب بیشتر باشد تنوع کمتر میشود.

صحیح. زیرا تعریف فشار انتخاب، امید ریاضی انتخاب بهترین موجود است. پس هر چه بزرگتر باشد بهترین موجود با احتمال بالاتری انتخاب میشود که باعث همگرایی زودرس و تنوع کمتر میشود.

سوال ۳. دو مدل بازنمایی برای مسئله (شیوه کد کردن ژن) را نام ببرید و در هر کدام از آنها مشخص کنید

بازترکیبی و جهش، جست و جوی محلی انجام می دهند یا جست و جوی عمومی؟

میتوان به بازنمایی باینری و کد گری اشاره کرد. که در بازنمایی کد گری جهش جستجوی محلی انجام میدهد و

بازترکیبی جستجوی عمومی ولی در مورد بازنمایی باینری نمیتوان به طور قطع صحبت کرد، چرا که بستگی دارد

کدام بیت ها دستخوش تغییر میشوند، برای مثال در عمل جهش اگر یک بیت با ارزش کم جابجا شود، جستجوی

محلی و در غیر این صورت جستجوی عمومی انجام شده، در باز ترکیبی نیز همینطور است چرا که نمیدانیم کدام

بیت ها جا به جا میشوند

سوال ۴. روش چرخ رولت (Roulette Wheel) را توضیح دهید و سپس با اعداد زیر مسئله را حل کنید.

داده های زیر نشان دهنده شایستگی هستند، میخواهیم ۴ مورد را در مرحله انتخاب بازماندگان انتخاب کنیم و به

نسل بعد ببریم. با استفاده از این روش انتخاب را روی داده ها انجام دهید و نهایت فشار انتخاب را نیز به دست

آورید. (با اعداد تصادفی الگوریتم را پیش ببرید.)

10, 10, 1, 3, 7, 8, 6, 9, 5

در روش roulette wheel ، انتخاب متناسب با شایستگی انجام می شود. به این صورت که اگر تعداد کل موجوداتی که می خواهیم از بین آنها انتخاب کنیم  $np$  و شایستگی موجود  $i$  ام  $f_i$  باشد، آنگاه احتمال انتخاب هر موجود برابر است با:

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{k=1}^{np} f_k}$$

برای انتخاب متناسب با احتمال های داده شده، از آنجا که مجموع احتمال ها برابر یک است، به هر یک از موجودات متناسب با احتمال متناظر آن، بازه ای از بازه صفر تا یک را اختصاص می دهیم. سپس به تعداد موجودات مورد نیاز، عدد تصادفی یکنواخت در بازه صفر و یک انتخاب می کنیم و برای هر عدد، موجودی که عدد در بازه آن باشد انتخاب می شود.

مجموع شایستگی های داده شده، یعنی  $\sum_{k=1}^{np} f_k$  برابر ۵۹ است. با تقسیم شایستگی ها بر مجموع آنها، احتمال هر یک از شایستگی ها به ترتیب برابر است با:

$$P = [0.169, 0.169, 0.017, 0.051, 0.119, 0.136, 0.102, 0.153, 0.085]$$

سپس ۴ عدد تصادفی یکنواخت در بازه صفر تا یک انتخاب می کنیم. فرض کنیم این اعداد به شکل زیر هستند.

$$URs = [0.079, 0.363, 0.251, 0.25]$$

پس داده های شماره ۱، ۴، ۲ و ۱ انتخاب می شوند.

**سوال ۵.** در این مسئله مجموعه ای از اشیا که هر کدام دارای وزن و ارزش خاصی هستند در اختیار داریم. ما یک کوله پشتی با اندازه ی محدود داریم و باید آن را با مفیدترین صورت ممکن از اشیا پر کنیم. به عبارتی، میخواهیم به نحوی اشیا را انتخاب کنیم که وزن اشیا انتخاب شده کوچکتر یا مساوی حدی از پیش تعیین شده، و ارزش آنها بیشینه شود. چنانچه قصد حل این مسئله با یک الگوریتم تکاملی را داشته باشیم، روش کار را به صورت خلاصه توضیح دهید. به صورت دقیقتر:

أ) بازنمایی مسئله چگونه خواهد بود؟ ارزیابی (شایستگی) آن چگونه؟

ب) نحوه ایجاد جمعیت اولیه، انتخاب والدین، بازمانده گان و تولید فرزندان چگونه خواهد بود؟

ج) شرط خاتمه الگوریتم را چگونه تعیین خواهید کرد؟

پاسخ:

این راه حل صرفا یکی از راه حل های موجود است و ممکن است راه حل شما متفاوت ولی صحیح باشد

بازنمایی: هر کدام از ژن های یک کروموزوم نشان دهنده یک شی در کوله پشتی هستند و اگر آن شی در

کوله پشتی حضور داشته باشد با یک و اگر حضور نداشته باشد با صفر نمایش میدهیم.

ارزیابی شایستگی: در تصویر زیر  $w_i$  وزن آیتم ،  $g_i$  ارزش آیتم و  $c_i$  ژن مربوطه است.

$$\text{fitness}(\mathbf{g}) = \begin{cases} 0 & \text{iff } \sum_{i=0}^{N-1} w_i g_i > L \\ \sum_{i=0}^{N-1} c_i g_i & \text{otherwise} \end{cases}$$

نحوه ایجاد جمعیت اولیه: تعدادی کروموزوم را به صورت تصادفی با مقادیر صفر و یک مقداردهی میکنیم.

انتخاب والدین: برای هر کروموزوم مقدار شایستگی را با استفاده از فرمول گفته شده حساب میکنیم و سپس

احتمال انتخاب هر کدام را با فرمول  $\frac{\text{fitness}}{\sum_{i=1}^n \text{fitness}(i)}$  حساب کرده و به تعداد  $\mu$  شایسته‌ترین‌ها را بر اساس

روش‌های مختلفی مثل roulette wheel یا SUS میتوانیم انتخاب کنیم.

تولید فرزندان:

- بازترکیبی: چون بازنمایی ما باینری است میتوانیم از بازترکیبی چندنقطه‌ای و تک نقطه‌ای و یا یکنواخت

استفاده کنیم.

- جهش: میتوانیم در هر کروموزوم بسته به احتمال جهش مقدار یکی از بیت‌ها را عوض کنیم ( همچنان

چون بازنمایی باینری است این روش جهش مجاز است و اگر جایگشت داشتیم باید از روش دیگری

استفاده میکردیم)

- انتخاب بازماندگان: برای انتخاب بازماندگان میتوانیم از روش‌های  $EA(\lambda, \mu)$  و  $EA(\lambda + \mu)$  استفاده

کنیم. یعنی میتوانیم فقط از فرزندان به نسل بعدی منتقل کنیم یا هم از فرزندان و هم از والدین بسته به شرایط انتخاب کنیم.

- شرط خاتمه: چندین راه برای این قسمت وجود دارد. یکی این است که تا یک تعداد بار مشخص الگوریتم

را اجرا کنیم و بعد خاتمه دهیم. راه دیگر این است که بهترین حالت ممکن برای قرار دادن اشیا داخل

کوله پشتی را حساب کنیم و شایستگی را برای آن حالت به دست آوریم و بگوییم اگر به این مقدار

رسیدی الگوریتم را متوقف کن که البته با این روش ممکن است در لوپ بی نهایت گیر بیفتیم. همچنین

میتوانیم یک حد آستانه برای شایستگی تعیین کنیم.

**امتیازی** فرض کنید الگوریتم ژنتیک را برای ایجاد یک رشته باینری به طول  $n$  استفاده کردیم که دارای خاصیت

تقارن باشد. برای مثال رشته ۱۱۰۰۱۱ یک رشته متقارن و رشته ۰۱۱۰۱۱ نامتقارن است. جمعیت اولیه مجموعه

ای از رشته‌های باینری با طول  $n$  بوده که در آن  $n$  عددی زوج است.

ا) یک تابع برازش مناسب برای این مسئله انتخاب کنید.

ب) در صورتی که جمعیت اولیه سه رشته ۰۱۱۱۰۱، ۰۱۱۰۰۰ و ۱۱۰۰۰۱ باشد، مراحل اجرای یک فاز از الگوریتم

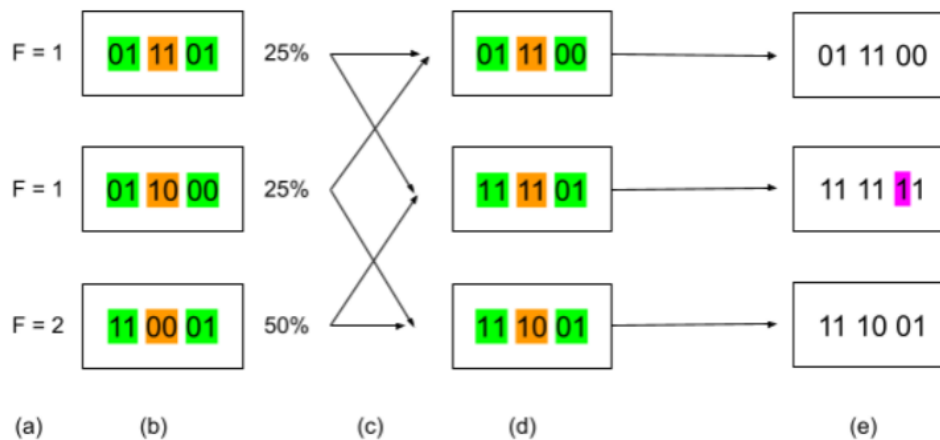
ژنتیک را بر روی این جمعیت نشان دهید.

پاسخ:

ا) با فرض  $n$  زوج و رشته باینری  $a_0 a_1 \dots a_{n-1}$ ، یک نمونه تابع برازش به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\sum_{k=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]-1} (a_k) \text{ xnor } (a_{n-k-1})$$

ب) نمادهای داخل تصویر نشان‌دهنده؛ (a) مقدار تابع برازش، (b) جمعیت اولیه، (c) انتخاب والدین، (d) عمل cross over، (e) عمل جهش می‌باشند.



این جواب صرفاً یکی از جواب‌های موجود است و ممکن است جواب شما متفاوت ولی صحیح باشد