

## به نام ایزد منان

تمرین دوم درس مبانی هوش محاسباتی، «مبانی الگوریتم‌های تکاملی»



استاد درس: دکتر عبادزاده



بهار ۹۹ - دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

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

۱- در جدول زیر نحوه اعمال جریمه تاخیر در ارسال تمرین‌ها ذکر شده است.

میزان جریمه	میزان تاخیر (روز)
هر روز ۵٪	۱ الی ۲ روز
هر روز ۱۰٪	۲ الی ۶ روز

در صورتی که بین ۷ تا ۱۴ روز تاخیر داشته باشید، نمره شما از ۵۰٪ محاسبه می‌شود و پس از این بازه با توجه به سایر تمرین‌ها و زمان تحویل، به تمرین ارسالی نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

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

۳- آخرین مهلت ارسال تمرین، ساعت ۲۳:۵۵ دقیقه روز **دوشنبه ۲۹ اردیبهشت** می‌باشد. این زمان با توجه به جمع‌بندی‌های صورت گرفته، شرایط و با توجه به سایر تمرین‌ها در نظر گرفته شده است و **قابل تمدید نمی‌باشد**.

۴- دوستان فایل ارسالی خود را به صورت فشرده و به صورت «شماره دانشجویی\_HW02» مانند HW02\_97131123 نام گذاری کنید. در این فایل باید مواردی نظیر کدها، فایل پی‌دی‌اف گزارش و سایر موارد مورد نیاز در هنگام بررسی وجود داشته باشد و صرفاً این فایل در روز ارائه در نظر گرفته می‌شود.

۵- این تمرین دارای تحویل حضوری می‌باشد. زمان آن متعاقباً در مودل درس اعلام می‌شود.

۶- کدهای خود را به صورت مناسب کامنت گذاری کنید. به صورتی که بتوان حداقل روال اجرا و موارد مورد نیاز را درک کرد.

۷- سعی کنید ابتدا تمامی سوالات و بخش‌ها را مطالعه کنید.

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

ci.spring2020@gmail.com

## بخش اول – مباحث تئوری و مسائل تشریحی (۴۵ نمره + ۵ نمره اضافی)

- ۱- دو اصل مهم تکامل را توضیح دهید و چرا اگر هر یک از آنها نباشند، تکامل صورت نمی‌گیرد.
- ۲- تفاوت نسلی (نسل به نسل)<sup>۱</sup> و حالت پایدار<sup>۲</sup> در چیست.
- ۳- مزایا و معایب دو روش  $(\mu + \lambda)$  و  $(\mu, \lambda)$  را نسبت به یکدیگر توضیح دهید.
- ۴- مقدار پارامترهای  $a$  و  $b$  را طوری تعیین کنید که فشار انتخاب برابر یک شود. (در این رابطه موجودات بر اساس شایستگی مرتب شده‌اند (به صورت صعودی) و  $\lambda$  برابر رتبه هر موجود می‌باشد. بدین معنا که موجود با رتبه ۱ کمترین شایستگی و موجود با رتبه  $n$  (اندازه جمعیت) بیشترین شایستگی را دارد.)

$$P_i = a + b \times \exp(i)$$

- ۵- چرا روش  $(\mu + \lambda)$  وقتی از روش خود تطبیقی استفاده می‌شود مناسب تر است.
- ۶- در روش استراتژی تکامل<sup>۳</sup> چرا ابتدا سیگما  $(\sigma)$  و سپس  $x$  را جهش می‌دهیم.
- ۷- اصلی‌ترین تفاوت نظریه لامارک و داروین در چه مورد است؟ به نظر شما کدام یک از این دو نظریه در این مورد صحیح می‌باشد (با ذکر مثالی نظر خود را اثبات کنید).
- ۸- در مورد عمل انتخاب<sup>۴</sup> به سوالات زیر پاسخ دهید.

- الف) در انتخاب بر اساس چرخ رولت اگر تعداد انتخاب (ns) کوچک باشد، چه مشکلی ممکن است پیش بیاید؟
- ب) برای انتخاب جمعیت بازماندگان در حالت  $(\mu + \lambda)$  استفاده از روش SUS<sup>۵</sup> مناسب‌تر است یا Q-Tournament؟ علت را توضیح دهید
- ج) شایستگی اعضای یک جمعیت فرضی ۱۰ تایی ارائه شده است. در صورت استفاده از روش SUS برای انتخاب ۵ عضو، در ادامه روند تکامل چه مشکلی پیش می‌آید؟ چرا؟
- ۸, ۹, ۴, ۱, ۷, ۴, ۴, ۲۵۰, ۶, ۲, ۸
- د) برای جمعیت مطرح شده در قسمت ج، با تعریف شایستگی مجازی و مقیاس سازی خطی، مشکل به وجود آمده را حل کنید. (تعیین  $\beta$  بر عهده خودتان است)
- ۹- در مورد شرط خاتمه الگوریتم‌ها تکاملی به سوالات زیر پاسخ دهید.

- الف) در تعیین شرط خاتمه تکامل، شرط تعداد ارزیابی‌های انجام شده چه مزیتی نسبت به شرط تعداد نسل‌ها (دور یا اپیاک) دارد؟
- ب) همگرایی و عدم تنوع دو روش برای تعیین خاتمه الگوریتم تکاملی هستند. این دو روش چه تفاوت‌هایی با هم دارند و معیار وقوع هر کدام چیست؟

<sup>1</sup> Generational

<sup>2</sup> Steady State

<sup>3</sup> Evolution Strategy (ES)

<sup>4</sup> Selection

<sup>5</sup> Stochastic Universal Sampling (SUS)

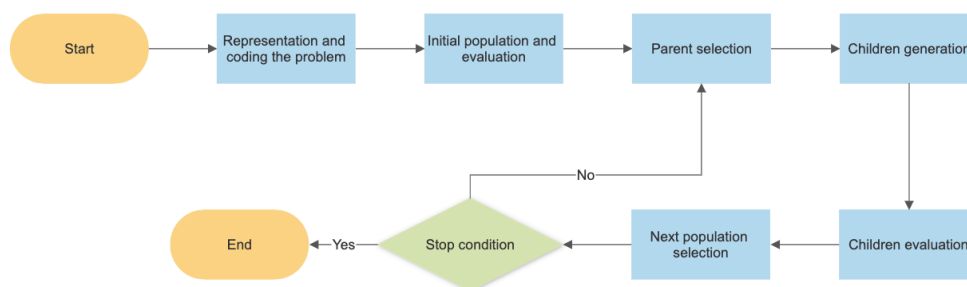
## بخش دوم – مسائل برنامه‌نویسی و پیاده‌سازی (۵۵ نمره + ۱۰ نمره اضافی)

در این بخش علاوه بر کد و نمودارها، پاسخ تشریحی و تحلیل شما حائز اهمیت است.

همانطور که می‌دانید، کاربرد الگوریتم‌های تکاملی حل مسائل بهینه‌سازی در یک زمان معقول می‌باشد. در این بخش از تمرین قصد داریم با استفاده از این روش، دو مسئله بهینه‌سازی که مطمئناً با آن‌ها آشنا هستید (درس طراحی الگوریتم‌ها<sup>۶</sup>) را حل کنیم (جواب بهینه‌ی معقول).

قبل از شرح مسائل بهتر است به کلیت الگوریتم‌های تکاملی بپردازید. فلوچارت کلی این الگوریتم‌ها در شکل ۱ نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید در ابتدا شما نیاز دارید مبتنی بر مسئله‌ای که قرار است حل کنید، یک بازنمایی<sup>۶</sup> مناسب در نظر بگیرید. سپس تمامی این الگوریتم‌ها روال یکسان زیر را دارند.

- ۱- تولید جمعیت اولیه و ارزیابی<sup>۷</sup> آن‌ها
- ۲- انتخاب والدین<sup>۸</sup>
- ۳- تولید فرزندان که شامل روش‌های بازترکیبی<sup>۹</sup> و جهش<sup>۱۰</sup> می‌باشد
- ۴- ارزیابی فرزندان
- ۵- انتخاب بازماندگان<sup>۱۱</sup>
- ۶- بررسی شرط خاتمه<sup>۱۲</sup>



شکل ۱- فلوچارت کلی الگوریتم‌های تکاملی

شما باید در این تمرین با توجه به مسئله مطرح شده، یک الگوریتم تکاملی مناسب ارائه داده و آن را پیاده‌سازی کنید. منظور از ارائه دادن یک الگوریتم تکاملی این است که روش بازنمایی مسئله (که می‌توان آن را گام صفرم در روال بالا بیان کرد) به همراه الگوریتم مورد استفاده در شش مرحله را مشخص کنید. پیشنهاد ما برای پیاده‌سازی، یک کلاس کلی الگوریتم تکاملی است که بتوان علاوه بر پارامترهای موجود و مطرح، توابع شش مرحله را نیز به آن ارسال کرد. نمونه کدی برای حل مسئله n وزیر در پانوش<sup>۱۳</sup> برای ایده گرفتن قرار داده شده است.

<sup>6</sup> Representation

<sup>7</sup> Evaluation

<sup>8</sup> Parent selection

<sup>9</sup> Cross-over

<sup>10</sup> Mutation

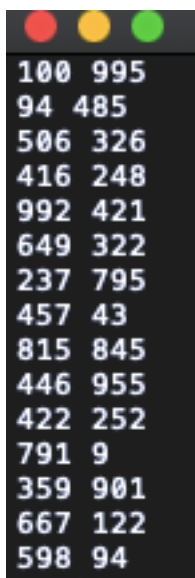
<sup>11</sup> Remaining selection

<sup>12</sup> Stop condition

<sup>13</sup> [https://gitlab.com/reflex/evolutionary\\_algorithms\\_tools\\_for\\_n\\_queen/](https://gitlab.com/reflex/evolutionary_algorithms_tools_for_n_queen/)

مسائلی که برای این بخش در نظر گرفته شده است، دو مسئله کوله‌پشتی  $14/0$  و فروشنده دوره‌گرد<sup>۱۵</sup> است. لینک توضیحات این دو مسئله نیز در پانویست قرار داده شده است و از توضیح آن صرف نظر می‌کنیم. همچنین در کنار فایل این تمرین پوشه‌ای به نام DATA وجود دارد که داده‌های مورد نظر را برای این دو مسئله در آن قرار داده شده است.

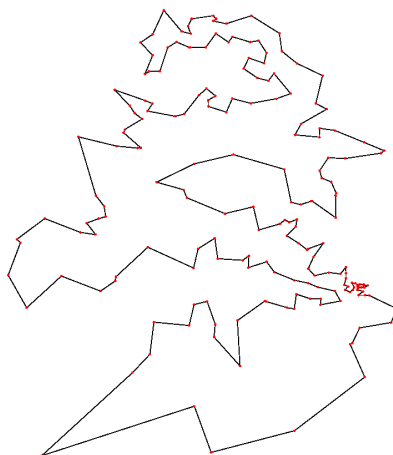
برای مسئله کوله‌پشتی صفر و یک سه فایل متنی قرار داده شده است که با نام knapsack شروع می‌شوند. در خط اول هر فایل دو عدد قرار دارد که عدد اول تعداد آیتم‌ها و عدد دوم وزن قابل تحمل کوله‌پشتی می‌باشد. سپس در خطوط بعدی به ازاء هر آیتم دو عدد قرار دارد که بیانگر میزان ارزش و وزن آیتم می‌باشد. در شکل ۲ نمونه‌ای از این دادگان نمایش داده شده است.



100	995
94	485
506	326
416	248
992	421
649	322
237	795
457	43
815	845
446	955
422	252
791	9
359	901
667	122
598	94

شکل ۲ – قسمتی از یک فایل دادگان مسئله کوله‌پشتی صفر و یک – در این در سطر اول تعداد آیتم‌ها  $100$  و وزن کوله‌پشتی  $995$  می‌باشد. سپس خطوط بعدی مشخصات آیتم‌ها مشخص شده است. به طور مثال آیتم اول ارزش  $94$  و وزن  $485$  را دارد.

برای مسئله فروشنده دوره‌گرد نیز یک فایل با نام tsp\_data قرار داده شده است. محتوای این فایل شامل  $194$  شهر می‌باشد که در هر خط مختصات یک شهر مشخص شده است. تصویر این نقاط به همراه مسیر بهینه آن در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳ – داده‌گان مورد استفاده برای مسئله فروشنده دوره‌گرد و دور بهینه آن

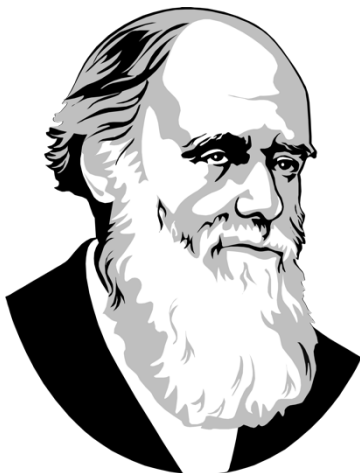
<sup>14</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Knapsack\\_problem](https://en.wikipedia.org/wiki/Knapsack_problem)

<sup>15</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling\\_salesman\\_problem](https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem)

حال شما باید با استفاده از یک الگوریتم تکاملی، جوابی مناسب برای این مسائل بدست بیاورید. برای اینکار شما باید موارد زیر را در الگوریتم خود مشخص کنید:

- نحوه بازنمایی مسئله
- تعداد جمعیت والدین یا فرزندان
- نحوه انتخاب والدین
- نحوه انتخاب بازماندگان
- الگوریتم بازترکیبی
- الگوریتم جهش
- شرط خاتمه

در گزارش خود پاسخ بهینه را به همراه پارامترها و الگوریتم‌های مورد استفاده را مشخص کنید. همچنین پیشنهاد می‌شود در صورتی که از الگوریتم‌ها و پارامترهای مختلفی در آزمایش‌های خود استفاده می‌کنید آن‌ها را در گزارش خود قرار داده و تحلیل‌های خود را بیان کنید.



“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent, but the one most responsive (adaptable) to change.”

Charles Darwin, 1809-1882

موفق باشید