



به نام خدا

نمونه سؤالات درس پردازش تکاملی

Introduction to Evolutionary computing

A.E. Eiben and J.E. Smith

تهیه کننده: سعدی همتی

وبلاگ جزوات: www.cnh86.blogfa.com

بهار-87

1

می خواهیم مسئله رنگ آمیزی یک گراف با 3 رنگ {Blue,Red,Green} را به وسیله پردازش تکاملی حل کنیم. یعنی یک گراف $G=(V,E)$ با $|V|=n$ و $|E|=m$ داریم. منظور از رنگ آمیزی انتساب تعدادی رنگ به تمامی رئوس گراف می باشد به طوری که هیچ دو راس مجاور هم رنگ نباشند. یک الگوریتم تکاملی مناسب برای حل این مسئله ارائه نمایند. توجه کنید که منظور از مناسب این نیست که الگوریتم تکاملی کارا یا هوشمند باشد، بلکه منظور این است که نحوه باز نمائی و عملگرها باید به گونه ای باشند که الگوریتم تکاملی بتواند راه حلی را (در صورت وجود) پیدا کند. هر یک از موارد زیر را به دقت مشخص کنید.

(الف)(۳نمره) یک نحوه باز نمائی(ساختار کروموزوم ها و نحوه نگاشت میان کروموزوم ها و رنگ آمیزی)

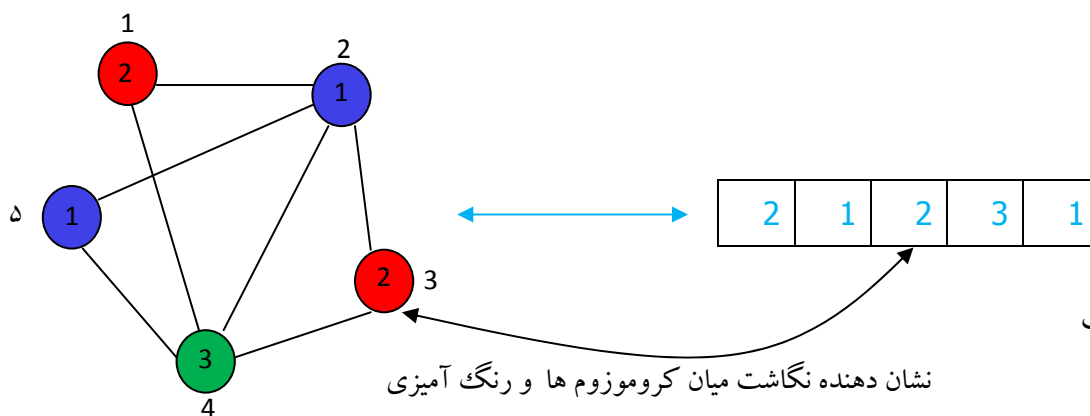
پاسخ:

فضای فنو تایپ: یک پیکره بندی از گراف با n راس و m یال

فضای ژنوتایپ: رشته ای به طول n از مجموعه $\{1,2,3\}$ که در آن عدد ۱ نشان دهنده رنگ Blue عدد ۲ نشان دهنده رنگ Red و بالاخره عدد ۳ نشان دهنده رنگ Green می باشد.

به گره ها برچسب های 1 تا n را نسبت می دهیم. عددی در مکان I ام رشته مورد نظر، نشان دهنده رنگ متناظر با آن عدد برای گره I ام می باشد.

به عنوان مثال گراف فرضی زیر را در نظر بگیرید که 5 گره دارد.



فضای ژنوتایپ

فضای فنو تایپ

(ب)(۳نمره) تابع برازندگی

پاسخ: خطای هر گره: برابر تعداد گره های مجاور، هم رنگ آن می باشد.

خطای یک پیکره بندی یا یک راه حل: برابر مجموع خطای گره ها می باشد (q)

محاسبه برازندگی برای یک پیکره بندی: بیشینه سازی عکس خطا $F(x)=1/q$

(ج) (۳ نمره) یک عملگر مناسب به منظور آمیزش

پاسخ: هر نوع Crossover که بر روی رشته ای از اعداد صحیح قابل اعمال است مثل 1-point, n-point, uniform

(د) (۳ نمره) یک عملگر مناسب به منظور جهش

پاسخ: هر نوع جهشی که قابل اعمال بر روی رشته ای از اعداد صحیح باشد مثلاً هر تغییر ژن به یکی از اعداد مجموعه $\{1,2,3\}$ با احتمال $\frac{1}{n}$ که n طول کروموزوم می باشد. یا انتخاب دو ژن به صورت تصادفی و تعویض محتویات آنها (Swap)

(ه) (۳ نمره) یک مکانیزم انتخاب مناسب

پاسخ:

انتخاب والد: $k = \mu$ بار و هر بار دو کروموزوم را به طور تصادفی از جمعیت انتخاب کن و از بین این دو، کروموزوم با برازندگی بیشتر را انتخاب کن.

انتخاب بازمانده (جایگزینی): کل جمعیت در هر تکرار با فرزندان آنها جانشین می شود (Generational).

البته هر مکانیزمهای دیگری را نیز می توان به کار برد و این یک نمونه از آنهاست.

(و) (۳ نمره) یک روش برای ایجاد جمعیت اولیه

پاسخ:

جمعیت اولیه به طور تصادفی ایجاد می شود. تولید K (اندازه جمعیت) رشته به طول n به طور تصادفی که هر مکان از رشته با احتمال برابر با 1 یا 2 یا 3 پر می شود.

(ز) (۳ نمره) یک شرط توقف

اگر بعد از 100 مرحله تکرار هیچ بهبودی در برازندگی بهترین فرد حاصل نشد توقف شود.

(ز) (۳ نمره) در مورد نحوه برخورد راه حل خود با محدودیت های مسئله (رنگ های متفاوت برای رئوس مجاور) بحث کنید.

پاسخ: محدودیت مسئله (رنگ های متفاوت برای رئوس مجاور) با استفاده از تابع برازندگی کنترل خواهد شد و اگر $q=0$ باشد یعنی راه حل مورد نظر پیدا شده و خطا برابر صفر است به عبارت دیگر یعنی هیچ دو راس مجاور هم رنگ نیستند.

می خواهیم n وزیر را بر روی یک صفحه شطرنج طوری قرار دهیم که هیچ دو وزیری نتوانند یکدیگر را تهدید کنند، یک الگوریتم تکاملی مناسب برای حل این مسئله ارائه نمایید و هر یک از موارد زیر را به دقت مشخص کنید.

(الف) (۲ نمره) یک نحوه باز نمایی (ساختار کروموزوم ها و نگاشت میان کروموزوم ها و پیکره بندی صفحه)

پاسخ:

فضای فنوتایپ: یک پیکره بندی از صفحه $n*n$

۳	۱	۸	۰۰۰	
---	---	---	-----	--

فضای ژنوتایپ (ساختار کروموزوم ها): یک جایگشت از اعداد 1 تا n

(A permutation of the numbers 1 - n)

این ساختار را به این شکل می توان به فضای فنوتایپ نگاشت کرد که به عنوان مثال عدد 3 نشان دهنده این است که در پیمایش ستون های صفحه شطرنج از چپ به راست اولین وزیر در سطر سوم قرار دارد و

(ب) (۲ نمره) تابع برازندگی

پاسخ:

خطای هر وزیر: برابر است با تعداد وزیر های تحت حمله آن

خطای یک پیکره ندی: برابر است با مجموع خطای تمام وزیرها (q)

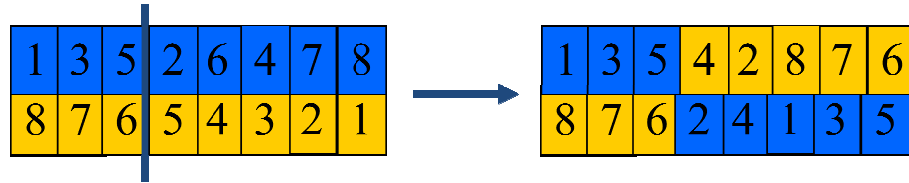
تابع برازندگی: بیشینه سازی عکس خطا $F(x)=1/q$

(ج) (۲ نمره) یک عملگر مناسب جهت آمیزش

پاسخ: ترکیب نمون دو جایگشت در دو جایگشت جدید (Cut and cross fill Crossover)

- یک نقطه Crossover به صورت تصادفی انتخاب کن
- بخش های اول را در فرزندان کپی کن
- بخش دوم هر فرزند را با درج مقادیر از والد دیگر ایجاد کن
 - به ترتیب وقوع مقادیر
 - با شروع از مکان بعد از نقطه Crossover
 - با پرش از روی مقادیر موجود در فرزند.

مثلا همانند شکل صفحه بعد (البته برای ۸ وزیر)



باز هم میتوان از Crossover های دیگری که مخصوص جایگشت هاست استفاده نمود مثل Order 1، PMX، Cycle Crossover و آمیزش لبه

(د) (۲ نمره) یک عملگر مناسب جهت جهش

پاسخ: جهش تعویضی در جایگشت ها (Swap)

مثلا جابه جا نمودن دو مکان به صورت تصادفی (مثلا به شکل زیر)



البته می توان از جهش های دیگری که مخصوص جایگشت هاست نیز استفاده کرد مثل جهش درجی، جهش وارونه سازی و جهش Scramble

(د) (۲ نمره) یک مکانیزم انتخاب مناسب

پاسخ:

انتخاب والد: مثلا ۵ والد را انتخاب کن و ۲ تای بهتر را برای انجام Crossover برگزین

انتخاب بازمانده (جایگزینی): هنگام درج یک فرزند جدید در جمعیت، به روش زیر یک عضو موجود را برای جایگزینی انتخاب کن

- کل جمعیت را بر اساس برازندگی به صورت نزولی مرتب کن
- لیست را به ترتیب از بالا به پایین پیمایش کن
- فرزند جدید را با اولین عنصری که برازندگی آن کمتر از برازندگی فرزند داده شده می باشد جایگزین کن.

(ه) (۲ نمره) یک شرط توقف

پاسخ: مثلا ارزیابی ۱۰۰۰۰ برازندگی یا حل مسئله

دو والد زیر که هر کدام جایگشتی از اعداد ۱ الی ۹ می باشد را در نظر بگیرید.

P1= (925483716)

P1= (629138745)

(الف) (۵ نمره) Crossover از نوع PMX را محاسبه کنید. در شرایطی که بخش تصادفی به شکل زیر

انتخاب شده باشد.

9	2	5	4	8	3	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

6	2	9	1	3	8	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---

پاسخ:

گام ۱:

9	2	5	4	8	3	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

6	2	9	1	3	8	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---



			4	8	3	7		
--	--	--	---	---	---	---	--	--

			1	3	8	7		
--	--	--	---	---	---	---	--	--

گام ۲:

9	2	5	4	8	3	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

6	2	9	1	3	8	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---



			4	8	3	7	1	
--	--	--	---	---	---	---	---	--

			1	3	8	7	4	
--	--	--	---	---	---	---	---	--

گام ۳:

9	2	5	4	8	3	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

6	2	9	1	3	8	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---



6	2	9	4	8	3	7	1	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---

9	2	5	1	3	8	7	4	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

(ب) (۵ نمره) Crossover از نوع لبه (Edge) را محاسبه کنید.

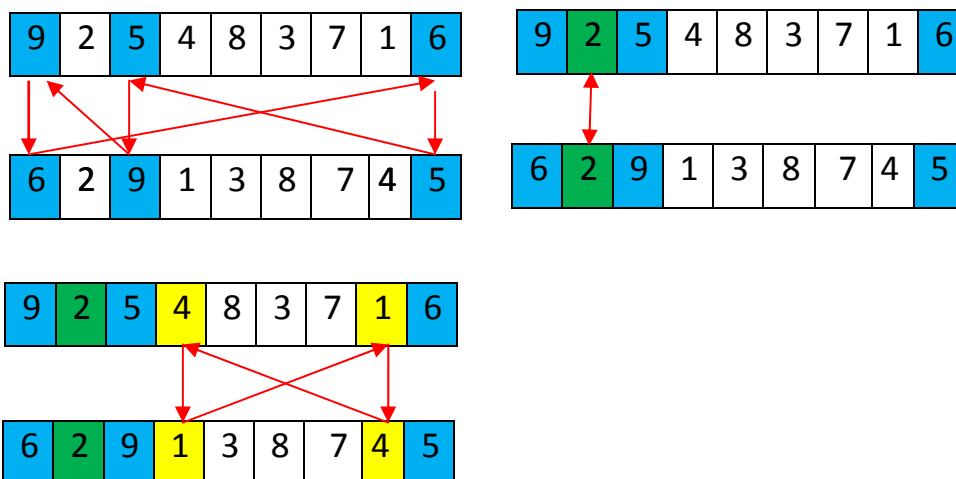
پاسخ: ابتدا همسایه های هر عنصر را در جدول زیر استخراج شده است

Element	Edge	Element	Edge
1	6,7,9,3	6	1,9,5,2
2	9+,5,6	7	3,1,8,4
3	8+,7,1	8	4,3+,7
4	5+,8,7	9	6,2+,1
5	2,4+,6		

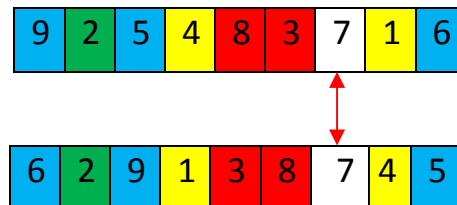
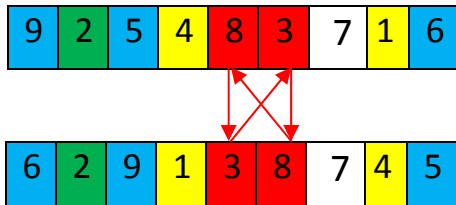
Choices	Element	Reason	Partial result
ALL	1	Random	[1]
6,7,9,3	3	Random(both have 2 items in list)	[1,3]
8,7	8	Common edge	[1,3,8]
4,7	7	Shortest list	[1,3,8,7]
4	4	Only item in list	[1,3,8,7,4]
5	5	Only item in list	[1,3,8,7,4,5]
2,6	2	Random(both have 2 items in list)	[1,3,8,7,4,5,2]
9,6	9	Common edge	[1,3,8,7,4,5,2,9]
6	6	Last element	[1,3,8,7,4,5,2,9,6]

(ج) (۵ نمره) Crossover از نوع Cycle را محاسبه کنید.

ابتدا سیکل ها را پیدا می کنیم



صفحه بعد



9		5						6
---	--	---	--	--	--	--	--	---

9	2	5						6
---	---	---	--	--	--	--	--	---

9	2	5	4					1	6
---	---	---	---	--	--	--	--	---	---

9	2	5	4	3	8			1	6
---	---	---	---	---	---	--	--	---	---

9	2	5	4	3	8	7		1	6
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---

- سیکل ۱ را از والد اول اضافه می کنیم.
- سیکل ۲ را از والد دوم اضافه می کنیم.
- سیکل ۳ را از والد اول اضافه می کنیم.
- سیکل ۴ را از والد دوم اضافه می کنیم.
- سیکل ۵ را از والد اول اضافه می کنیم.

اگر به همین ترتیب از اولین مقدار در ولد دوم شروع کنیم می توانیم فرزند دوم را به روش مشابه ایجاد کنیم.

4) مزیت استفاده از کد گری جهت باز نمایی به شکل رشته ای از بیت ها چیست (۲ نمره)؟

اگر از روش کد گری استفاده کنیم یک جهش باعث اختلاف بسیار زیاد نمی شود به عبارتی تغییرات کوچک در ژنوتایپ باعث ایجاد تغییرات کوچکی در فنوتایپ می شود چرا که در آن اعداد متوالی تنها در یک بیت اختلاف دارند.

6.5	2.3	7.3	2.8	1.0	2.6
4.7	0.9	2.1	5.1	2.8	5.6

5) دو کروموزوم زیر را در نظر بگیرید.

(الف) (۲ نمره) دو فرزند را با استفاده از whole arithmetic crossover ایجاد کنید در صورتی که $\alpha = 0.4$ باشد.

پاسخ:

child 1	child 2
5.4	5.8
1.5	1.7
4.2	5.2
4.2	3.7
2.1	1.7
4.4	3.8

(ب) (۲ نمره) دو فرزند را با استفاده از simple arithmetic crossover ایجاد کنید در صورتی که $\alpha = 0.3$ باشد و crossover point بعد از ژن دوم می باشد.

پاسخ:

child 1	child 2
6.5	4.7
2.3	0.9
3.7	5.7
4.4	3.5
2.3	1.5
4.7	3.5

(ج) (۲ نمره) دو فرزند را با استفاده از single arithmetic crossover ایجاد کنید در صورتی که $\alpha = 0.4$ باشد و چهارمین ژن به صورت تصادفی انتخاب شده باشد.

پاسخ:

child 1	child 2
6.5	4.7
2.3	0.9
7.3	2.1
4.2	3.7
1.0	2.8
2.6	5.6

6 فرض کنید به دنبال تابعی مانند f هستیم به طوری که برای هر i در جدول مقابل داشته باشیم $f(x_i) = y_i$

i	1	2	3	4	5
x_i	1	3	5	7	9
y_i	1	5	8	11	14

(الف) (۳ نمره) استدلال کنید چرا استفاده از برنامه نویسی ژنتیک برای حل این مسئله مناسب است.

پاسخ:

برنامه نویسی ژنتیک برای حل این مسئله مناسب است چرا که مسئله چیزی شبیه به یادگیری ماشین می باشد به عبارتی از آن جایی که ما ورودی و خروجی را داریم و به دنبال مدلی مناسب هستیم که به ازای هر ورودی خروجی درستی تولید کند، syntax برنامه نویسی ژنتیک برای نمایش این مدل ها مناسب است.

(ب) (۳ نمره) یک مجموعه از توابع و یک مجموعه از ترمینال ها برای حل این مسئله در GP ارائه کنید.

پاسخ:

مجموعه توابع: استفاده از توابع ریاضی $F = \{+, -, /, 1/x, \sqrt{x}, \log x, x^2\}$

مجموعه ترمینال ها: اعداد حقیقی $T = \mathbb{R} \cup \{x\}$

(ج) (۴ نمره) یک تابع برازندگی مناسب برای این مسئله مشخص کنید.

پاسخ:

خطای یک راه حل: برابر $\sum_{i=1}^n |g(x_i) - y_i|$ می باشد (q)

تابع برازندگی: بیشینه سازی عکس خطا $1/q$

(۱۵ نمره) تابع برازندگی زیر را در نظر بگیرید (X بیانگر یک رشته باینری است)

7

تعداد یک هائی که هر دو بیت مجاوشان برابر صفر باشد $F(x)$

مثلا $f(010110100)=2$ و $f(100011011)=0$ و $f(010101010)=4$ توجه کنید که یک هائی که در ابتدا و انتهای

رشته بیتی قرار دارند محسوب نمی شوند. اکنون فرض کنید که طراحی الگوریتم ژنتیک ما به صورت زیر باشد

۱- یک جمعیت اولیه شامل 4 رشته 9 بیتی به صورت تصادفی ایجاد کن.

۲- دو عضو بدتر را دور بیداز

۳- با استفاده از دو عضو باقیمانده عمل آمیزش تک نقطه ای را انجام بده - دو فرزند حاصل را

به همراه والدینشان جمعیت بعدی را تشکیل می دهند.

۴- به طور تصادفی بر روی یک بیت از رشته در جمعیت عمل جهش را انجام بده

۵- به مرحله 2 برو

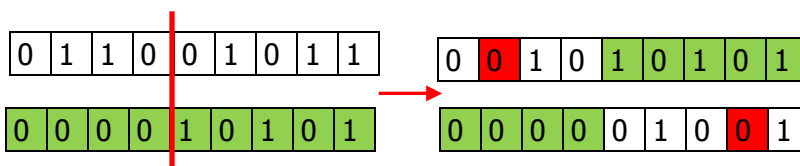
با جمعیت اولیه زیر شروع کنید و دو نسل بعدی را با توضیح مربوط به نحوه ایجاد هر فرد مانند زیر نشان دهید.

Generation0	توضیحات
0 1 1 1 1 0 1 1 0	به طور تصادفی ایجاد شده است
0 1 1 0 0 1 0 1 1	به طور تصادفی ایجاد شده است
1 0 1 1 0 1 1 1 0	به طور تصادفی ایجاد شده است
0 0 0 0 1 0 1 0 1	به طور تصادفی ایجاد شده است

پاسخ:

Generation0	توضیحات
0 1 1 1 1 0 1 1 0	برازندگی = 0 ✗ به طور تصادفی ایجاد شده است
0 1 1 0 0 1 0 1 1	برازندگی = 1 به طور تصادفی ایجاد شده است
1 0 1 1 0 1 1 1 0	برازندگی = 0 ✗ به طور تصادفی ایجاد شده است
0 0 0 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 2 به طور تصادفی ایجاد شده است

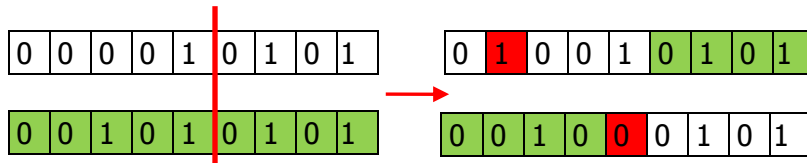
حال دو عضو بدتر را دور انداختیم و عمل آمیزش را انجام میدهم و بعد هم جهش را با رنگ قرمز نشان داده ایم



نسل اول

Generation1	توضیحات
0 1 1 0 0 1 0 1 1	برازندگی = 1 ✗ دور می اندازیم
0 0 0 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 2
0 0 1 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 3
0 0 0 0 0 1 0 0 1	برازندگی = 1 ✗ دور می اندازیم

حال دو عضو بدتر را دور انداختیم و عمل آمیزش را انجام می دهیم و بعد هم جهش



نسل دوم

Generation1	توضیحات
0 0 0 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 2
0 0 1 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 3
0 1 0 0 1 0 1 0 1	برازندگی = 3
0 0 1 0 0 0 1 0 1	برازندگی = 2

تفاوت ها و شباهت های الگوریتم های ژنتیک و برنامه نویسی ژنتیک را از نظر نوع مسائلی که بر آنها اعمال می شوند، نحوه باز نمایی افراد در جمعیت، نقش جهش و نقش آمیزش در یک جدول مانند زیر مقایسه کنید.

8

معیار / الگوریتم تکاملی	الگوریتم ژنتیک	برنامه نویسی ژنتیک
نوع مسئله	بهینه سازی	مدل سازی، یاد گیری ماشین
نحوه باز نمایی	ساختمان داده خطی مثل رشته ای از بیت ها یا اعداد صحیح	غیر خطی مثل درخت، گراف
نقش جهش	exploitation	exploitation
نقش آمیزش	exploration	exploitation و Exploration

(۵ نمره) در برنامه نویسی ژنتیک (GP) با افزایش اندازه جمعیت (اندازه درخت) چه مشکلاتی به وجود می آید و روش های برخورد با این مشکل را بیان کنید.

پاسخ: با افزایش اندازه درخت مشکل "Bloat = survival of the fittest" به وجود می آید، چون درخت های بزرگ Fitness بهتری دارند، پس احتمال انتخاب شدنشان بالا می رود.
راه های برخورد:

- جلوگیری از انجام عملگر هائی که ممکن است فرزندان بسیار بزرگ ایجاد کنند.
- فشار Parsimony: جریمه برای اندازه بیش از حد.

(الف) (۵ نمره) چرا در برنامه نویسی ژنتیک (GP) اغلب از عملگر crossover استفاده می شود ولی از جهش mutation استفاده نمی شود؟

پاسخ: چون که crossover در GP بعضی از خصوصیات جهش را نیز دارد و به همین جهت ممکن است در فرزندان اطلاعات جدیدی ایجاد کند که والدین فاقد آن اطلاعات باشند لذا چندان نیازی به mutation نمی باشد.
(ب) (۵ نمره) crossover تک نقطه ای را با uniform crossover مقایسه کنید.

پاسخ:

در crossover تک نقطه ای پدیده تبعیض مکانی (positional bias) وجود دارد، یعنی ژن های نزدیک به هم با احتمال بیشتری در کنار هم باقی می مانند ولی در uniform crossover تبعیض مکانی از بین می رود. چرا که در این نوع crossover فرزندان مقدار هر ژن (alleles) خود را با احتمال 50% از پدر (یا مادر) خود می گیرند.

(ج) (۵ نمره) منظور تئوری No Free Lunch چیست؟

پاسخ:

یعنی عملکرد هیچ الگوریتمی به طور متوسط روی همه مسائل، نمی تواند بهتر از عملکرد جستجوی تصادفی باشد. به عبارت دیگر نمایش منحنی عملکرد EA همواره در بالای منحنی عملکرد جستجوی تصادفی اساسا نادرست می باشد.

اگر در یک الگوریتم تکاملی فقط از crossover تک نقطه ای بر روی رشته ای از صفر و یک استفاده کنیم و از جهش استفاده نکنیم ممکن است هرگز به جواب بهینه نرسیم این مسئله را با استفاده از جمعیت (راه حل) فرضی نشان داده و توضیح دهید.

1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---

0	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---

1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---

1	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---

0	1	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---

پاسخ:

Crossover تک نقطه ای هیچ وقت اطلاعات جدید را در ژن ها

ایجاد نمی کند. به عنوان مثال با توجه به جمعیت (راه حل) فرضی،

اگر راه حل بهینه نیاز داشته باشد که ژن سوم آن صفر باشد و راه حل

های موجود هیچ کدام مقدار ژن سوم شان صفر نباشد آنگاه با عمل crossover تک نقطه ای هیچ وقت نمی توان مقدار ژن سوم را به صفر تبدیل کرد تا به راه حل بهینه برسیم.

۵ نمره) مفهوم دو عبارت Exploration و Exploitation را در الگوریتم های تکاملی توضیح دهید.

پاسخ:

Exploration: تولید افراد جدید در نواحی آزمایش نشده از فضای جستجو

Exploitation: تمرکز جستجو در نزدیکی راه های خوب

توضیح این که در الگوریتم های ژنتیک crossover بیشتر نقش Exploration را دارد و جهش بیشتر نقش

Exploitation را دارد و دیگر این که در فرایند جستجوی تکاملی باید بین این دو توازن برقرار شود چرا که

Exploration زیاد: عدم کارایی جستجو، جواب بهینه

Exploitation زیاد: افزایش میزان حریصانه بودن جستجو، جواب زیر بهینه

نکته: در الگوریتم های تکاملی انتخاب (Selection) نقش Exploitation را دارد چرا که چیز جدیدی را

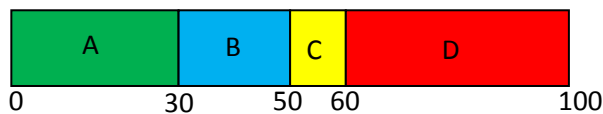
انتخاب نمی کنیم، فقط از قبلی ها خوب ها را انتخاب می کنیم.

13

فرض کنید در یک مسئله تکاملی 4 راه حل A، B، C و D به ترتیب با میزان برازندگی 30، 20، 10 و 40 داریم، که راه حل با بیشترین برازندگی بهترین است، با توجه به متد هائی که برای انتخاب والدین (به اندازه جمعیت اولیه) جهت تولید نسل بعدی ارائه شده اند مشخص کنید که در هر مورد (به ترتیب) کدام راه حل ها انتخاب می شوند.

(الف) (۵ نمره) انتخاب چرخ رولت با چهار عد تصادفی 80، 10، 70 و 20 تولید شده در بازه 0 و 100

پاسخ: (به ترتیب از چپ به راست) A, D, A, D انتخاب می شوند.



(ب) (۵ نمره) انتخاب Stochastic universal sampling (SUS) با عدد تصادفی 20 تولید شده در بازه 0 و 25

پاسخ: (به ترتیب از چپ به راست) A, B, D, D انتخاب می شوند.

(ج) (۵ نمره) انتخاب Tournament با چهار جفت (A,C)، (D,B)، (A,B) و (B,C) که به صورت تصادفی از مجموعه راه حل ها انتخاب شده اند. انتخاب شده اند.

پاسخ: (به ترتیب از چپ به راست) A, D, A, B انتخاب می شوند.

14

مسئله مربع جادویی را در نظر بگیرید که می خواهیم به وسیله پردازش تکاملی حل کنیم. در این مسئله جدولی به اندازه 10×10 داریم که می خواهیم اعداد 0 تا 99 را در خانه های آن قرار دهیم که شرایط زیر بایستی برقرار شود.

- هر عدد فقط یکبار در یکی از خانه های جدول می تواند قرار بگیرد
- مجموع اعداد در تمام سطر ها یکسان خواهد بود
- مجموع اعداد در تمام ستون ها یکسان خواهد بود
- مجموع اعداد در دو قطر نیز یکسا خواهد بود

یک الگوریتم تکاملی مناسب برای حل این مسئله ارائه نمایید

(الف) (۳ نمره) یک نحوه باز نمایی (ساختار کروموزوم ها و نحوه نگاشت میان کروموزوم ها و پیکربندی صفحه)

فضای ژنوتایپ (ساختار کروموزوم): جدولی به اندازه 10×10 که در هر یک از خانه های آن یکی از اعداد

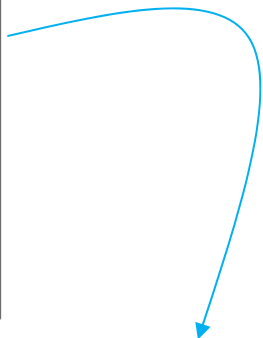
0 تا 99 قرار دارد. به عبارت دیگر اگر سطر ها یا ستون های جدول را در ادامه همدیگر قرار دهیم یک

جایگشت از اعداد 0 تا 99 بایستی داشته باشیم.

فضای فنوتایپ = فضای ژنوتایپ

به همین جهت نیازی به نگاشت میان کروموزوم ها و پیکربندی صفحه نمی باشد.

98	0	23	12	8	16	1	5	35	67
42	2	21	55	41	31	11	3	20	38
...									



98	0	23	12	8	16	1	5	35	67	42	2	21	55	41	31	11	3	20	38	...
----	---	----	----	---	----	---	---	----	----	----	---	----	----	----	----	----	---	----	----	-----

تبدیل جدول به یک رشته به طول 100 (جایگشتی از اعداد 0 تا 99)

(ب) (۳ نمره) تابع برازندگی

تابع برازندگی: تعداد سطر هائی که حاصل جمع شان مساوی است + تعداد ستون هائی که حاصل جمع شان مساوی

است + ۲ (در صورتی که حاصل جمع دو قطر برابر باشد)

(ج) (۳ نمره) یک عملگر مناسب به منظور آمیزش

اگر کروموزوم را به شکل یک جدول 10×10 فرض کنیم شاید انتخاب یک Crossover مناسب مشکل باشد

ولی می توان با قرار دادن سطر های جدول در ادامه هم که یک رشته به طول 100 (جایگشتی از اعداد 1 تا

100) خواهیم داشت که میتوان از Crossover های مخصوص جایگشت استفاده نمود مثل Order 1، PMX،

Cycle Crossover و آمیزش لبه

و بعد از انجام Crossover دوباره رشته مورد نظر را به جدول تبدیل می کنیم.

(د) (۳ نمره) یک عملگر مناسب به منظور جهش

اگر کروموزوم را به شکل یک جدول 10×10 فرض کنیم: عوض کردن جای دو سطر (Swap)
اگر جدول را به رشته ای به طول 100 تبدیل کنیم: می توان از هر جهشی که مخصوص جایگشت هاست
استفاده کرد مثل جهش درجی، جهش وارونه سازی و جهش Scramble

(ه) (۳ نمره) یک مکانیزم انتخاب مناسب

پاسخ:

انتخاب والد: $k = \mu$ بار و هر بار دو کروموزوم را به طور تصادفی از جمعیت انتخاب کن و از بین این دو،
کروموزوم با برازندگی بیشتر را انتخاب کن.

انتخاب بازمانده (جایگزینی): کل جمعیت در هر تکرار با فرزندان آنها جانشین می شود (Generational).
البته هر مکانیزمهای دیگری را نیز می توان به کار برد و این یک نمونه از آنهاست.

(و) (۳ نمره) یک روش برای ایجاد جمعیت اولیه

پاسخ: جمعیت اولیه به طور تصادفی ایجاد می شود.

(ز) (۳ نمره) یک شرط توقف

اگر بعد از 100 مرحله تکرار هیچ بهبودی در برازندگی بهترین فرد حاصل نشد توقف شود.

15 (۵ نمره) می دانیم عملگرهای منطقی نقیض (\neg) و عطف (\wedge) برای تعریف سایر عملگرهای منطقی کفایت
می کنند بنابراین مجموعه $\{\neg, \wedge\}$ برای بیان هر عبارت منطقی کافی به نظر می رسد. آیا این مجموعه کمینه
نسبت به مجموعه $\{\neg, \wedge, \rightarrow, \leftarrow\}$ در حل مسئله ای که پاسخ آن یک فرمول منطقی می باشد ارجحیت
دارد توضیح دهید.

پاسخ:

نه خیر. مجموعه ای که دارای عملگرهای بیشتری دارد (دومی) ارجحیت دارد.

زیرا عملگرهای بیشتری دارد و ساخت درخت هائی با اندازه کوچک را تسهیل می کند که در نتیجه پدیده
Bloat کمتر رخ می دهد.

"می توان آنلینگ شبیه سازی شده را نوعی الگوریتم تکاملی در نظر گرفت"

در رد یا قبول این جمله استدلال کنید (در هر مورد ذکر سه دلیل کافی است).

پاسخ: درست است به دلایل زیر

- ۱- همانند الگوریتم های تکاملی ابزاری قوی برای حل مسائل بهینه سازی ترکیباتی می باشد
- ۲- SA با $T=0$ در تمام مواقع تپه نوردی است و تپه نوردی یک الگوریتم ژنتیک با $\mu = 1$ است پس SA را می توان یک الگوریتم تکاملی در نظر گرفت
- ۳- دمای اولیه در آنلینگ شبیه سازی تصادفی انتخاب می شود همانند مقدار دهی جمعیت اولیه به صورت تصادفی در EA

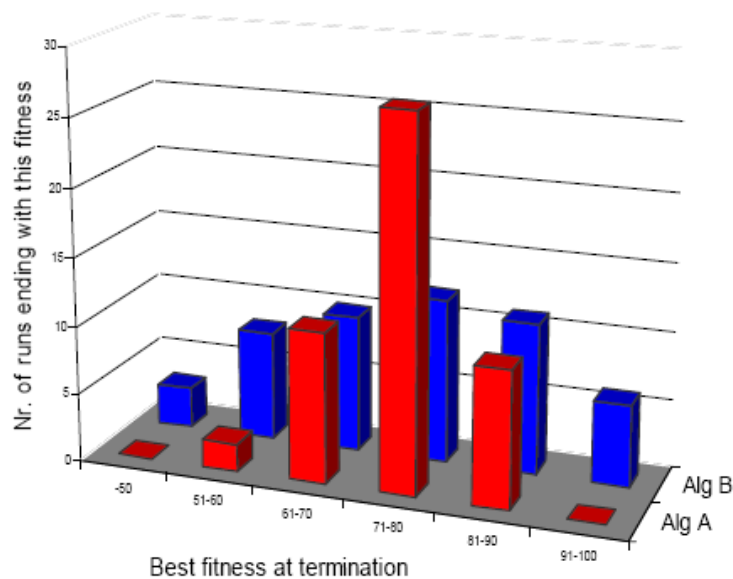
۴- در آنلینگ شبیه سازی ΔE (اختلاف دما) همانند تابع برازندگی در EA عمل می کند.

۵- در SA دما را هر بار تنظیم می کنیم تا به جواب بهینه برسیم همانند مکانیزم انتخاب در EA

17 (10 نمره) برای حل یک مسئله دو الگوریتم به نام های A و B وجود دارند به توجه به نمودار زیر بگویید هر یک

از این الگوریتم ها در چه صورتی از دیگری بهتر است چرا؟

این مسئله مربوط به فصل چهاردهم می باشد (خودتان پاسخ دهید)



18 (۱۰ نمره) استدلال زیر را در نظر بگیرید

"یک الگوریتم تکاملی می تواند بدون مکانیزم انتخاب مبتنی بر برازندگی کار کند. مثلا در استراتژی های تکاملی انتخاب والدین متناسب با برازندگی نیست و الگوریتم های ژنتیک (GGA) (generational GAs) در انتخاب بازمانده از برازندگی (fitness) استفاده نمی کنند."

آیا این استدلال درست است؟ توضیح دهید.

پاسخ: حداقل یکی از آنها (انتخاب والدین یا انتخاب بازمانده ها) بایستی متناسب با برازندگی باشد. اگر هر دو مورد متناسب با برازندگی نباشد نگاه به صورت تصادفی حرکت می کنیم که الگوریتم تکاملی نیست.

19 (۱۰ نمره) جمله زیر را در نظر بگیرید

"یک الگوریتم تکاملی نمی تواند بدون آمیزش (or crossover) کار کند."

آیا این جمله درست است یا نه؟ توضیح دهید.

پاسخ: مطمئنا درست نیست. برنامه نویسی تکاملی (EP) بدون آمیزش یا همان crossover کار می کند.

نکته: الگوریتم تکاملی تنها با جهش ممکن است ولی تنها با crossover کار نمی کند.