



دانشگاه اصفهان

دانشکده مهندسی کامپیوتر

عنوان:

تمرین اول هوش محاسباتی: الگوریتم‌های ژنتیک

Genetic Algorithms

نگارش

دانیال شفیعی

مهدی مهدیه

امیررضا نجفی

استاد راهنما

دکتر کارشناس

اسفند ۱۴۰۳

فهرست مطالب

۰	مقدمه	۲
۱	مبانی و مفاهیم الگوریتم ژنتیک	۲
۲	درک و حل مسائل با الگوریتم ژنتیک	۲
۳	پیاده‌سازی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل الگوریتم ژنتیک	۵

۰ مقدمه

هدف از این تمرین آشنایی بیشتر با الگوریتم‌های ژنتیک و استفاده‌ی بیشتر از آن‌ها در کاربردهای عملی است.

۱ مبانی و مفاهیم الگوریتم ژنتیک

۲ درک و حل مسائل با الگوریتم ژنتیک

۱. (آ) طول $n \times \frac{n-1}{2}$

(ب)

۲. (آ) ژن‌ها را به تابع fitness می‌بریم:

$$\text{fit}(x_1) = 6 + 5 - 4 - 1 + 3 + 5 - 3 - 2 = 9$$

$$\text{fit}(x_2) = 8 + 7 - 1 - 2 + 6 + 6 - 0 - 1 = 23$$

$$\text{fit}(x_3) = 2 + 3 - 9 - 2 + 1 + 2 - 8 - 5 = -16$$

$$\text{fit}(x_4) = 4 + 1 - 8 - 5 + 2 + 0 - 9 - 4 = -19$$

به ترتیب x_2, x_1, x_3 و x_4 برازنده هستند.

(ب) عملیات ترکیب

• ترکیب نقطه‌ای: در این روش به دو فرزند جدید می‌رسیم.

$$x_{21} = 8712|3532$$

$$x_{21} = 6541|6601$$

- ترکیب دو نقطه‌ای: با استفاده از این روش به دو فرزند جدید می‌رسیم. ما فرض می‌کنیم منظور از نقاط b و f یعنی بعد از این نقاط ترکیب اتفاق می‌افتد

$$x_{131} = 65|9212|35$$

$$x_{313} = 23|4135|85$$

- ترکیب یکنواخت: برای انجام این ترکیب نیازمند به یک ماسک هستیم. این ماسک یک ژن تصادفی با مقادیر دودویی است که نشانگر این است که آن ژن را از کروموزوم اول بگیریم یا دوم. که انتخاب اول یا دوم هم احتمال است. ما با استفاده از

برنامه ۱: تولید ماسک تصادفی

```

۱ import random
۲ mask = ''.join(random.choice('01') for _ in range(8))
۳ print(mask)

```

یک رشته‌ی تصادفی از ۰ و ۱ تولید می‌کنیم. ما فرض می‌کنیم ۰ معادل رشته‌ی اول و ۱ معادل رشته‌ی سوم باشد.

$$\text{mask} = 01001010$$

$$x_{13} = 8|3|12|1|6|8|1$$

$$x_{31} = 2|7|92|6|2|0|5$$

(ج) برازش فرزندان: با استفاده از تکه کد زیر برازندگی هر فرزند را محاسبه می‌کنیم:

برنامه ۲: محاسبه‌ی برازندگی

```

۱ chromosome = input()
۲ a, b, c, d, e, f, g, h = [int(char) for char in chromosome]
۳ fitness = a + b - c - d + e + f - g - h
۴ print(fitness)

```

$$\text{fit}(x_{21}) = 87123532 = 15$$

$$\text{fit}(x_{21}) = 65416601 = 17$$

$$\text{fit}(x_{131}) = 65921235 = -5$$

$$\text{fit}(x_{313}) = 23413585 = -5$$

$$\text{fit}(x_{23}) = 83121681 = 6$$

$$\text{fit}(x_{32}) = 27926205 = 1$$

تعبیر بهتر شدن و بدتر شدن تعبیر نا دقیقی است. ما دو شاخص را برای بهتر شدن و بدتر شدن در نظر می‌گیریم.

۱. بالاترین برازندگی: در والدها بالاترین برازندگی ۲۳ بود که به ۱۷ کاهش یافت یعنی بدتر شده.

۲. میانگین برازندگی: در شرایط قبلی برازندگی معادل $\frac{9+23-16-19}{4} = \frac{-3}{4} = -0.75$ می‌شود و در فرزندان $\frac{15+17-5-5+6+1}{6} = \frac{29}{6} \approx 4.83$ می‌شود که رشد قابل توجهی است.

(د) برای بیشینه کردن برازندگی، ژن‌های a, b, e و f باید مقدار ۹ داشته باشند و c, d, g و h باید مقدار ۰ را داشته باشند. برازندگی بهینه برابر $36 = 4 \times 9 - 0$ می‌شود.

(ه) ما سعی کردیم بهترین ترکیب را بسازیم و آن $x_{\text{optimal}} = 87116601$ خواهد بود که برازندگی آن ۲۴ خواهد شد. پس نمی‌توان بدون جهش به نقطه‌ی بهینه رسید و حداقل ۱۲ تا فاصله با نقطه‌ی برازندگی وجود خواهد داشت.

۳. (آ) مقدار برازندگی به ازای هر x:

$$\text{fit}(x_1) = 1 - 4 + 7 = 4$$

$$\text{fit}(x_2) = 8 - 16 + 7 = -1$$

$$\text{fit}(x_3) = 27 - 36 + 7 = -2$$

$$\text{fit}(x_4) = 64 - 64 + 7 = 7$$

(ب) بله. می‌توانیم با اضافه کردن $c \geq 2$ $\forall c$ همه‌ی مقدارها را نامنفی کنیم. مثلاً اگر $c = 3$ در نظر بگیریم رابطه‌ی برازندگی $\text{fit}(x) = x^3 - 4x^2 + 10$ خواهد شد.

(ج) به هر برازندگی مقدار ثابت ۲ اضافه می‌شود پس

$$\text{TotalFitness} = (4 + 3) \times 2 + (-1 + 3) \times 3 + (-2 + 3) \times 3 + (7 + 3) \times 2$$

$$= 14 + 6 + 3 + 20 = 43$$

(د) مقدار برازندگی نسبی برای هر نمونه‌ی x به صورت زیر خواهد شد:

$$P(x = 1) = \frac{7}{43} = 0.1628$$

$$P(x = 2) = \frac{2}{43} = 0.0465$$

$$P(x = 3) = \frac{1}{43} = 0.0233$$

$$P(x = 4) = \frac{10}{43} = 0.2326$$

(ه) مزیت تابع جدید این است که به ازای هر مقدار x، تابع برازندگی همواره نامنفی است. برای محاسبه‌ی $g(x)$ تمام مقادیر بدست آمده در بخش آ را به توان ۲ می‌رسانیم.

$$\text{fit}(x_1) = 4^2 = 16$$

$$\text{fit}(x_2) = (-1)^2 = 1$$

$$\text{fit}(x_3) = (-2)^2 = 4$$

$$\text{fit}(x_4) = 7^2 = 49$$

(و) تاثیر بر فشار انتخاب را توضیح بده!!!!!!
همچنین تاثیر آن در تنوع و همگرایی را بگو

۳ پیاده‌سازی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل الگوریتم ژنتیک جهت انتخاب بهترین ویژگی
برای مسئله‌ی واقعی دسته‌بندی مشتریان