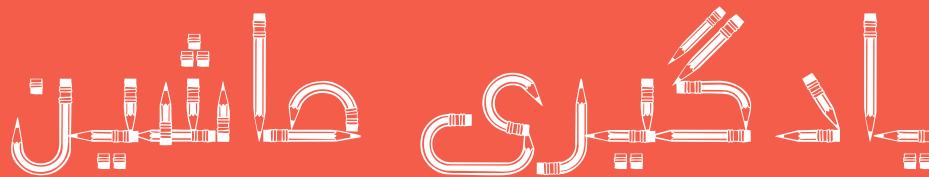
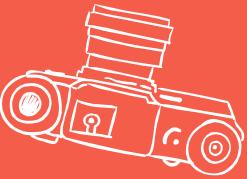
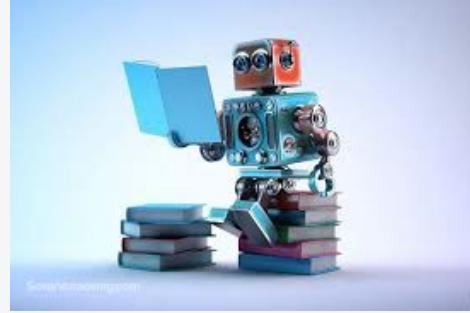


بە نام خەل





پردازش‌های تکاملی

آرش عبدی هجراندوست

arash.abdi.hejrandoost@gmail.com

دانشگاه علم و صنعت

دانشکده مهندسی کامپیوتر

نیم سال اول ۱۴۰۲-۱۴۰۳



پردازش تکاملی (Evolutionary Computing)

براساس ایده‌ی تکامل طبیعی و فرضیه‌ی داروین (قرن ۱۹ میلادی) X

- در هر جامعه‌ای، معمولاً افراد قوی‌تر می‌توانند بیشتر از منابع استفاده کنند و با احتمال بیشتری زنده می‌مانند، اما افراد ضعیفتر با احتمال کمتری باقی می‌مانند.

- به دلیل محدودیت منابع زیستی (فواراک و)، ممکن است امکان بقای همه موجودات فراهم نباشد و تنابع بقا سبب حذف ضعیفترها شود.

- افراد باقی‌مانده از هر نسل یک جامعه، تولید مثل کرده و فرزندانی تولید می‌کنند که نسل بعد را تشکیل می‌دهند.

- هر فرزند خصوصیات خود را از والدینش به ارث می‌برد.

- انتظار داریم افراد هر نسل از جامعه، قوی‌تر از افراد نسل قبل خود باشند.

- ممکن است جهش ژنتیکی (خ داده باشد و یکی از ژن‌های فرد به طور تصادفی تغییر کند.

- باعت تنویر و پراکندگی در افراد یک نسل می‌شود.

قدرتی تفاسیر

- ✖ تقابل فرضیه تکامل انواع و ثبوت انواع
- ✖ خلقت یا تکامل
- ✖ امکان اثبات فرضیه تکامل
 - عقلی و فلسفی؟
 - تجربی (مشاهده و تجربه)؟
- ✖ تقابل با عقاید دینی؟

انواع پردازش‌های تکاملی

Genetic Algorithm (GA)

- بازنمایی فضای ملت با آرایه ای با طول ثابت از بیت‌ها (یا integer)
- سادگی Crossover

Genetic Programming (GP)

- بازنمایی با ساختار درخت (اندازه متغیر)

Evolutionary Programming (EP)

- بازنمایی گرافی

Evolutionary Strategy (ES)

- بازنمایی با اعداد مقیقی (پیوسنه)
- طول جهش خود تطبیقی برای هر فرد

✖ جستجوی دسته جمیع پرندگان / مواد / زیورها و سایر جگ و
جانو(ها) (!)

✖ در عمل: ترتیب ایده های همه الگوریتم ها ممکن است و اتفاق
میفتد.

الگوریتم ژنتیک

چارچوب کلی یک الگوریتم ژنتیک (و همه الگوریتم های تکاملی) 

۱) تعیین (وش بازنمایی و تابع برازش (*fitness*)

۲) ایجاد جمیعت اولیه

۳) تکرار تا برقراری شرط فاتمه

۳-۱) ارزیابی جمیعت

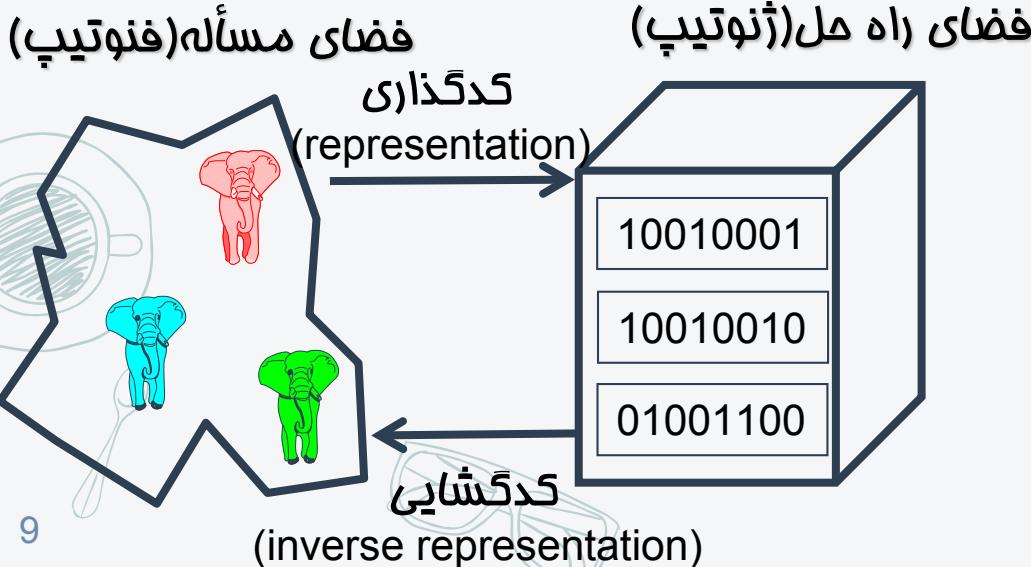
۳-۲) انتخاب والدین

۳-۳) اعمال عملکردهای ژنتیکی و تولید فرزندان

۳-۴) انتخاب بازماندگان

تعریف روش بازنمایی

- ×** هر وضعیت از مسئله را باید به صورت مناسبی مدل و ذخیره کرد.
- در فضای حالت گسترش: آرایه‌ای از صفرها و یک‌ها، آرایه‌ای از اعداد صحیع
 - فنوتیپ (*phenotype*): هر یک از وضعیت‌های واقعی مسئله
 - ژنوتیپ (*genotype*) یا گروموزوم: هر یک از آرایه‌های مدل‌کننده هر وضعیت
 - آن: هر یک از فیلدات یک گروموزوم



برای آنکه الگوریتم امکان یافتن جواب بهینه را داشته باشد روش بازنمایی باید تمام راه حل‌های ممکن را پوشش دهد.

تعیین تابع برازش

- هر حالت توسط تابع ارزیاب یا تابع برازش (تبه‌بندی می‌شود).
- یک تابع برازش باید برای حالت‌های بهتر، مقادیر بزرگ‌تر را برگرداند.
- هر چه یک کروموزوم به وضعیت هدف نزدیک‌تر باشد، برازنده‌گی آن بیشتر خواهد بود.

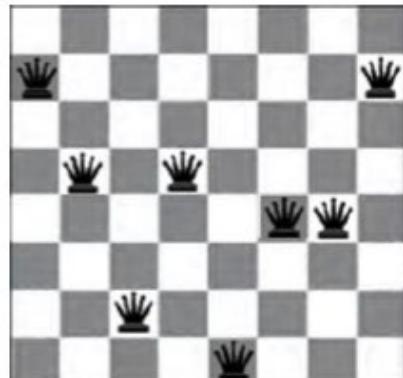
مثال ۸- وزیر

- بازنمایی: آرایه‌ای یک بعدی از ۸ المان که المان A^{h} آن نشان‌دهنده‌ی سطر وزیر ستون A^{h} است.

تابع برازش حالت ۱۱: تعداد زوچ وزیرهایی که در وضعیت ۱۱ همدیگر را تهدید نمی‌کنند.

در حالت نشان داده شده برابر با ۲۴ است.

ماکریم برازنده‌گی (برازنده‌گی وضعیت هدف)؟



الگوریتم ژنتیک

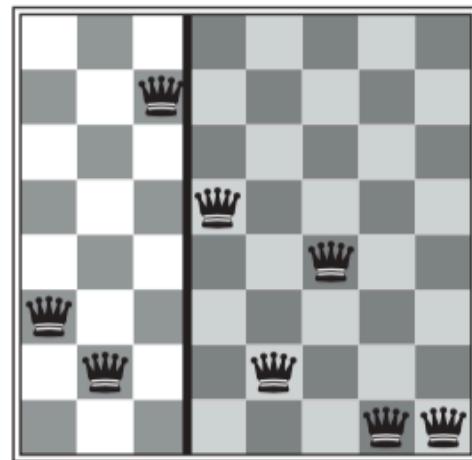
- ۱- k وضعيت را به طور تصادفي، به عنوان کروموزوهای نسل فعلی در نظر بگیر.
- ۲- تا وقتی که هیچ یک از افراد نسل فعلی، معادل هدف نیست مراحل زیر را تکرار کن. (یا هر شرط منطقی دیگر برای خاتمه ملقه)
- ۳-۱- مقدار برازنده‌ی هر یک از کروموزوهای نسل فعلی را محاسبه کن.
- ۴-۲- به هریک از کروموزوهای نسل فعلی، با توجه به مقدار برازنده‌ی اش، یک احتمال انتخاب نسبت بده، به طوری که **کروموزوم با برازنده بیشتر، احتمال انتخاب بیشتری داشته باشد**.
- ۵-۳- k کروموزوم را به طور تصادفي و با توجه به احتمال انتخاب‌شان، انتخاب کن (عمل selection). یک **کروموزوم چند بار می‌تواند انتخاب شود**.
- ۶-۴- کروموزوهای انتخاب شده را دو به دو با هم ترکیب کن و از ترکیب هر دو تای آنها، **دو فرزند** در نسل بعدی اضافه کن (عمل crossover یا ترکیب متقاطع).
- ۷-۵- برای آن‌هایی برای فرزندان را به طور تصادفي تغییر بده (عمل mutation یا جهش).
- ۸-۶- فرزندان تولید شده را به عنوان **نسل فعلی** در نظر بگیر و ملقه را تکرار کن.

عمل ترکیب متقاطع (Crossover)

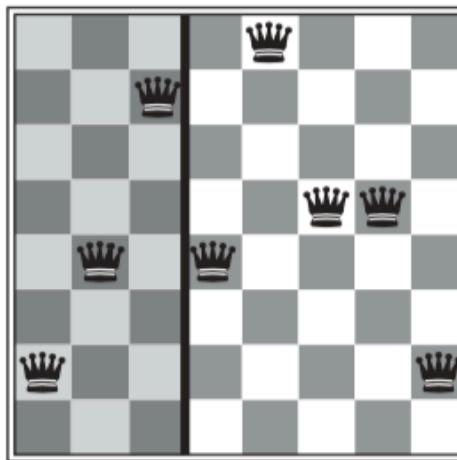
X دو کروموزوم والد به روش‌های مختلفی می‌توانند با هم ترکیب شوند و دو فرزند تولید کنند.

O ترکیب یک نقطه‌ای

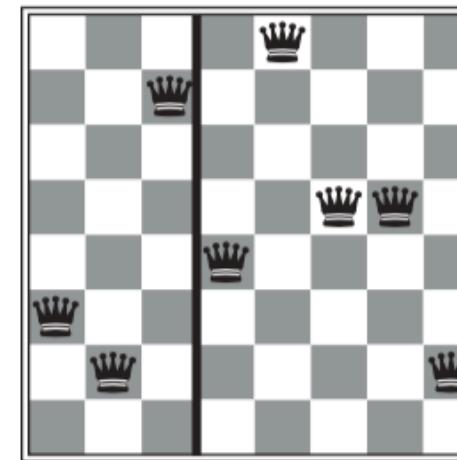
- انتخاب یک نقطه از موقعیت‌های داخل کروموزوم‌ها به‌طور تصادفی
- تولید فرزندان از برخورد کروموزوم‌های والد در نقطه‌ی پیوند



+



=



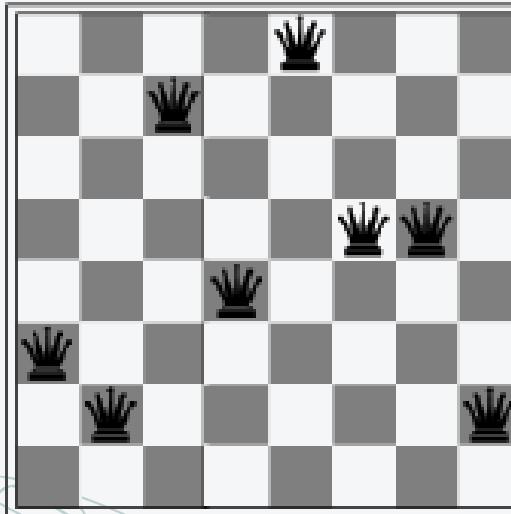
6	7	2	4	7	5	8	8
---	---	---	---	---	---	---	---

7	5	2	5	1	4	4	7
---	---	---	---	---	---	---	---

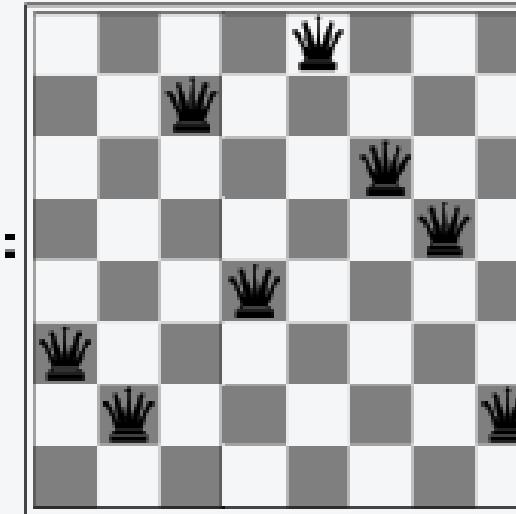
6	7	2	5	1	4	4	7
---	---	---	---	---	---	---	---

عمل جهش (Mutation)

- ✖ با یک احتمال مشخص، امکان دارد هر کروموزوں مورد جهش واقع شود.
- ✖ هم آن و هم مقدار جدید آن به طور تصادفی انتخاب می‌شوند.



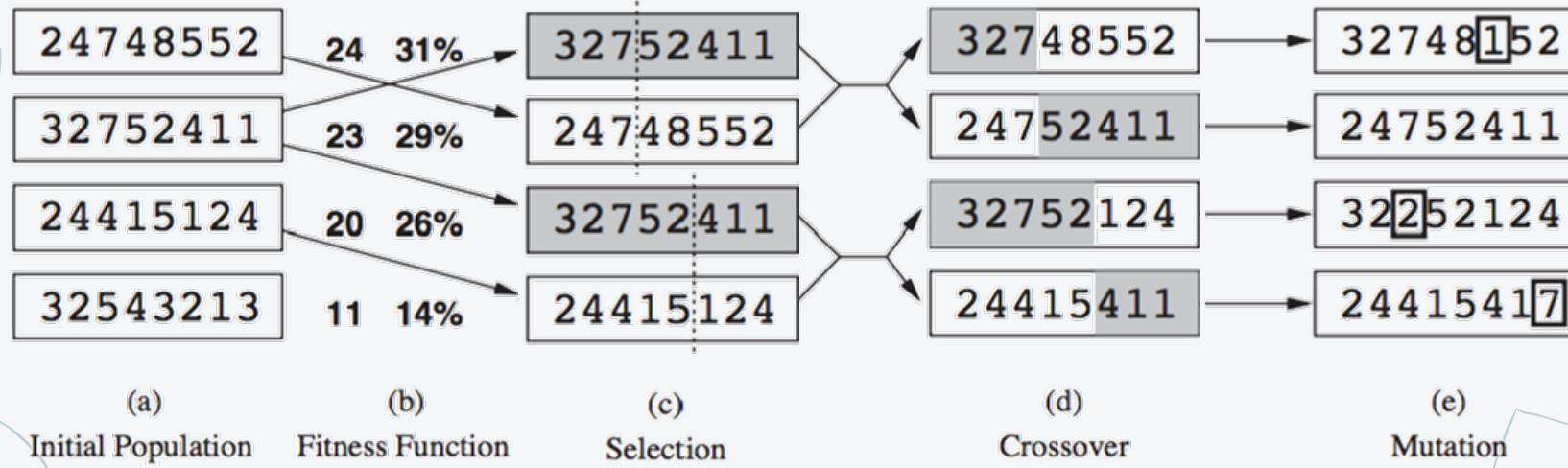
TO:



6	7	2	5	1	4	4	7
---	---	---	---	---	---	---	---

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

چرخه‌ای از الگوریتم زنگیک برای مسئله وزیر



$fitness(i) / \sum_{k=1}^n fitness(k)$ احتمال انتخاب کرومو佐م / برابر است با X

$$\%31 = 24 / (11+20+23+24)$$

$$\%29 = 23 / (11+20+23+24)$$

function GENETIC-ALGORITHM(*population*, FITNESS-FN) **returns** an individual
inputs: *population*, a set of individuals
 FITNESS-FN, a function that measures the fitness of an individual

repeat

new_population \leftarrow empty set

for *i* = 1 **to** SIZE(*population*) **do**

$x \leftarrow$ RANDOM-SELECTION(*population*, FITNESS-FN)

$y \leftarrow$ RANDOM-SELECTION(*population*, FITNESS-FN)

child \leftarrow REPRODUCE(*x*, *y*)

if (small random probability) **then** *child* \leftarrow MUTATE(*child*)

 add *child* to *new_population*

population \leftarrow *new_population*

until some individual is fit enough, or enough time has elapsed

return the best individual in *population*, according to FITNESS-FN

function REPRODUCE(*x*, *y*) **returns** an individual

inputs: *x*, *y*, parent individuals

$n \leftarrow$ LENGTH(*x*); $c \leftarrow$ random number from 1 to *n*

return APPEND(SUBSTRING(*x*, 1, *c*), SUBSTRING(*y*, *c* + 1, *n*))

ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک (و سایر الگوریتم‌های تکاملی)

- ✗ الگوریتم‌های ژنتیک معمولاً در نسل‌های ابتدایی، گاه‌های بزرگ برداشته و در نسل‌های بعدی گاه‌های کوچک‌تر برهمی دارند.**
- در ابتدا معمولاً، افراد جامعه پراکندگی خوبی دارند.**
- عملگر ترکیب بر روی وضعیت‌های والد مختلف، می‌تواند هالتی متفاوت نسبت به هر دو والد تولید کند.**
- به تدریج، افراد با شباهت بیشتر در جمیعت ظهور می‌یابند.**

- ✗ عملگر ترکیب به عنوان ویژگی مهم الگوریتم ژنتیک شناخته شده است.**
- قابلیت ترکیب بلوک‌های بزرگ از ژن‌ها را دارد که به طور مستقل تکامل یافته‌اند.**
- بازنمایی نقش مهمی در سودمندی عملگر ترکیب مورد استفاده دارد.**

با تشكير

