



**Institute for Advanced Studies
in Basic Sciences
GavaZang, Zanzan, Iran**

Genetic algorithm

Prof. Majid Ramezani

Report for Project <2>

Faeze Ahmadi

October 2025

الگوریتم ژنتیک

طبق برداشتی که من داشتم، الگوریتم ژنتیک یکی از روش‌های جستجو و بهینه‌سازی است که بر پایه فرآیند تکامل طبیعی موجودات زنده طراحی شده است. ایده اصلی این الگوریتم، تقلید از مفاهیمی مانند انتخاب طبیعی، تولید مثل، ترکیب ژن‌ها و جهش در طبیعت است تا بتواند در میان مجموعه‌ای از جواب‌های ممکن، به تدریج جواب‌های بهتر را پیدا کند.

در واقع، دقیقاً همان توضیح استاد رضانی در کلاس اینجا اتفاق می‌افتد، ایشان گفتند هوش مصنوعی در حال تقلید از انسان است و هدفش شبیه‌سازی جامعه انسانی می‌باشد؛ الگوریتم ژنتیک نیز به عنوان یکی از الگوریتم‌های فرا ابتکاری سعی دارد از ژن انسان تقلید کند، طوری که دقیقاً از قواعد کروموزوم‌های بدن انسان تبعیت می‌کند.

در ساده‌ترین حالت، الگوریتم ژنتیک با مجموعه‌ای از جواب‌های تصادفی اولیه (که به آن‌ها جمعیت اولیه گفته می‌شود) شروع می‌کند. هر جواب یا فرد با استفاده از تابعی به نام تابع برازندگی (Fitness Function) ارزیابی می‌شود تا مشخص شود چقدر کیفیت یا کارایی دارد.

سپس، افرادی که برازندگی بیشتری دارند، با احتمال بالاتری برای تولید نسل بعدی انتخاب می‌شوند. در مرحله بعد، دو فرد انتخاب‌شده با هم ترکیب (Crossover) می‌شوند تا فرزندان جدیدی تولید کنند که ترکیبی از ویژگی‌های والدین هستند. گاهی برای حفظ تنوع در جمعیت، تغییرات تصادفی کوچکی به نام جهش (Mutation) نیز روی برخی افراد اعمال می‌شود.

این فرآیند در چندین نسل تکرار می‌شود، به طوری که در هر نسل، جمعیت به سمت جواب‌های بهتر حرکت می‌کند. در نهایت، پس از چند تکرار، الگوریتم به جوابی می‌رسد که اغلب بسیار نزدیک به جواب بهینه مسئله است.

به صورت خلاصه، الگوریتم ژنتیک با الهام از قوانین تکامل طبیعی، سعی می‌کند از طریق انتخاب، ترکیب و جهش، بهترین یا نزدیک‌ترین جواب ممکن را برای یک مسئله بهینه‌سازی پیدا کند.

مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک

در مراجع مختلف، می‌توان تعاریف و مراحل متفاوتی از الگوریتم ژنتیک مشاهده کرد، اما همه منابع در این نکته اتفاق نظر دارند که ماهیت اصلی این الگوریتم، بر پایه تکامل تدریجی جمعیتی از پاسخ‌ها از طریق انتخاب، ترکیب و جهش است و هدف نهایی آن، یافتن پاسخی نزدیک به بهینه مسئله می‌باشد.

1. تعریف دقیق مسئله و معیار ارزیابی

ابتدا مسئله را مشخص می‌کنیم (مینیم یا ماکسیم‌سازی یک تابع یا یافتن یک چیدمان مطلوب) و سپس تابع برازندگی (Fitness) را تعریف می‌کنیم؛ یعنی معیاری عددی که کیفیت هر جواب را می‌سنجد.

2. انتخاب نمایش جواب‌ها (کدگذاری)

نحوه نمایش هر جواب (کروموزوم) را تعیین می‌کنیم؛ مثلاً به صورت رشته‌ی باینری، بردار اعداد حقیقی، یا یک ساختار ساده مناسب مسئله. نمایش باید امکان اعمال «ترکیب» و «جهش» را به سادگی فراهم کند.

3. تولید جمعیت اولیه

یک جمعیت اولیه از پاسخ‌های کاملاً تصادفی با اندازه مشخص (مثلاً 30 تا 100 فرد) می‌سازیم تا تنوع اولیه فراهم شود.

4. محاسبه برازندگی

برای هر فرد در جمعیت، مقدار تابع برازندگی را محاسبه می‌کنیم تا مشخص شود هر جواب تا چه حد با هدف مسئله سازگار است.

5. انتخاب والدین

برای تولید نسل بعد، از افرادِ برازنده‌تر با احتمال بالاتر به عنوان والد استفاده می‌کنیم. روش‌های متداول شامل «قرعه‌کشی متناسب با برازندگی (Roulette)» یا «تورنمنت کوچک» است.

6. ترکیب (Crossover)

جفت‌های والد را با عملگر ترکیب به فرزند تبدیل می‌کنیم تا ویژگی‌های مفید آن‌ها منتقل شود. نمونه‌ها:

- برای نمایش باینری: برش یک نقطه‌ای یا دونقطه‌ای.
- برای بردار حقیقی: ترکیب جزء به جزء یا میانگین‌گیری کنترل‌شده.

7. جهش (Mutation)

برای حفظ تنوع و جلوگیری از همگرایی زودهنگام، با احتمالی کم تغییرات کوچکی اعمال می‌کنیم؛ مانند وارونه کردن یک بیت در نمایش باینری یا افزودن نویز کوچک به مولفه‌های عددی.

8. نخبه‌گرایی (اختیاری اما مفید)

معمولاً چند فرد برتر نسل فعلی را بدون تغییر به نسل بعد منتقل می‌کنیم تا بهترین کیفیت‌های به دست آمده از بین نروند.

9. ساخت نسل جدید و ارزیابی دوباره

با تکرار مراحل انتخاب، ترکیب و جهش، آن‌قدر فرزند تولید می‌کنیم تا اندازه جمعیت ثابت بماند. سپس برازندگی نسل جدید را محاسبه می‌کنیم و بهترین‌ها را به‌روزرسانی می‌کنیم.

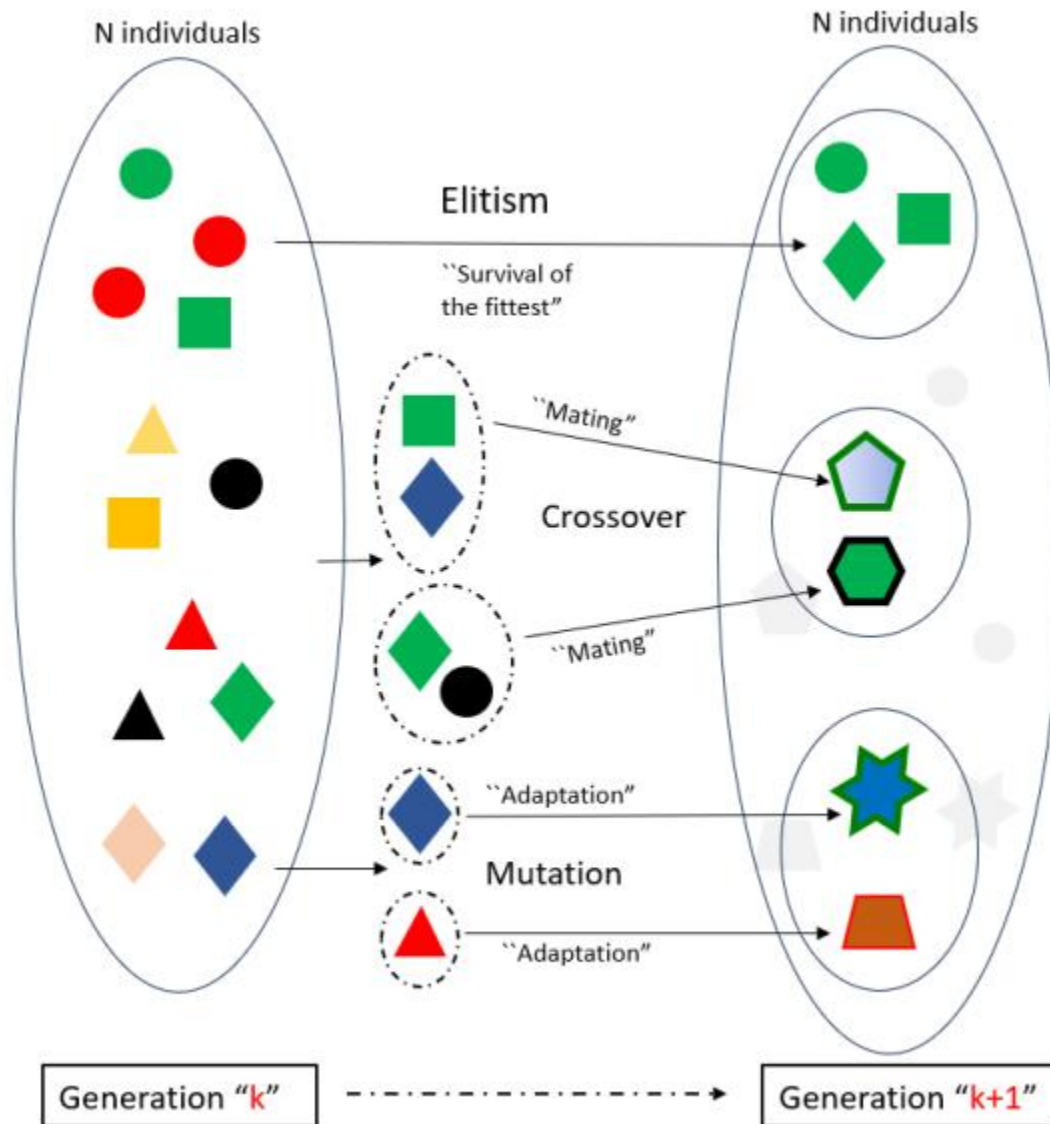
10. شرط توقف و خروجی

الگوریتم را تا برآورده شدن یکی از شرایط زیر ادامه می‌دهیم:

- رسیدن به تعداد نسل‌های از پیش تعیین‌شده یعنی جواب بهینه.
- نرسیدن به بهبود معنادار طی چند نسل پیاپی یعنی عدم همگرایی.
- رسیدن به مقدار هدفِ برازندگی یا اتمام بودجه زمان محاسباتی؛ طوری که الگوریتم به تعداد مشخص تکرار شده باشد.

در نتیجه، بهترین فرد مشاهده‌شده به‌عنوان جواب الگوریتم گزارش می‌شود.

با این اوصاف می‌توان گفت الگوریتم ژنتیک با الهام از طبیعت، روشی کارآمد برای جستجوی پاسخ‌های بهینه در مسائل پیچیده است و نشان می‌دهد که الهام از سازوکارهای طبیعی راه‌حل‌های موثری در دنیای محاسباتی ارائه می‌دهد.



References:

<https://mlinsightscentral.com/index.php/genetic-algorithms/>

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.aparat.com/v/q042aim&ved=2ahUKEwi095n3iMKQAxVw3QIHHWKAMtgQwqsBegQIEhAB&sqj=2&usg=AOvVaw0wRqGVPM5qCBI5Ifllkas4>

<https://youtu.be/pHpMtsTBGyQ?si=qFoAXGicH-uJc6gH>