

در این فصل به صورت خلاصه با الگوریتم های ژنتیکی
آشنای شویم.
تاریخچه:

بر اساس اصل داروین، بر اثر تغییر در
گرموزم های افراد بشر، در ساختار و رفتار افراد تغییراتی
حاصل می شود که متاثر از آن، نرخ بقا و تولیدمثل افراد
متفاوت می گردد. موجوداتی که در محیط قادر به عملکرد
بتر باشند، با نرخ بالاتری زنده مانده، تولیدمثل می کنند و
موجوداتی که تطابق کمتری با محیط دارند، اگر باقی
بمانند، با نرخ پایین تری تولیدمثل می کنند. (۱)
الگوریتم های ژنتیکی در سال ۱۹۷۵ توسط پروفیسور
HOLLAND و به کمک دانشجویانش در دانشگاه
میشیگان متولد شد. اولین کاری که با نام الگوریتم ژنتیکی
منتشر شده است، تحقیقی بود توسط BAGLEY، در سال
۱۹۶۷، در باره تعیین پارامترهای دوزبازی. (۱)

• مبحثی پیرامون روش های ابرابتکاری ...



الگوریتم ژنتیکی چگونه کار می کند؟

برای توضیح این مطلب، بهتر است ابتدا بازی
«بُر دار» (VECTOR) را که توسط [1989] WALBRIDGE
مطرح شده است، با هم مرور کنیم.

□ بازی «بُر دار» (VECTOR):

این بازی دونفره انجام می شود. نفر اول، عددی
شش رقمی بر روی کاغذ به صورت مخفیانه می نویسد.
همه رقم های این عدد بایستی ۰ یا ۱ باشد. برای مثال، عدد
رمز ۰۰۱۰۱۰۰ است. شما بایستی تلاش کنید تا این عدد را
حتی الامکان سریع تر حدس بزنید. شما عددی را حدس
می زنید و نفر مقابل تعداد ارقامی که درست گفته اید را به
شما می گوید. البته این که کدام عدد را درست گفته اید
به شما نمی گوید. به عنوان مثال، شما حدس می زنید:
۰۱۰۱۰۱ که هیچ رقم صحیحی ندارد (امتیاز = ۰). حدس
۰۱۱۱۱۱ فقط یک رقم صحیح دارد (سومین رقم). بنابراین
امتیاز (بازرش جواب) = ۱.

• آزمایش و خطای تصادفی:

فقط ۶۴ رشته شش رقمی اعداد وجود دارد. اگر
شما فقط اعداد را به صورت تصادفی انتخاب کنید، به طور
متوسط، با ۳۲ حدس به رشته صحیح خواهید رسید. آیا
می توانید سریع تر انجام دهید؟ قطعاً، اگر شما از بازخور
حریفان استفاده کنید، این کار را سریع تر انجام خواهید
داد. این دقیقاً چیزی است که الگوریتم ژنتیکی انجام
می دهد.

• راه حل الگوریتم ژنتیکی:

قدم ۱ - چهار رشته (STRING) که با اعداد تصادفی
به دست آمده باشند را به حریفان بدهید. (عدد چهار،
اختیاری انتخاب شده است، شما ممکن است اعداد پنج یا
شش را بهتر از چهار بدانید.) به طور مثال:

(امتیاز = ۱) ۱۱۰۱۰۰ (A)

(امتیاز = ۱) ۱۱۱۱۰۱ (B)

نویسنده: مهندس مهدی ساعدی

در روش های حل کلاسیک مثل برنامه ریزی پویا، یا روش مبتنی بر
فرض هایی است که محدود می مسایلی را که می تواند حل کند، به شدت
کاهش می دهد (مثل وجود مشتق و بیوستگی) و یا ابعاد مسأله اجازه
نمی دهد که از آن روش استفاده شود و به ناچار مجبور می شویم در خود
مسأله فرض های غیر واقعی وارد کنیم که در نهایت نیز چون جواب از
شرایط واقعی بسیار دور است، در عمل بدون استفاده می ماند. از طرف دیگر
گاهی فضای جواب مسأله آنقدر پیچیده و شلوغ است و مسأله دارای
جواب های بهینه ی محلی متعدد است که روش های کلاسیک در صورت
عملی بودن، به راحتی اسیر بهینه محلی می شوند و از دستیابی به
جواب های بهتر عاجز می مانند. اینجاست که روش های ابرابتکاری نظیر
الگوریتم های ژنتیکی، SIMULATED ANNEALING، TABU SEARCH و
NEURAL NETWORK وارد می شوند. این روش ها دارای دو خاصیت مهم
ند که اول آنکه برای مسأله های خاص طراحی نشده اند و با کمی تغییر قابل
استفاده در حل بسیاری از مسائل بهینه سازی می باشند و دوم آنکه به
دنبال جواب بهینه نیستند، بلکه به دنبال جواب به اندازه کافی خوب
هستند.

رشته متناظر با عدد ۲۴ عبارت است از: ۱۱۰۰۰
 - آماده سازی (INITIALIZATION): فرآیند تولید جمعیت اولیه که شامل تعدادی رشته (به تعداد اندازه جمعیت) است، و آماده سازی گفته می شود. (۱)
 - بیشتر الگوریتم های ژنتیکی، سه عملگر اساسی را استفاده می کنند که در قسمت بعد توضیح داده می شود.
 الگوریتم ژنتیکی، الگوریتم ساده ای است که برای نگهداری جمعیت جواب ها، جستجوی چند سویه، مستقیم و احتمالی (استوکاستیک) را به کار می گیرد. اطلاعات از طریق و جابه جایی، و جهش شکل داده می شوند و تغییر می یابند. جمعیت ابتدایی به صورت تصادفی ساخته می شوند. جمعیت یک فرآیند تکاملی را که در آن جواب های «خوب» احتمال بیشتری برای تولید شدن دوباره نسبت به جواب های ضعیف دارند، طی می کند. ارزیابی خوبی یک فرد در جمعیت مبتنی بر تابع برازش است که تابع هدف مسئله تحت مطالعه را تصویر می کند. (۴)

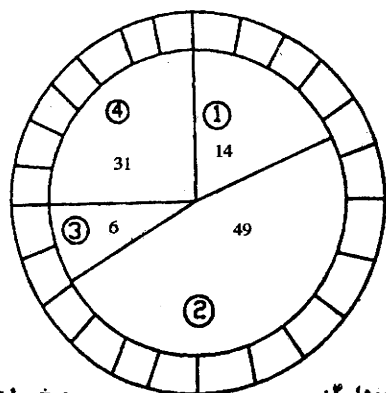
عملگرهای اساسی الگوریتم های ژنتیکی

• عملگر «تولید مثل» یا «انتخاب»:

(REPRODUCTION, SELECTION)

الگوریتم های ژنتیکی، در حین تولید مثل، نسل های جدید را از جواب های بهبود یافته و به وسیله انتخاب والدین با صلاحیت بیشتر (تابع برازش بیشتر)، تولید می کنند و یا به وسیله تخصیص احتمال بیشتر به چنین والدینی برای سهم شدن در نسل جدید، تولید انجام می شود. (۲)
 بر اساس این عملگر، از هر نسل برای نسل بعد باید تعدادی از افراد آن نسل انتخاب شوند. باتوجه به پارامترهای الگوریتم، تعدادی از این افراد مستقیماً به نسل بعد منتقل می شوند و تعدادی نیز تحت عملگرهای ژنتیکی قرار می گیرند. معمولاً برای انتخاب، باتوجه به تابع برازش از چرخ رولت (ROULET WHEEL) استفاده می شود. ابتدا مقدار برازش برای هر فرد از جامعه تعیین می شود. سپس احتمال انتخاب شدن هر فرد محاسبه می گردد. برای مثال اگر جامعه ماداری ۴ فرد باشد و $f_1 = 169$, $f_2 = 579$, $f_3 = 64$, $f_4 = 361$ مقدار برازش هر فرد جامعه باشد، احتمال انتخاب شدن هر فرد معادل $P_i = f_i / \sum f_i$ می گردد. پس داریم:

$$P_4 = 0.31, P_3 = 0.06, P_2 = 0.49, P_1 = 0.14$$



حال این فرآیند را با (J) و (K) به عنوان والدین تکرار کنید. انتخاب و جابه جایی:

$$0(J)00101:1 \Rightarrow 0(M)001010$$

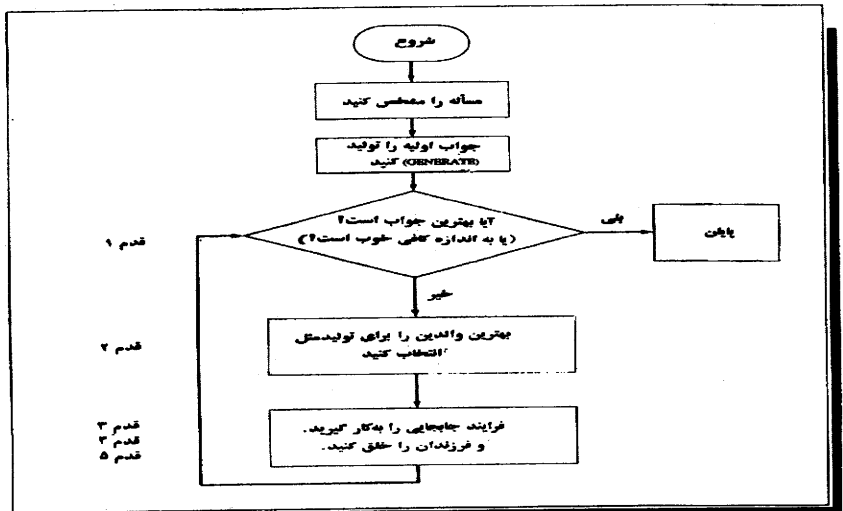
(امتیاز = ۶) $0(K)10100:0$

این همان عدد است! شما بعد از ۱۳ حدس به جواب رسیدید. فرآیند این بازی در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است.

توجه: ممکن است با به کارگیری حواس و منطق، این مسأله را سریع تر حل کرد. این مثال برای توضیح آسان است، اما اگر مسأله پیچیده باشد، راه حل منطقی، اینقدر روشن نخواهد بود. (۲)

(امتیاز = ۴) ۰۱۱۰۱۱(C)
 (امتیاز = ۳) ۱۰۱۱۰۰(D)
 به دلیل آن که هیچ یک از رشته ها به طور کامل صحیح نیستند، ادامه می دهیم.
 قدم ۲- A و B را به دلیل آن که کمترین امتیاز دارند، حذف کنید. (C) و (D) را والدین (PARENTS) بنامید.
 قدم ۳- وزن های والدین را به وسیله ترکیب دو عدد به صورت زیر، با هم و ازدواج دهید:
 ۰۱:۱۰۱۱(C)
 ۱۰:۱۱۰۰(D)
 حال، دورقم اول رشته (C) را با چهار رقم آخر رشته (D) ترکیب کنید. (به این کار و جابه جایی «CROSSOVER») گفته می شود. نتیجه رشته (E) است که به عنوان فرزند اول

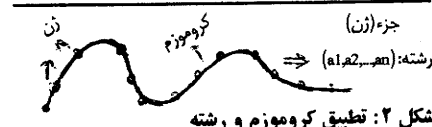
نمودار شماره ۱: فلور باگرام فرآیند الگوریتم ژنتیکی



می باشد:

چند تعریف

- به جای متغیرهای مسأله یا متناظر با هر جواب مسأله، یک رشته تعیین می شود. (نمودار شماره ۲)

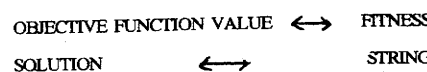


- تابع برازش (FITNESS FUNCTION): میزان تطابق هر رشته (کروموزوم) توسط تابع و برازش، سنجیده می شود. تابع برازش می تواند همان تابع هدف مسأله باشد و یا تابعی از تابع هدف.

- EVALUATION: فرآیند تعیین مقدار برازش.

- تناظری یک به یک بین مقدار تابع هدف و برازش، و جواب مسأله و رشته وجود دارد.

نمودار شماره ۳



- معمولاً رشته های این الگوریتم را با صفر و یک نشان می دهیم. مثال: اگر متغیرهای مسأله عدد صحیح باشند و کوچکتر از ۳۲، از رشته ای به طول ۵ استفاده می شود. مثلاً

(امتیاز = ۳) ۰۱۱۱۰۰(B)
 به صورت مشابه، دورقم اول رشته (D) را با چهار رقم آخر (C) ترکیب کنید. نتیجه این کار، رشته (F) است که به عنوان فرزند دوم به حساب می آید.
 (امتیاز = ۴) ۱۰۱۰۱۱(F)
 دیده می شود که فرزندان، بهتر از والدین نیستند.
 قدم ۴- حال از اصل (C) و (D) کپی بگیرید.
 قدم ۵- والدین جدید را با هم ازدواج و جابه جایی دهید، اما از نقطه برش (SPLIT) متفاوت استفاده کنید. فرزندان جدید را (G) و (H) بنامید.
 (امتیاز = ۴) ۰۱۱۰:۰۰(G)
 (امتیاز = ۳) ۱۰۱۱:۱۱(H)
 سپس، قدم ۲ را تکرار کنید. بهترین جواب ها را از همه جواب های قبلی برای تولید مثل (REPRODUCTION) انتخاب کنید. (G) و (H) را انتخاب کنید. حالا جابه جایی را انجام دهید.
 (امتیاز = ۳) ۰۱۱۱۰۰۰(D)
 (امتیاز = ۵) ۰۱۰۱۰۱۱(G)
 ممکن است شما، فرزندان بیشتری را تولید کنید:
 (امتیاز = ۴) ۱۰۱۰:۰۱۱(K)
 (امتیاز = ۴) ۰۱۱:۰۰۰(L)

چرا الگوریتم ژنتیک؟!

موجوداتی که در محیط قادر به عملکرد بهتر باشند، با نرخ بالایی زنده مانده، تولیدمثل می کنند و موجوداتی که تطابق کمتری با محیط دارند، اکثر نافی میمانند، با نرخ پایین نوری تولید مثل می کنند. (۱)

الگوریتم های ژنتیکی در سال ۱۹۷۵ توسط پروفسور HOLLAND و به کسب دانشجویان در دانشگاه میشیگان متولد شد.

حال با توجه به احتمال های هر

فرد، خانه های چرخ رولت را بین این افراد تقسیم می کنیم. (نمودار شماره ۴-۱) سپس برای انتخاب والدین با چرخ زدن تصادفی این چرخ و انتخاب فردی که پس از ایستادن چرخ مقابل شاخصی خاص قرار می گیرد، چهار والد، برای تولید نسل بعد انتخاب می شود. [H] و [3]

● عملگر جابه جایی (CROSSOVER OPERATOR) جابه جایی عبارت است از تولید فرزند یا فرزندان از پدر و مادر. در حقیقت جابه جایی وظیفه تولید و بررسی نقاط جدیدی از فضای جواب مسأله را برعهده دارد، با این شرط که فرزندان، وارث برخی از خصوصیات والدین باشند. به عبارت دیگر، جابه جایی عملگر جنسی است.

– نحوه کار: دورشته به عنوان والدین به طور تصادفی از بین افراد جامعه انتخاب می شوند. سپس به طور یکتواخت در فاصله [1-L] و [1]، یک عدد تصادفی انتخاب می شود. (L: تعداد اجزاء رشته است). این عدد انتخابی، نقطه برش (CUT-POINT) یا محل جابه جایی (CROSSOVER-SITE) یا نقطه جابه جایی (CROSSOVER-POINT) گفته می شود.

به عنوان مثال: L=5: 3=نقطه برش

P1: 011|01 => C1: 01110
P2: 100|10 C2: 10001

– Pm (پارامتر متناظر با جابه جایی) احتمال جابه جایی است که بیانگر احتمال انتخاب شدن فردی برای

و عملگر جهش وظیفه

کمتری برعهده دارد. میزان این اهمیت در مقدار پارامترهای Pc و Pm منعکس می شود.

– عملگر جهش یا می تواند روی افراد انتخاب شده از جمعیت اعمال شود و یا فقط روی فرزندان تولید شده توسط عملگر جابه جایی. (۱)

شکل کلی الگوریتم های ژنتیکی

در نمودار شماره ۵ روند کلی الگوریتم های

ژنتیکی آمده است که در آن Gn، تعداد نسل های تولید شده می باشد. هر نسل دارای تعدادی رشته به اندازه تعداد جمعیت است. اندازه جمعیت یا تعداد جمعیت (POP-SIZE) یکی دیگر از پارامترهای الگوریتم است. (۱)

SET PARAMETERS Pc, Pm, Gn, POP - SIZE

BEGIN

t=0

INITIALIZE Pt ;

EVALUATE Pt ;

WHILE NOT (TERMINATION CONDITION) DO

BEGIN

t= t+1

SELECT Pt FROM Pt-1; (REPRODUCTION)

RECOMBINE Pt ; (CROSSOVER AND MUTATION OPERATOR)

EVALUATE Pt ;

END

END.

نمودار ۵: شکل کلی الگوریتم های ژنتیکی

• منابع: (۱) خوش الحان اسپیلی، فرید. سمینار الگوریتم های ژنتیکی و برنامه ریزی تولید، باراهنمایی استاد دکتر سید حسام الدین زگر دی، زمستان ۱۳۷۵

(2):TURBAN, EFRAIM. DECISION SUPPORT SYSTEMS

AND INTELLIGENT SYSTEMS/ EFRAIM TURBAN;

JAY E. ARONSON.5TH ED.1998. COPYRIGHT 1998

BY PRENTICE- HALL; INC.

[3]:DAVID E.GOLDBERG GENETIC ALGORITHMS

IN SEARCH, OPTIMIZATION& MACHINE LEARNING.

COPYRIGHT 1989 BY ADDISON-WESLEY PUBLISHING

COMPANY Inc.

[4]:JASMIT SINGH KOCHHAR; BRYCE T.FOSTER

AND SUNDRESH S.HERAGU HOPE:A GENETIC

ALGORITHM FOR THE UNEGUEL AREA FACILITY

LAYOUL PROBLEM. COMPUTERS OPERATIONS

RESEARCH. VOLUME25.N0 7/8-1998.584

جابه جایی یا بیانگر نسبت افرادی از جامعه است که باید تحت عملگر جابه جایی قرار گیرند. (۱)

عملگر جهش (MUTATION OPERATOR)

جهش عبارت از تغییر یک جزء یا اجزایی از یک رشته جمعیت است. جهش یک عملگر غیر جنسی است و روی یک رشته (والد) اعمال می شود. وظیفه جهش ایجاد تنوع در افراد جمعیت و جلوگیری از یک سویه شدن همگرایی الگوریتم است.

□ Pm (پارامتر متناظر با جهش): احتمال جهش است که بیانگر احتمال انتخاب شدن فردی برای جهش است.

□ نحوه کار: عددی تصادفی در فاصله [L و ۱] انتخاب می شود. این عدد تصادفی، در حقیقت همان شماره جزئی از رشته است که باید با مقدار متمم خود تعویض شود. به عدد انتخاب شده، نقطه جهش

گفته می شود. (MUTATION POINT)

به عنوان مثال: L=5: 3 = نقطه جهش

P0: 110 C0: 1010

چند نکته:

– عملگر جابه جایی دارای

بیشترین اهمیت است