الگوریتم ژنتیک

Genetic Algorithm (GA)

گرداورندگان : سحر آبیاری و فاطمه مقدسی

سرفصل‌ها

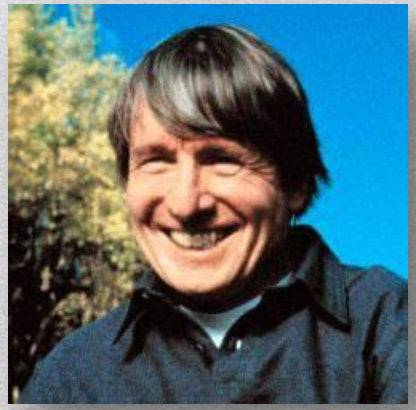
- چکیده
- مقدمه
- الگوریتم ژنتیک چیست؟
- مروری بر فرآیند کلی الگوریتم ژنتیک
- مقایسه الگوریتم ژنتیک و روش‌های دیگر بهینه‌سازی
- انواع کاربردهای الگوریتم ژنتیک
  - طراحی خودرو
  - رباتیک
  - بازی‌های کامپیوتری
  - اینترنت
  - مسیریابی
  - سخت‌افزارهای قابل تکامل
- سخت‌افزار تکاملی در بهینه‌سازی بخش ترکیبی مدار
- نتیجه
- منابع

چکیده

در دنیای امروز، استفاده از الگوریتم‌ها در مسائل باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه شده و راهکارهای نوینی را پیش‌رو قرار می‌دهد.
الگوریتم ژنتیک تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه‌حل تقریبی برای بهینه‌سازی و مسائل جستجو است.
هوش مصنوعی الگوریتم ژنتیک (یا GA) یک تکنیک برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده می‌کند.
به طورکلی الگوریتم ژنتیک یک الگوریتم مبتنی بر تکرار است که اغلب بخش‌های آن به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شود.

مقدمه

در دهه هفتاد میلادی دانشمندی از دانشگاه میشیگان به‌نام جان‌هلند ایده استفاده از الگوریتم ژنتیک را در بهینه‌سازی‌های مهندسی مطرح کرد.
الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم‌های جستجوی تصادفی است که ایده آن برگرفته از طبیعت است.
به همین علت ایده اصلی الگوریتم ژنتیک معروف به "بقای برازنده‌ترین‌ها[1]" است



John Henry Holland
1929 - 2015

1- Survival Of The Fittest

الگوریتم ژنتیک چیست؟

الگوریتم ژنتیک، خانواده‌ای از مدل‌های محاسباتی[1] و الهامی از علم ژنتیک و نظریه تکامل داروین است و براساس بقای برترین‌ها یا انتخاب طبیعی استوار است.

- عملکرد الگوریتم ژنتیک :

۱- ایجاد "جمعیت اولیه" به‌صورت تصادفی یا براساس الگوریتم
۲- مشخص کردن تابع ارزیابی یا Fitness
۳- به کار گرفتن عملگرهای ژنتیک[2]

1- Computational Models 2- Genetic Operators

کروموزوم : هر کروموزوم ویژگی‌های یک نمونه فرد را مشخص می‌کند. یک تعداد از کروموزوم‌ها به‌عنوان یک جمعیت شناخته می‌شوند.

$$\text{جمعیت} = \begin{bmatrix} chrom\ 1 \\ chrom\ 2 \\ \cdots \\ chrom\ n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g\ 11 & \cdots & g\ 1m \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g\ n1 & \cdots & g\ nm \end{bmatrix}$$

تابع ارزیابی یا Fitness : یک مجموعه ورودی را می‌گیرد و بعد از ارزیابی هزینه را به‌عنوان خروجی تولید می‌کند.

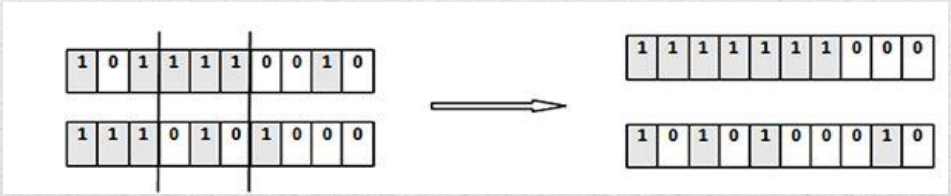
روش‌های انتخاب والد
- انتخاب طبیعی
- جفتگیری تصادفی
- انتخاب رقابتی
- انتخاب وزن دهی براساس رتبه

تولید نسل جدید : بعد از انتخاب والدها نسل جدید طی سه مرحله ایجاد می‌شود

۱- تولیدمثل یا Reproduction
۲- ادغام یا ترکیب و یا Crossover

ادغام یک نقطه‌ای

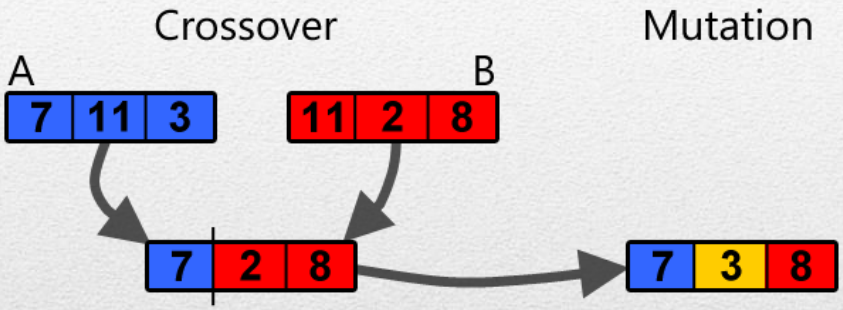
ادغام دو نقطه‌ای



ادغام یکنواخت

۳- جهش و یا Mutation : در اصطلاح به معنی ایجاد یک تغییر تصادفی در جمعیت است.

افزایش میان جهش، آزادی الگوریتم ژنتیک را برای جستجو در بیرون از محدوده فضای جاری متغیر، افزایش می‌دهد.



در واقع این مراحل حلقه تکرار هستند و تا زمانی که شرط توقف ارضا نشود ادامه میابد

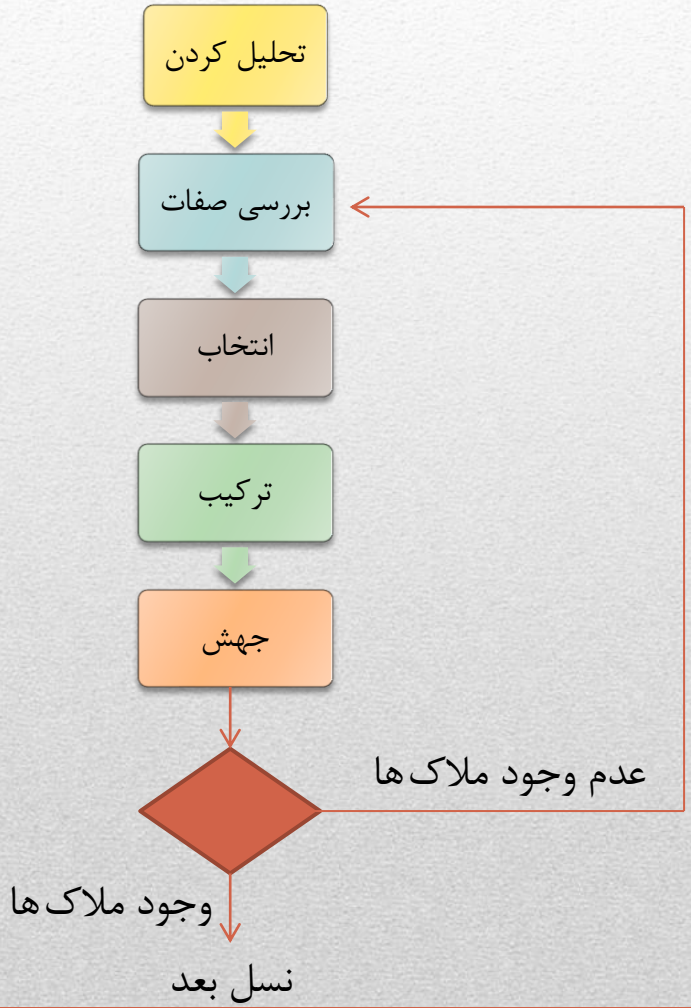
شرایط توقف : به تعداد ثابتی از نسل‌ها برسیم

بودجه اختصاص داده شده تمام شود

تولید یک فرزند با کمترین ملاک‌ها

به حداکثر ملاک برسیم و یا فرزند بهتری حاصل نشود

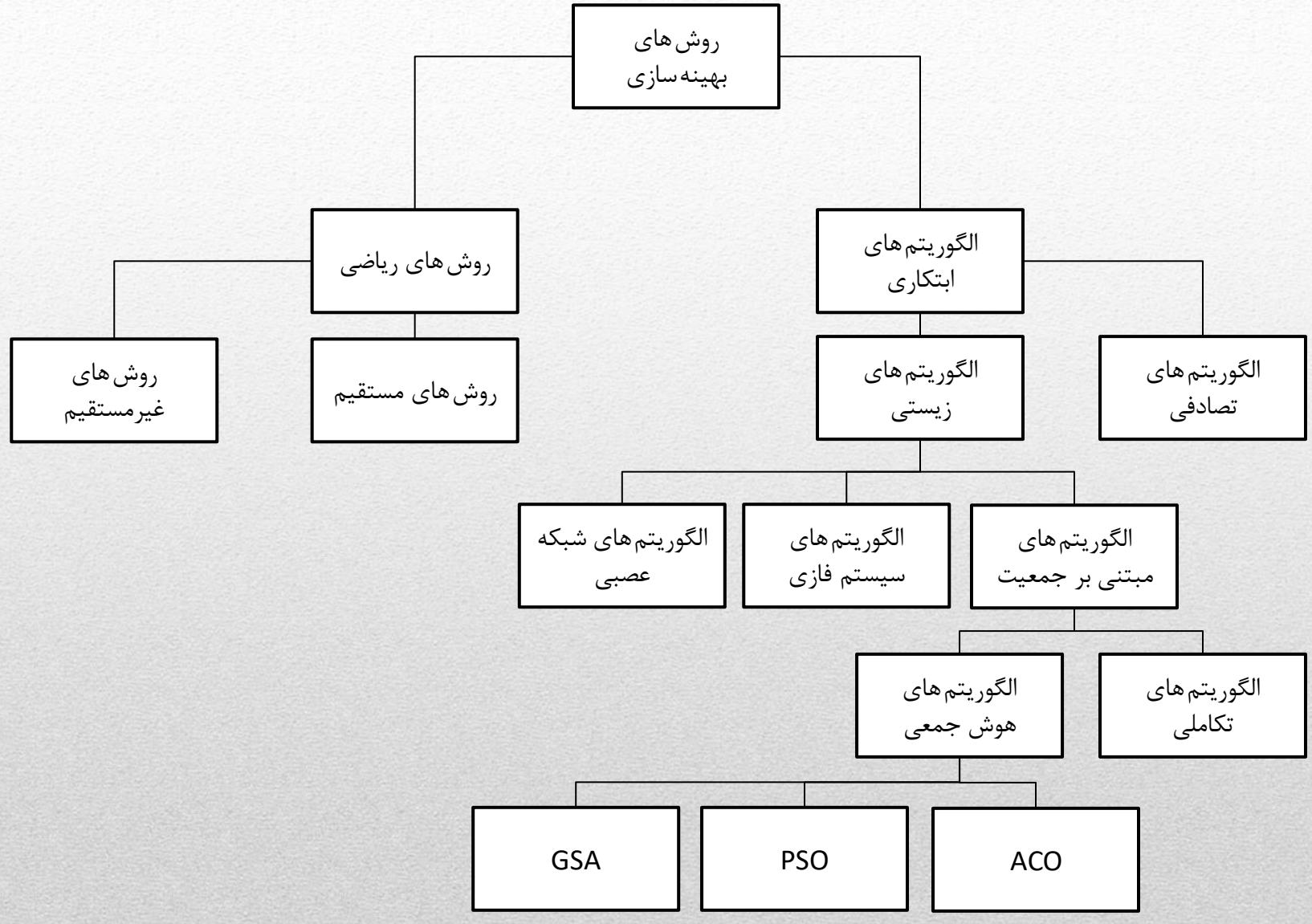
مروری بر فرآیند کلی الگوریتم ژنتیک



مقایسه الگوریتم ژنتیک و روش‌های دیگر بهینه‌سازی

۱- الگوریتم ژنتیک می‌تواند به‌طور همزمان مجموعه‌ای از نقاط را مورد جستجو قرار دهد نه تنها یک نقطه را.
۲- الگوریتم ژنتیک از قوانین احتمالی پیروی می‌کند نه از قوانین قطعی.
۳- الگوریتم ژنتیک برروی یک مجموعه از خواص کد شده عمل می‌کند و نه روی خواص اصلی.
۴- الگوریتم ژنتیک به مشتق‌گیری یا هرگونه اطلاعات کمکی نیاز ندارد و تنها تابع هدف و شیوه تعیین ارزش اطلاعات خام جهت جستجو را مشخص می‌کند.

در شکل صفحه بعد انواع روش‌های بهینه‌سازی را مشاهده کنید.


روش های
بهینه سازی
روش های ریاضی
الگوریتم های
ابتکاری
روش های
غیرمستقیم
روش های مستقیم
الگوریتم های
زیستی
الگوریتم های
تصادفی
الگوریتم های شبکه
عصبی
الگوریتم های
سیستم فازی
الگوریتم های
مبتنی بر جمعیت
الگوریتم های
هوش جمعی
الگوریتم های
تکاملی
GSA
PSO
ACO

انواع کاربردهای الگوریتم ژنتیک

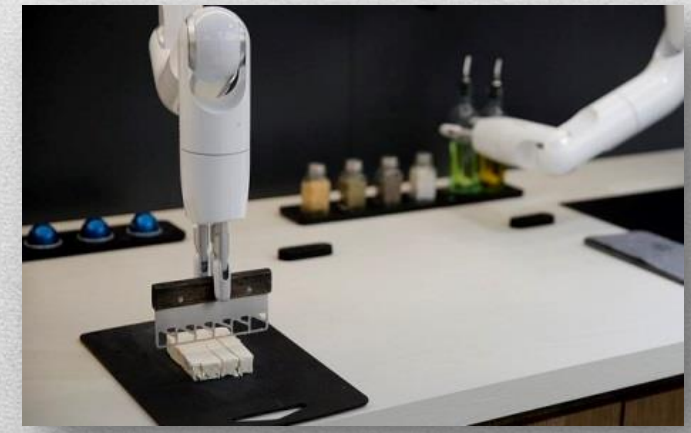
- **طراحی خودرو** : استفاده از الگوریتم ژنتیک در طراحی خودرو، باعث صرفه‌جویی در وقت می‌شود یعنی با مدل‌سازی کامپیوتری توسط جستجوهای الگوریتم ژنتیک کارها با سرعت بیشتری پیش می‌رود.

الگوریتم ژنتیک دامنه‌ای از جواب‌ها را در اختیار طراحان می‌گذارد.

برای مثال : طراحی بهینه خودروهای هیبریدی
و کنترل کننده ژنتیک فازی برای سیستم تعلیق فعال

رباتیک : رباتیک پیونددهنده علوم کامپیوتر، مکانیک و الکترونیک است.
ربات، ماشینی است که توسط کامپیوتر قابل برنامه نویسی است تا بتواند مجموعه کارهای پیچیده را به‌صورت خودکار انجام دهد.

ربات‌های حاصل از الگوریتم ژنتیک می‌توانند ربات‌های چندمنظوره جالبی باشند!



ربات بازوی سرآشپز با قابلیت تهیه انواع سالاد، خرد کردن سبزی و حتی پخت و پز

- **بازی‌های کامپیوتری** : وظیفه الگوریتم ژنتیک این است که حریف کامپیوتری با سبک و استراتژی منحصر به فرد خودش، باید از بازی‌کننده انسانی قابل تشخیص نباشد.

  یعنی الگوریتم ژنتیک در بازی‌های ورزشی به نحوی تقلب می‌کند!

  مثلا در بازی Need For Speed

  دو خصوصیت مهم الگوریتم ژنتیک در این بازی:

  ۱- توانایی آنالیز سطوح جاده برای شناسایی موانع

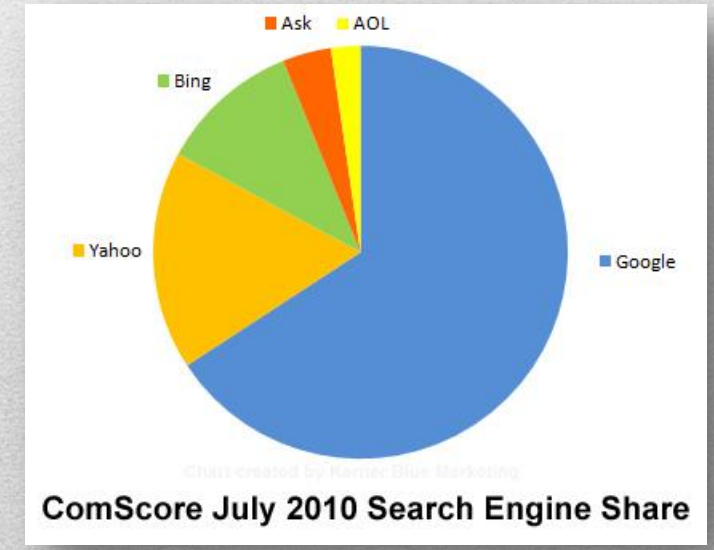
  ۲- هماهنگی که نوع رانندگی کامپیوتر با مدل فیزیکی تنظیم می‌کند

اینترنت : الگوریتم‌های هوشمند اطلاعات موردنظر کاربران اینترنت را مدیریت و دست کاری می کنند.

وظایف الگوریتم ژنتیک:

۱- یافتن مسیرهای خوب برای ارسال داده‌ها

۲- استفاده از موتورهای جستجو برای یافتن سریع صفحات



- **مسیریابی** : الگوریتم ژنتیک در یافتن کوتاه‌ترین مسیر از بین مسیرهای موجود کاربرد فراوانی دارد.

الف) مسیریابی مخابرات تلفنی: الگوریتم‌های ژنتیک برای بهینه‌سازی، قرارگیری و مسیریابی ارتباطات برج‌های سلولی، برای بهترین پوشش و سهولت تعویض توسعه پیدا کردند.

ب) مسیریابی در سفر و ترافیک: استفاده از الگوریتم ژنتیک در این امر می‌تواند به شرکت‌های حمل و نقل، آژانس‌های مسافرتی و خدمات پستی کمک فراوانی بکند.

سخت‌افزارهای قابل تکامل : سخت‌افزار تکامل یافته به سخت‌افزاری گفته می‌شود که بتواند معماری خودش را بصورت پویا و خودکار توسط فرآیند انعطاف پذیری مثل الگوریتم ژنتیک بهبود بخشد.

بهینه کردن یک مدار ترکیبی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

موارد موثر در کارایی مدار ترکیبی :

۱- تعداد گیت‌های به‌کار رفته

- در پیچیدگی مدار تاثیر مستقیم دارد
- "معادل گیت" برای تخمین فضای موردنیاز
- معرفی گیت‌های پایه مثل NAND , NOR

۲- میزان تاخیر انتشار در مدار

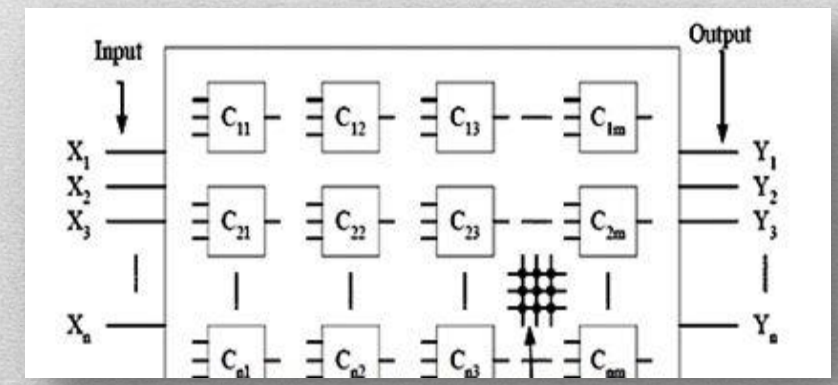
- مدت زمان انتشار سیگنال‌ها از ورودی به خروجی

سخت‌افزار تکاملی در بهینه‌سازی بخش ترکیبی

هدف اصلی ایجاد فرایندی است که طراحی مدارهای ترکیبی را به‌طور خودکار انجام دهد و آن را بهینه کند.

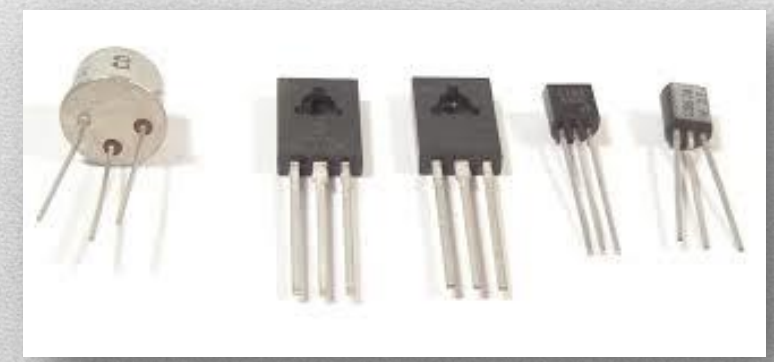
۱- پیشنهاد طرح فنوتیپ و ژنوتیپ توسط لوییس:
ساختار فنوتیپ شامل ورودی‌ها، سلول‌ها، اتصالات داخلی و خروجی‌های یک مدار است.

در شکل زیر مشاهده می‌کنید که هر سلول یک گیت منطقی است که از طریق اتصالات داخلی با دیگر سلول‌ها در ارتباط است.



۲- در سال ۱۹۹۹ کارلوس الگوریتم ژنتیکی را طراحی کرد که از پنج گیت XOR , NULL , NOT , AND , OR استفاده می کند.

در سال ۲۰۰۰ روش دیگری برای On Coding ساختار ژنوتیپ پیشنهاد کرد.
در همان سال روشی برمبنای بهینه‌سازی چند هدفی مطرح کرد که از دو روش قبلی بهتر بود.
تمام این روش‌ها از نظر تعداد گیت بهینه محسوب می‌شدند ولی محققان در بهینه‌سازی به دنبال روشی بودند که پیچیدگی مدار، تعداد گیت‌ها، فضای اشغال شده و تعداد ترانزیستور[1]ها را کاهش بدهد.



ترانزیستور برای تقویت یا قطع و وصل سیگنال‌ها به‌کار می‌رود
ترانزیستور بیشترین تاثیر را در اندازه تراشه مدار دارد.

1- Transistor

نتیجه

نتیجه نهایی این مباحث، به تنوع حوزه‌های کاربردی و مزایا و منافع الگوریتم ژنتیک اشاره دارد. این تکنولوژی امروزه به عنوان ابزار تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرد.
کار کردن با این تکنولوژی نتایجی مثل تصمیمات صحیح، صرفه‌جویی در زمان، انعطاف پذیری، کیفیت بهبود یافته و آموزش موثر است.
باور بر این است درصورت ادغام مناسب این فناوری با سایر فناوری‌های هوشمند (مثل سیستم‌های خبره و منطق فازی) می‌توان بر موارد استفاده آن افزود و از مزایای آن بهره‌مند شد.

- منابع

- Fa.Wikipedia
- Civilica.com
- blog.faradars
- elmnet
- Virgool.io
- Yjc.ir
- Profdoc.um
- Virascience
- Apadana.in