دانشگاه تبریز
دانشکده عمران
گروه سازه

پایان‌نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران-سازه

عنوان

بهینه سازی قاب های فولادی تحت بارهای جانبی

استاد راهنما
دکتر ناصر تقی‌زادیه

استاد مشاور
دکتر کامبیز کوهستانی

پژوهشگر
مانی پیران

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر و مادر و همسر مهربان و دلسوزم

تشکر

با تشکر از تمامی اساتید دانشکده عمران بویژه دو استاد عزیز و گرانقدرم جناب دکتر تقی‌زادیه و جناب دکتر کوهستانی که در تمام مراحل تهیه این اثر، بنده را یاری و راهنمایی نمودند و مانند دو پشتیبان همیشگی سختی تهیه این اثر را تا حدود زیادی از دوش اینجانب برداشتند.

در انتها از تمامی دوستانم مخصوصاً دوست خوبم جناب مهندس احسان محمودی که در کلیه مراحل تهیه این اثر بنده را یاری نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

نام خانوادگی دانشجو: پیران **نام**: مانی

عنوان پایان‌نامه: بهینه سازی قاب های فولادی تحت بارهای جانبی

استاد راهنما: دکتر ناصر تقی زادیه **استاد مشاور**: دکتر کامبیز کوهستانی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** عمران **گرایش:** سازه **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: مهندسی عمران **تاریخ فارغ التحصیلی:** شهریورماه ۱۳۹۰ **تعداد صفحه:** ۸۳

کلید واژه‌ها: بهینه‌سازی، تابع جریمه ، الگوریتم ژنتیک، تابع هدف، بهینه‌سازی مقید، قاب فولادی.

چکیده :

به طور کلی عمده ترین هدف شاخه های مختلف بهینه سازی سازه ها ، کاهش مصالح مصرفی ، تمرکز مصالح در بخشهایی که بیشترین تاثیر را در انتقال نیرو به تکیه گاه دارند و سبک کردن سازه بدون صرفنظر کردن از قیود می باشد. برای این منظور روشهای مختلفی که پایه های نظری و تجربی دارند ابداع شده است. با توجه به اینکه برای حل مناسب همهٔ مسائل موجود در بهینه‌سازی روش واحدی وجود ندارد، روش‌های متعددی از بهینه‌سازی برای حل مسائل مختلف پدید آمده‌اند. یکی از این روش‌ها، استفاده از الگوریتم ژنتیک است که یکی از اعضای خانوادهٔ مدل‌های محاسباتی الهام گرفته شده از روند تکامل انسان است. این الگوریتم‌ها راه‌های بالقوهٔ یک مسئله را در قالب کروموزوم‌های ساده کد می‌کنند و سپس عملگرهای ترکیبی را بر روی این ساختارها اعمال می‌نمایند. در الگوریتم ژنتیک، قیدها معمولاً با استفاده از مفهوم تابع جریمه مورد بررسی قرار می‌گیرند. بدین صورت که با جریمه افراد غیرممکن، از مقدار شایستگی آنها متناسب با درجه تخطی قیدها در جمعیت می‌کاهد. در بیشتر شکل‌های جریمه، باید بعضی از ضرایب را در ابتدای محاسبات تعیین نمود که معمولاً این ضرایب دارای مفهوم فیزیکی روشنی نمی‌باشند. به همین علت، تعیین مقادیر تقریبی این ضرایب حتی با آزمایش نیز تقریباً غیرممکن می‌باشد. با این وجود، بیشتر شکل‌های جریمه از ضرایب ثابت در سراسر محاسبات استفاده می‌کنند که ممکن است منتج به جریمه خیلی قوی و یا خیلی ضعیف در مدت مراحل مختلف تکامل گردد.

در این تحقیق، یک شکل جریمه جدید که مجزا از مشکلات فوق‌الذکر باشد، توسعه داده می‌شود. تابع جریمه ارائه شده قابلیت تعدیل خود را در مدت تکامل دارد. همچنین ضرایب استفاده شده در شکل ارائه شده مفهوم فیزیکی روشنی دارند. در این روش سعی شده در حد امکان از اثر استفاده‌کننده بر روی پارامترهای جریمه کاسته شود. برای نمایش نتایج استفاده از این روش جریمه چند مثال کاربردی بیان شده است. با مشاهده نتایج می‌توان بهبود در نتایج بدست آمده از این روش را در بهینه‌سازی سازه‌های تا حدودی احساس نمود.

فهرست مطالب:

مقدمه ----------۱

بخش اول: مقدمه

فصل دوم: بهینه سازی

۱-۱- مقدمه ---------- ۱

۱-۲- آشنایی با مفهوم بهینه سازی ---------- ۲

۱-۳- تاریخچه الگوریتم ژنتیک ---------- ۶

۱-۴- مفاهیم پایه ---------- ۶

۱-۵- پیش زمینه بیولوژیکی ژن ها و کروموزوم ها---------- ۷

۱-۶- فضای جستجو---------- ۷

۱-۷- کاربردهای الگوریتم ژنتیک ---------- ۸

۱-۶- فضای جستجو---------- ۷

فصل دوم: روشهای بهینه‌سازی

۲-۱- روشهای عمده بهینه‌سازی ---------- ۳

۲-۲- روشهای عددی گرادیانی ---------- ۳

۲-۳-۲. روشهای عددی تجربه یافت ---------- ۴

بخش دوم: موادها و روش‌ها

فصل سوم : مواد و روشها

۳-۱- روشهای بهینه سازی ---------- ۵

۳-۱- ۱. بهینه سازی نامقید ---------- ۵

۳-۱-۲. بهینه سازی مقید ---------- ۶
۳-۱-۲-۱. روش ضریب لاگرانژ ---------- ۸
۳-۱-۲-۲. روش کان تاکر ---------- ۹
۳-۱-۲-۳. برنامه ریزی خطی ---------- ۱۰
۳-۱-۲-۴. برنامه ریزی خطی صحیح ---------- ۱۱
۳-۱-۲-۵. برنامه ریزی خطی دنباله ای ---------- ۱۲
۳-۱-۲-۶. برنامه ریزی غیرخطی دنباله ای ---------- ۱۴
۳-۲. پایه بهینه سازی تکاملی سازه ها ---------- ۱۵
۳-۲-۱. چشم انداز بهینه سازی سازه ها ---------- ۱۵
۳-۲-۲. شرح بهینه سازی شکل تیر ---------- ۱۶
۳-۳- الگوریتم ژنتیک و انواع آن ---------- ۱۸
۳-۳-۱. الگوریتم های ژنتیک ترتیبی ---------- ۱۹
۳-۳-۲. الگوریتم های ژنتیک موازی ---------- ۲۰
۳-۳-۳. الگوریتم های ژنتیک هیبرید ---------- ۲۰
۳-۳-۴. الگوریتم های ژنتیک خود سامان ---------- ۲۱
۳-۳-۵. الگوریتم های ژنتیک آشفته ---------- ۲۱
۳-۳-۶. الگوریتم های ژنتیک زایشی ---------- ۲۲
۳-۳-۷. الگوریتم های ژنتیک حالت دائمی ---------- ۲۳
۳-۴ روند کلی بهینه سازی و حل مساله در الگوریتم ژنتیک ---------- ۲۳
۳-۵-توابع جریمه و انواع آن ---------- ۲۴
۳-۵-۱. توابع جریمه مرده ---------- ۲۶
۳-۵-۲. توابع جریمه استاتیکی ---------- ۲۶
۳-۵-۳. توابع جریمه دینامیکی ---------- ۲۶
۳-۵-۳. توابع جریمه سرد و گرم ---------- ۲۷
۳-۵-۲. توابع جریمه خود انطباقی ---------- ۲۷
۳-۵-۶. الگوریت ژنتیک مجزا ---------- ۲۷
۳-۵-۷. توابع جریمه گروه تکاملی ---------- ۲۷
۳-۶- تابع جریمه ارئه شده ---------- ۲۸

فصل چهارم : فرمول بندی مساله و محدودیت های طراحی

۴-۱- مقدمه ---------- ۳۰
۴-۲- فرضیات مساله ---------- ۳۰
۴-۳-تعریف متغیرها ---------- ۳۰
۴-۴-ضوابط آیین نامه ---------- ۳۱
۴-۴-۱. ضابطه تنش خمشی ---------- ۳۱
۴-۴-۲. تنش برشی ---------- ۳۱
۴-۴-۳. ضابطه پایداری کمانش ---------- ۳۲
۴-۴-۳-۱. تنش مجاز فشاری ---------- ۳۳

بخش سوم: نتایج و پیشنهادات

فصل پنجم نتایج مدل های بهینه شده

۵-۱-مدلهای مورد استفاده---------- ۳۵
۵-۱-۱. خصوصیات قابهای مورد تحلیل ---------- ۳۵
۵-۲- قاب فولادی سه طبقه و یک دهانه ---------- ۳۶
۵-۳- قاب فولادی پنج طبقه و دو دهانه---------- ۴۲
۵-۴- قاب فولادی چهار طبقه و دو دهانه ---------- ۴۶

فصل ششم : نتایج و پیشنهادات

۶-۱- نتایج ---------- ۴۹
۶-۲- پیشنهادات ---------- ۴۹

پیوست الف ---------- ۵۱

مراجع و مآخذ ---------- ۶۵

فهرست اشکال و جداول:

جدول ۳-۱ مقایسه تنش برای مقاطع مختلف ---------- ------۱۸

شکل ۵-۱شکل هندسی قاب ۳ طبقه و بارگذاری آن----------۳۸

شکل ۵-۲ نحوه شماره گذاری المان ها جهت استفاده در برنامه MATLAB---------- ۳۹

شکل ۵-۳ مدل نهایی قاب فولادی ۳ طبقه و بارگذاری آن---------- ۴۰

شکل ۵-۴ مدل نهایی قاب فولادی ۳ طبقه یک دهانه و متقارن---------- ۴۱

شکل ۵-۵ شکل هندسی قاب ۵ طبقه و بارگذاری آن----------۴۳

شکل ۵-۶ مدل نهایی قاب فولادی ۵ طبقه و دودهانه----------۴۴

شکل ۵-۷ مدل نهایی قاب فولادی ۵ طبقه و دودهانه و متقارن نسبت به دو ستون کناری-------۴۵

شکل ۵-۸ شکل هندسی قاب ۴ طبقه و بارگذاری آن----------۴۷

شکل ۵-۹ مدل نهایی قاب فولادی ۴ طبقه و دودهانه ----------۴۸

مقدمه

یکی از مهمترین اهداف مهندسی سازه ، بهینه سازی سازه ها از جنبه های مختلف ، سازه ای ، کاربردی و اقتصادی است. در کل هدف از بهینه سازی سازه سوق دادن سازه در جهتی است که بتوان از حداقل هزینه حداکثر استفاده را بدست آورد. روش های مختلفی برای بهینه سازی سازه ها وجود دارد که با توجه به اینکه این تحقیق از روش الگوریتم ژنتیک استفاده شده است به توضیح مختصری در این مورد می پردازیم که در فصول بعد به معرفی انواع بیشتر آن خواهیم پرداخت:

الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm - GA)تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه‌حل تقریبی برای بهینه‌سازی و مسائل جستجو است. الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتمهای تکامل است که از تکنیکهای زیست‌شناسی فرگشتی مانند وراثت و جهش استفاده می‌کند. در واقع الگوریتم‌های ژنتیک از اصول انتخاب طبیعی داروین برای یافتن فرمول بهینه جهت پیش‌بینی یا تطبیق الگو استفاده می‌کنند.الگوریتم‌های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک‌های پیش‌بینی بر مبنای رگرسیون هستند. مختصراً گفته می‌شود که الگوریتم ژنتیک یک تکنیک برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. مسئله‌ای که باید حل شود ورودی است و راه‌حلها طبق یک الگو کدگذاری می‌شوند که تابع fitness نام دارد ، هر راه حل کاندید را ارزیابی می‌کند که اکثر آنها به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند.

الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی موثر در فضاهای بسیار وسیع و بزرگ است که در نهایت منجر به جهت گیری به سمت پیدا کردن یک جواب بهینه می گردد که شاید نتوان در مدت زمان زندگی یک فرد به آن جواب بهینه دست یافت. الگوریتم ژنتیک تفاوت های زیادی با روشهای قدیمی دارد. در این الگوریتم باید فضای طراحی به فضای ژنتیک تبدیل شود. بنابراین این الگوریتم با یک سری متغیرهای کد شده کار می کند. مزیت کار با این کد ها این است که کدها اصولا قابلیت تبدیل فضای پیوسته به گسسته را دارند. یکی از تفاوت های آصلی این روش با دیگر روش های قدیمی در این است که در این روش با جمعیت یا مجموعه ای از نقاط در یک لحظه خاص عمل می کنیم در حالیکه در روشهای قدیمی تنها برای یک نقطه خاص عمل می کردیم.

فصل اول : بهینه‌سازی

1-1. مقدمه

در سال 1859 داروین کتاب بحث برانگیزی را با عنوان « شرح منشأ گونه ها از طریق انتخاب طبیعی : یا حفظ نژادهای مطلوب در کشاکش حیات » منتشر کر کتابی که در زمان حاضر با نام « منشأ گونه ها » شناخته می شود. او پیشنهاد کرد که هر موجودزنده ای همواره در حال تکامل است. عقیده بحث برانگیزی که تلویحاً تکامل انسان از میمون را تداعی می کند. در خلال تحقیقات، نظر داروین به تغییرات بین گونه ها جلب شد. او مشاهده کرد که تقریباً در میان تمامی ارگانهای زنده توان بالقوه شگرفی برای تولید مثل همچون تخم گذاری، وجود دارد. لیکن تنها نعداد معدودی از تخم ها به بلوغ می رسند.همچنین مشاهده کرد که در میان یک جمعیت تفاوتهای زیادی وجود دارد. این مشاهده ها داروین را به این نتیجه رساند که آنهایی که در تلاش برای رسیدن به بلوغ دوام می آورند، احتمالاً برای ادامه حیات شایسته تر هستند. با فرض اینکه تفوتهای فردی بتواند توسط زاد و ولدها به ارث برسد، داروین پدیده تکامل را در نتیجه انتخاب طبیعی تفاوتهای به ارث رسیده می دید.

نظریه داروین تغییرات پیوسته جفت گیری و تولید مثل را در ظهور انواع گونه ها بیشتر موثر می دانست. ضمن اینکه تغییرات گسسته در طبیعت غیرمعمول نیست.هوگو دو واریس مشاهده نمود که در جمعیتی از گیاهان کاشته شده، گاه تغییرات بسیار چشمگیری مشاهده می شود. او در توضیح تغییرات گسسته نظریه جهش را مطرح نمود. در ابتدا به نظر رسید علم جدید ژنتیک از نظریه جهشی تکامل در مقابل نظریه سنتی داروین حمایت می کند اما متخصصان ؤنتیک با درک بیشتر ساختار ژنها به این باور رسیدند که نقش جهش بسیار اندک است. اگر هر ویژگی موجود زنده تنها توسط یک ژن معین می شد، جهش می توانست نقش بسیار چشمگیری داشته باشد. لیکن اگر مجموعه ای از ژنها برای کنترل یک ویژگی با

یکدیگر ترکیب شوند جهش در یک ژن می تواند اثری ناچیز داشته باشد. به هر حال صرفنظر از نظریه تکامل جهشی و تکامل داروین، اصل انتخاب طبیعی هم چنان پابرجاست. الگوریتم های ژنتیک روشهای جستجو و بهینه سازی احتمالاتی هستند که براساس مفاهیم برگرفته از تکامل بیولوژیکی طبیعی مانند تولید مثل، جفت گیری و جهش ساخته شده است. به طور کلی الگوریتم های ژنتیک جزو دسته بزرگتری از الگوریتم های تکاملی هستند که شامل برنامه تکاملی، استراتژی های تکاملی و برنامه نویسی ژنتیک هستند. الگوریتم های تکاملی برای یک مسأله با جمعیتی از جواب های بالقوه شروع می شود، آنگاه این جمعیت را تحت فرایند تنازع بقا قرار داده و با استفاده از عملیات تولید مثل و جهش هر بار جمعیت شایسته تری را ایجاد کرده و به تدریج به تقریبهای بهتری از جواب مسأله نزدیک می شود.در هر مرحله تکرار الگوریتم های تکاملی توسط فرایندهای انتخاب و تکرار، جمعیتهای جدیدی از تقریب ها را خلق می نماید. جمعیتهای ایجاد شده به تدریج نسبت به جمعیت های اولیه با محیط خود و دامنه مسأله مورد نظر سازگاری بیشتری خواهند داشت و این عمل دقیقاً مشابه عملی است که تطابق طبیعی اتفاق می افتد.

2-1. آشنایی با مفهوم بهینه‌سازی

یکی از مهمترین اهداف مهندسی سازه بهینه سازه ها از جنبه های مختلف، سازه ای، کاربردی و اقتصادی می باشد. در کل هدف از بهینه سازی سازه سوق دادن طرح در یک شرایط معین در جهتی است که در عین افزایش کارایی سازه ، هزینه های مورد نیاز کاهش یابد.این بدان معناست که با صرف انرژی، مصالح ،و زمان کمتر به طراحی هدفمندتر برسیم. بی شک از این روست که بحث بهینه سازی در سالهای اخیر ارتباط تنگاتنگی با اکثر علوم مهندسی ، ریاضیات و بسیاری فناوریها و تکنولوژی های مدرن پیدا کرده است.

بحث بهینه سازی یکی از بحث های روز در زمینه های مهندسی، ریاضیات، علم و تکنولوژی می باشد که برای دستیابی به یک طرح مناسب بکار گرفته می شود. این طرح مناسب می تواند طرح یک پل، قاب و یا طرح کلی یک وسیله نقلیه باشد. امروزه در طراحی، ساخت و نگهداری هر سیستم مهندسی، مهندسان باید تصمیمات مدیریتی متعددی را در مراحل مختلف اتخاذ نمایند. می‌توان بهینه‌سازی را به عنوان فرآیند یافتن شرایطی که مقدار بیشینه و یا کمینه یک تابع را بدست می‌دهد، تعریف نمود. با توجه به

اینکه برای حل مناسب همهٔ مسائل موجود در بهینه‌سازی روش واحدی وجود ندارد، روش‌های متعددی از بهینه‌سازی برای حل مسائل مختلف پدید آمده‌اند. اهمیت موضوع بهینه‌سازی اولین بار در طراحی سازه های هوافضا با وزن کمینه مورد توجه قرار گرفت. در این سازه‌ها، با توجه به حساسیت فوق‌العاده کاربرد آنها، به جای اینکه مبنای طراحی هزینه آن باشد، وزن سازه هدف بهینه‌سازی خواهد بود. اما در دیگر صنایع مربوط به سیستم های مهندسی همچون عمران، مکانیک و صنایع خودرو ممکن است هزینه در درجه اول اهمیت باشد، هر چند که وزن سیستم، عملکرد و حتی هزینه سازه را تحت تاثیر قرار خواهد داد. افزایش روزافزون کاربرد سازه‌های مهندسی و محدود بودن مواد خام و کمبود منابع انرژی از جملع عواملی است که طراحان را به سوی طراحی سازه‌های سبک، ارزان قیمت و در عین حال کارا، وادار می-سازد.[1]، [4]

به طور کلی انتخاب و طراحی بهینه در بسیاری از مسایل علمی و فنی باعث تولید بهترین محصول یا جواب ممکن در یک شرایط خاص می شود. برای مثال تولید محصولات مناسب در حوزه های مختلف فنی و مهندسی وابسته به طراحی دقیق و بهینه شکل، اندازه و قطعات آن محصول است. مثلا برای ساخت بال های هواپیما مواد و شکل های مختلفی وجود دارد. اما کدامیک نتیجه مطلوب تری را خواهد داشت؟ آیا از آلیاژ خاص استفاده شود بهتر است یا از مواد کامپوزیت؟ از طرفی شکل، اندازه و وزن آن با توجه به ماده به کار رفته چگونه باشد؟ و یا برای طراحی یک سقف برای پوشش یک مکان وسیع که شامل چندین ستون است با توجه به هزینه و شرایط ، نیازمند یک طراحی بهینه است.به طور کلی در همه مسایل به دنبال بهترین جواب ممکن می گردیم، اما از میاناین همه راه حل و جواب کدامیک بهینه است؟ از آنجایی که نتیجه کار باتوجه به نوع انتخاب این متدها و روش ها حاصل میشود لذا به اهمیت موضوع انتخاب بهینه و بهینه سازی در همه مسایل پی می بریم پس:

هدف ما این است که در فضای جوابهای ممکن به دنبال بهترین جواب بگردیم.

همانطور که میدانیم در بیشتر مسایل، هدف پیدا کردن یک تابع هدف (Objective Function) و یا تابع هزینه (Cost Function) به صورت حداکثر (Maximum) و یا حداقل (Minimum) است. یعنی به طور ریاضی هدف پیدا کردن x در A است اگر داشته باشیم:

(1-1)

بری حالت مینیم داریم:

$F(x) \leq F(X)$

برای حالت ماکزیمم داریم:

$F(X) \leq F(x)$

در این میان چند سوال اساسی به وجود می آید:

1. اول اینکه آیا اصلا یک حل یا جواب بهینه وجود دارد؟
2. آیا این جواب یکتاست؟
3. روش حل آن چگونه است؟
4. میزان حساسیت این جواب بهینه چقدر است؟
5. رفتار مساله به ازا تغییرات کوچکی در پارامترهای آن چگونه خواهد بود؟
6. جواب تا چه حد دقیق است؟

از سال 1940 تا کنون روش های بهینه سازی متعددی مطرح شده است که به عنوان روش های کلاسیک شناخته می شوند. از آن جمله میتوان به روش های ذیل اشاره کرد:

1. برنامه ریزی خطی
2. برنامه ریزی غیرخطی
3. برنامه ریطی پویا
4. روش اکتشافی
5. روش زمان بندی
6. روش صف
7. روش جایگزینی و .....

معمولا از تکنیک جستجوی کلاسیک برای حل معادلات غیرخطی استفاده می کنیم. هر مساله مهندسی ممکن است دارای چندین جواب مختلف باشد که بعضی ار آنها ممکن و بعضی غیرممکن است. وظیفه طراحان پیدا کردن بهترین جواب ممکن از میان جواب های مختلف است. مجموعه جواب های ممکن فضای طراحی را شکل می دهند که باید در این فضا به جستجوی بهترین یا بهینه ترین جواب پرداخت.

جستجوها به دو روش انجام میشود:

1. قطعی (Deterministic)
2. محتمل یا غیر قطعی (Stochastic)

در روش قطعی میتوان به الگوریتم Steepest Gradient و از روش غیرقطعی میتوان به روش تصادفی Random اشاره کرد.

اما روش های جدید بهینه سازی که امروزه در حل بسیاری که امروزه در حل بسیاری از مسایل مورد استفاده قرار میگیرد عبارتند از:

1. Simulated Annealing
2. Ant colony
3. Random Cost
4. Evolution Strategy
5. Genetic Algoritm
6. Cellular Automata

روش اول که تقلیدی از پدیده سردشدن فلزات مذاب برای ساخت یک روال جستجو است و یا روش دوم که با الهام از زندگی دسته جمعی حشرات به خصوص مورچه پی ریزی شده است.

1-3.تاریخچه الگوریتم ژنتیک

ایده اصلی الگوریتم های تکاملی در سال 1960 توسط Rechenberg مطرح گردید. الگوریتم ژنتیک که منشعب از این نوع الگوریتم هاست ، در حقیقت روش جستجوی کاگپیوتری بر پایه آلگوریتم های بهینه سازی و بر اساس ساختار ژن ها و کروموزوم ها است که توسط پروفسور Holland در دانشگاه میشیگان مطرح شد و پس از وی توسط جمعی از دانشجویان توسعه یافت. تا به امروز کتاب های متعددی توسط افرادی چون Davis , Goldberg و ..... در این زمینه به رشته تحریر در آمده است.این الگوریتم امروزه در بسیاری از علوم مختلف مثل زیست شناسی ، علوم مهندسی ، هوا و فضا و..... کاربرد دارد.

1-4. مفاهیم پایه

الگوریتم های ژنتیک یک روش جستجوی موثر در فضاهای بسیار وسیع و بزرگ است که در نهایت منجر به جهت گیری به سمت پیدا کردن یک جواب بهینه میگردد که شاید نتوان در مدت زمان زندگی یک فرد به آن جواب بهینه دست یافت.

الگوریتم های ژنتیک تفاوت های بسیارزیادی با روش های بهینه سازی قدیمی دارند. در این الگوریتم ها باید فضای طراحی به فضای ژنتیک تبدیل شود. بنابراین الگوریتم های ژنتیک با یکسری متغیرهای کد شده کار می کنند. مزیت کار با متغیرهای کد شده در این است که اصولا کدها قابلیت تبدیل فضای پیوسته به گسسته را دارند. یکی از تفتوت های اصلی روش GA با روش های قدیمی بهینه سازی این است که در این روش با جمعیت یا مجموعه ای از نقاط در یک لحظه خاص کار می کنیم. در حالی که در روش های قدیمی بهینه سازی تنها برای یک نقطه خاص عمل می کردیم. این به این معنی است که GA تعداد زیادی از طرح ها را در یک زمان مورد پردازش قرار می دهد.نکته جالب دیگر این است که اصول GA بر پردازش تصادفی یا به تعبیر صحیح ترپردازش تصادفی هدایت شده استوار است. بنابراین عملگرهای تصادفی فضای جستجو را به صورت تطبیقی مورد بررسی قرار می دهد.اصولا برای استفاده از GA باید سه مفهوم زیر مشخص شود:

1. تعریف تابع هدف (Objective Function)

2. تعریف و پیاده سازی فضای ژنتیک (Genetic Represention)

3. تعریف و پیاده سازی عملگرهای GA

اگر این سه قسمت به طور صحیح تعریف شوند، بدون شک GA به خوبی عمل خواهد کرد و در نهایت می توان با اعمال تغییراتی کارایی سیستم را افزایش داد.

1-5. پیش زمینه بیولوژیکی ژن ها و کروموزوم ها

همه ارگانیسم های زنده ار سلول ها تشکیل شده اند. در هر سلول مجموعه ای از کروموزوم ها به شکل رشته ای از DNA وجود دارند که به صورت یک مدلی از کل ارگانیسم تعبیر می شوند. هر کروموزوم از یک سری ژن در بلوک های DNA تشکیل شده است. هر ژن یک الگوی خاصی را رمزگشایی می کند. به عبارت دیگر هر ژن یک صفت را دیکود می کند.مثلا رنگ چشم یک فرد به عنوان یک صفت است. مجموعه ای از این صفت ها را Alleles می گوییم. از سوی دیگر هر ژن دارای موقعیت مشخصی در کروموزوم است که به این موقعیت ها Locus می گویند. مجموعه کامل ماده ژنتیکی را Genome می گویند و یک مجموعه به خصوصی از ژن ها را در ژنوم می نامند که این Genotype اساس Phenotype بوده و ویژگی های فیزیکی و فکری مثل رنگ چشم و هوش و مثل آنرا به وجود می آورد.در هنگام تولید سلول های جدید یک تلفیق توسط عمل ادغام صورت می گیرد.در این فرایند ژن های والد، کروموزوم های جدید را شکل می دهند.این مولودهای جدید جهش یافته یعنی DNA آنها تحول یافته است. این تغییرات ممکن است همراه با خطا در کپی شدن ژن های والد صورت بگیرد. معیار مناسب بودن یک ارگانیسم با توجه به موفقیت این ارگانیسم درادامه حیات آن تعیین می شود.

1-6. فضای جستجو

وقتی که یک مساله ای را حل می کنیم هدف ما پیدا کردن جواب از میان جواب های مختلف است فضای همه حالت های ممکن در حل یک مساله را فضای جستجو می نامند. هر جواب می تواند با یک مقداری با یک مقداری که بیانگر مناسب بودن آن است، نشان داده شود. جستجو برای جواب یعنی جستجو برای پیدا کردن اکسترموم در آن فضای جستجو.

پیچیده و بزرگ بودن فضاهای جستجو و اینکه نمی دانیم که از کجای این فضا باید عمل جستجو را انجام دهیم ما را به استفاده از الگوریتم های ژنتیک سوق می دهد.الگوریتم ژنتیک با الهام از تیوری داروین درباره حیات بهترین ها شکل گرفته است. بنابراین می توانیم بگوییم که GA براساس اصل ادامه حیات بهترینها و تکثیر نوع برتر پی ریزی شده است.

در ابتدا الگوریتم با مجموعه ای از جواب های تصادفی که به آنها جمعیت گفته می شود آغاز می گردد. از این جوابها برای ساخت جمعیت جدید بعدی استفاده می شود به این امیدکه جمعیت های جدید بهتر از جمعیت های قدیم باشند زیرا روش هایی که برای انتخاب جمعیتهای جدید استفاده شده با توجه به مناسب بودن آنها صورت گرفته است. پس بهترین ها شانس بیشتری برای تولید مثل خواهند داشت. این فرآیند آنقدر تکرار می شود تا شرایط خاتمه (برای دستیابی به بهترین راه حل) محقق شود.

1-7. کاربردهای الگوریتم ژنتیک

بهمان شیوه ای که تکامل در بهبود انواع موجودات از الگوریتم ژنتیک بهره می گیرد، ما نیز می توانیم درحل مسایل علمی- مهندسی آن را به کار گیریم. شاید تعداد کمی از پژوهشگران در این زمینه مشغول مطالعه و تحقیق اند اما الگوریتم ژنتیک تا کنون موارد استفاده بسیار گسترده ای پیدا کرده است. یکی از نمونه های کاربردی آن، طراحی خرپاست. خرپا ساختاری برای نگهداری پل ، سقف و یا دیگر ساختمانهای مهندسی است. این برنامه را دیوید گلدبرگ و منوهر سماتانی در دانشگاه آلاباما نوشته اند که از الگوریتم ژنتیک برای تولید طرحی استفاده می شود که بتواند با کمترین مواد، توان باربری لازم را داشته باشد. در این برنامه مثلا خرپایی 10 شاخه ای با یک رشته عدد ده رقمی نشان داده میشود که هر رقم نمایانگر قطر یکی از شاخه های خرپاست. برنامه با تولید تصادفی صدها خرپا با قطرهای مختلف شاخه شروع می شود. سپس برنامه ای ساده به کمک طراحی کامپیوتری هر رشته را از نظر وزن و توان باربری ارزیابی می کند.اگر خرپایی که با رشته معین نشان داده می شود نتواند بار مورد نظر را تحمل کند آن رشته نمره صفر خواهد گرفت و اگر بار لازم را تحمل کند آنگاه هر چه وزن آن کمتر باشد نمره بیشتر خواهد گرفت.

البته رشته های اولیه معمولا نمره کم می گیرند. بعضی از خرپاها بسیار ضعیف اند و بقیه بسیار سنگین- اند. لیکن به تدریج که الگوریتم ژنتیک رشته های بهتر را حفظ و آنها را ترکیب می کند ، سطح نمرات را

افزایش می یابد. نهایتا سطح نمرات به حالت تعادل می رسد که این امر نشان می دهد که نمی توانیم طراحی بهبود بیشتری ببخشیم. توازی درونی باعث می شود که الگوریتم ژنتیک در زمان معقول به جوابی مطلوب نزدیک و نهایتا خرپایی سبک و مناسب تعیین شود.سایر برنامه های طراحی خرپا نیز به نتایج مشابهی خواهند رسید ولی پیچیدگی بیشتری دارد و به تجارب مهندسی نیاز دارند.

از الگوریتم ژنتیک می توان در طراحی برنامه های پیچیده عملیاتی نیز استفاده کرد. میکاییل هیلیارد و گونار لیپینس که در زمینه سیستمهای ادراکی در لابراتوار اوکریج نشنال تحقیق می کردند به برنامه-ریزی کار در کارخانه ای پرداختند. در کارگاهی نمونه از ماشینهای مته، تراش، نورد و سایر ابزارها برای ساخت قطعات فلزی مشتریان صنعتی استفاده می شد. بر روی محصولات یا سفارش ها ، عملیات متفاوتی در کارگاه انجام می شد و اغلب دو یا تعداد بیشتری محصول در آن واحد به ماشین مشترکی نیاز داشتند که مشکل عمده، برنامه ریزی کار آنها بود. هر زمانی که دستگاهی از کار می افتاد لازم بود فردی، برنامه کار جدیدی طراحی کند.

برای اینکه برنامه کاری بتواند با رشته ای از ارقام مشخص باید محدودیتهای معینی در نظر گرفته شود به نحوی که برنامه ها تماماً قابل قبول باشد. برای مثال هیچ دستگاهی در آن واحد نمی تواند برای دو کار استفاده شود. بدین ترتیب رشته های ارقام متعدد که هر کدام نماینده برنامه کاری است تولید و برنامه-هایی انتخاب میشوند که بالاترین ارزش تولید در ساعت را برای کارگاه داشته باشند. رشته های پیروز با یکدیگر جفت گیری می کنند و هر از گاهی عمل جهش انجام می گیرد. این فرآیند بارها و بارها تکرار میشود تا نهایتاً برنامه کار مطلوبی ایجاد شود.

مشابه این روش را می توان در برنامه ریزی دانشگاهها برای تخصیص بهینه دانشجویان در کلاسهای موجود به کار گرفت.از جمله کاربردهای نویدبخش دیگر الگوریم ژنتیک تشخیص الگوهاست. یکی از اهداف تحقیقات هوش مصنوعی ، ساخت سیستمهایی است که بتوانند الگوهای مورد نظر را در میان مختلف شناسایی کنند چه مسیله تشخیص چهره ای از میان جمعیت باشد و یا تشخیص صدایی از میان همهمه صداهای مختلف باشد. پژوهشگران کشف کرده اند که الگوریتم ژنتیک از اکثر فنون کامپیوتری دیگر در ردیف کردن تصاویر درهم کارایی بیشتری دارد مثلاً در دانشگاه وندر بیلت، مایکل فیتزپتریک و همکاران او از الگوریتم ژنتیک برای مقایسه تصاویر اشعه ایکس قبل و بعد از عمل استفاده می کنند. گرفتگی عروق را می توان با تزریق رنگ مخصوص و مقایسه تصاویر اشعه ایکس قبل و بعد از تزریق مشخص کرد. لیکن مقایسه دقیق مشکل است زیرا رگ ها تصویر دوم هرگز در محل قبلی خود یعنی

تصویر اول نخواهند بود، ممکن است تغییر کرده و یا قدری تاب خورده باشند. در این صورت لازم است پیچیدگی تصویر دوم را با معادله تبدیل از بین برد. با معادله تبدیل هر نقطه دیجیتال شده را درست به اندازه ای تغییر محل می دهند تا با نقطه متناظر خود در تصویر مرجع منطبق شود.مسأله پیدا کردن معادله تبدیل مناسبی برای تصاویر معین است.

گروه وندربیلت دریافتند که با استفاده از برنامه ای که براساس الگوریتم ژنتیک نوشته شده باشدمی توان به سرعت به معادله تبریل مناسب دست یافت. برنامه از تعداد زیادی معادلات ممکن شروع می شود و با استفاده از عملگرهای ژنتیکی، جستجو را تا دستیابی به معادله ای ادامه می دهد که بتواند تصویر دوم را بر تصویر اول به خوبی منطبق کند.

سرعت الگوریتم ژنتیک در یافتن جواب مسایل به آن قدرت فراگیری می دهد، به طوری که بتواند به طریقی با محیط سازگار شود، کاری که از عهده سیستم های خبره بر نمی آید. برای مثال دیوید گلدبرگ برنامه ای را برای تطبیق تقاضاهای بسیار متغیر تلمبه خانه های نفت طراحی کرده است.

اداره تلمبه خانه ها نه به علم آن بلکه به هنر نیاز دارد. مسئول تلمبه خانه در حالی که به دلایل مختلف چون خرابی تلمبه ها، نشت خطوط نفت، تغییرات فشار روزانه و فصلی با میزان ورودی های متغیر روبروست، باید بتواند با تنظیم فشار تلمبه ها، خروجی های یکنواختی را تولید کند. برنامه گلد برگ ترکیب مناسب تلمبه ها و فشار لازم برای دستیابی به خروجی مورد نظر را کنترل میکند. همزمان که ورودی ها تغییر می کند الگوریتم ژنتیک به طور خودکار ترکیب جدیدی را جستجو می کند و مجدداً جریان خروجی قبلی برقرار می شود. الگوریتم ژنتیک می آموزد که چگونه جبران کند.

هیچ چیز کامل نیست.

در همه موارد فوق الگوریتم ژنتیک به جواب های مناسب می رسد، ولی جوابها لزوماً بهینه کامل نیستند. این حالت عمدتاً به دلیل شرایط محیطی و ضوابط موجود دائماً در حال تغییر است.مسأله های عمده ممکن است همیشگی باشند، لیکن نحوه پاسخ به مسأله ها در حال تغییر است. حیات در شرایطی کاملاً متفاوت با شرایط امروز شروع شده است و محیط همواره در حال تغییر است و هرگاه که گونه جدیدی از موجودات ظهور کند قواعد حاکم بر بسیاری دیگر از موجودات نغییر می کند. موجودات زنده می توانند با محیط سازگار شوند لیکن این تطابق هرگز کامل نیست.