

۲۰۲۷/۰۴۶

السلامة للجميع

بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک
(با کاربرد خاص در صنایع دارویی)

مؤلفان :

نیما خلیلی

محمد همتی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

نسخه دانش

انتشارات

تأسیس ۸۷۱۸

سرشناسه	: خلیلی، نیما، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (با کاربرد خاص در صنایع دارویی)/مولفان نیما خلیلی، محمد همتی.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات راه دکتری: سنجش و دانش، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۲ ص: مصور، جدول: ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۴۶۵-۸۹۸-۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: الگوریتم های ژنتیک
موضوع	: Genetic Algorithms
موضوع	: داروسازی -- صنعت و تجارت -- بازاریابی
موضوع	: Pharmaceutical industry Marketing
شناسه افزوده	: همتی، محمد، ۱۳۴۳ -
رده بندی کنگره	: QA۴۰۲/۱۳۹۸۵/۹ب۸خ
رده بندی دیویی	: ۱/۰۰۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۶۴۰۳۴۶

عنوان: بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (با کاربرد خاص در صنایع دارویی)

مولفان: نیما خلیلی، محمد همتی.

ناشر: انتشارات سنجش و دانش

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۸

صفحه آرای: مهدیه مخبری

طراح جلد: مهتاب دوستی

ناظر: نسرین خانی

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

«کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است»

بهاء: ۲۵۰۰۰۰ ریال

چاپ و نشر: تهران، ملارد، مارلیک، بلوار هفت تیر، مجتمع تجاری اداری امیر، آکادمی تخصصی دکتری تلفن تماس: ۰۲۱-۶۵۱۴۰۰۲۷
فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، پلاک ۱۲۶، وب سایت: www.rezomephd.ir پست الکترونیک: phdiran@iran.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیش گفتار	۱
تاریخچه الگوریتم ژنتیک	۳
بهینه سازی	۶
شبکه های عصبی و الگوریتم های ژنتیک در تجارت	۹
فناوری شبکه عصبی	۱۰
الگوریتم های ژنتیک	۱۴
مقدمه	۱۵
الگوریتم ژنتیک چیست؟	۱۸
ایده اصلی	۲۲
الگوریتم	۲۴
روش های نمایش	۲۶
روش های انتخاب	۲۷
روش های تغییر	۲۸
نقاط قوت الگوریتم های ژنتیک	۲۹
محدودیت های GA ها	۳۰
چند نمونه از کاربرد های الگوریتم های ژنتیک	۳۱
تغییر از یک نسل به نسل بعدی (CROSS OVER)	۳۵
هایپر هیوریستیک	۳۶

۴۰	معرفی الگوریتم ژنتیک
۴۲	ساز و کار الگوریتم ژنتیک
۴۴	طرح کلی الگوریتم ژنتیک
۴۵	الگوریتم ژنتیک در دنیای کامپیوتر
۴۷	نکات مهم در الگوریتم های ژنتیک
۴۹	فناوری الگوریتم ژنتیک
۵۰	مروری بر کاربردهای تجاری
۵۰	بازاریابی
۵۴	پیش بینی
۵۵	سایر حوزه های تجاری
۵۷	مفروضات مدل سازی
۵۸	روشنشناسی
۵۸	ساختار
۶۰	فصل دوم
۶۰	مقدمه
۶۲	مبانی نظری
۶۶	سیستم توزیع سبد کالا
۷۰	زنجیره تامین
۷۳	مفهوم زنجیره تامین
۷۷	اجزای کلیدی زنجیره تامین
۸۲	لجستیک و زنجیره تامین

۸۵	الگوریتم بهینه سازی ژنتیک
۸۸	الگوریتم ژنتیک (GA)
۹۲	بررسی ساختار الگوریتم‌های ژنتیکی
۹۴	استفاده از روش الگوریتم برای پیش بینی فعالیت شرکت فعالتر بورس
۹۶	پیشینه پژوهش
۹۶	پژوهش داخلی
۱۰۱	پژوهش خارجی
۱۱۱	جایگاه موضوع
۱۱۳	جمع‌بندی
۱۱۴	فصل سوم
۱۱۴	ارائه مدل ریاضی
۱۱۵	مقدمه
۱۱۵	تعریف مسئله مورد بررسی و مفروضات آن
۱۱۶	مفروضات مدل
۱۱۶	خروجی مدل
۱۱۷	اندیس‌ها، پارامترها و متغیرهای مدل
۱۱۷	متغیرهای مدل
۱۱۸	نمایش مدل مفهومی
۱۱۸	مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط فازی
۱۲۱	تبدیل مدل فازی به مدل قطعی
۱۲۵	مراحل انجام

۱۲۶	.....	جمع‌بندی
۱۲۷	.....	فصل چهارم
۱۲۷	.....	ساختار پیشنهادی الگوریتم ژنتیک و نتایج حل مدل
۱۲۸	.....	مقدمه
۱۲۸	.....	الگوریتم ژنتیک
۱۲۹	.....	تولید جمعیت اولیه
۱۲۹	.....	جهش
۱۲۹	.....	تقاطع
۱۳۰	.....	تجدید نسل
۱۳۰	.....	انتخاب والدین
۱۳۰	.....	تابع برازندگی
۱۳۰	.....	ساختار پیشنهادی الگوریتم ژنتیک
۱۳۱	.....	نحوه نمایش جواب
۱۳۲	.....	نحوه تولید جواب های اولیه
۱۳۲	.....	شرح ۳ عملگر جستجوی جواب:
۱۳۵	.....	رویه بهبود
۱۳۶	.....	عملگرهای الگوریتم
۱۳۶	.....	عملگر تقاطع:
۱۳۷	.....	به روز رسانی آرشیو پارتو
۱۳۸	.....	انتخاب جواب برای نسل بعد
۱۳۸	.....	نتایج محاسباتی

۱۳۹	شاخص های مقایسه‌ای
۱۴۰	مسائل نمونه
۱۴۱	تنظیم پارامترها
۱۴۵	سایر پارامترها:
۱۴۶	نتایج اجرایی
۱۴۶	نتایج حل مسئله مطالعه موردی
۱۵۱	نتایج حل مسائل نمونه با اندازه‌های مختلف
۱۵۳	مقایسه زمان اجرا
۱۵۴	جمع بندی
۱۵۵	مراجع

پیش گفتار

امروزه شرکت ها دریافته اند که بخش فروش آن ها می تواند بطور فزاینده ای در افزایش کارایی و اثربخشی آن ها موثر باشد. به همین دلیل آن ها شیوه های فروششان را تغییر داده و سعی در انتخاب شیوه مناسب دارند به طوری که بتواند اهداف استراتژیک شرکت را برآورده سازد. برای تحقق این امر باید در جستجوی راه حل ها و روش های استراتژیک بود. جهت دستیابی به این امر و همچنین کسب مریت های رقابتی ارائه یک مدل بهینه که در آن مقدار جریان بهینه کالا تعیین شده باشد، ضروری است. تشدید صحنه رقابت بین شرکت ها در جهت افزایش فروش در محیطی که به صورت دائمی در حال تغییر است، ضرورت واکنش های مناسب سازمان ها و شرکت های خدماتی - تولیدی را دو چندان کرده و بر انعطاف پذیری آن ها با محیط نامطمئن رقابتی پای می فشارد. سازمان های امروزی در عرصه های جهانی به منظور کسب جایگاهی مناسب و حفظ آن نیازمند بهره گیری از الگوهای بهینه سازی هستند. مشتریان در سازمان های امروزی در توزیع یا تولید کالا و ارائه خدمات، رویه های انجام امر و فرایندها، توسعه دانش و توان رقابتی همراه و همگام اعضای سازمان می باشد. بهینه سازی سطوح مختلف سازمان از عوامل اصلی بقا می باشد، ضمن آنکه استفاده از فناوری اطلاعات در فعالیت های بهینه سازی پتانسیل ایجاد ارزش را در زنجیره تامین سازمان افزایش داده است.

امروزه با توجه به عدم ثبات شرایط اقتصادی، تحریم ها و تلاطم تقریبی بازار، مشکلاتی در صنعت تولید و پخش دارو در کشور مشاهده می شود.

واحد بازرگانی در شرکت های پخش و توزیع (به خصوص در بحث محصولات آرایشی، بهداشتی، دارویی، مکمل های دارویی، داروها و مکمل های گیاهی، و تجهیزات پزشکی) وظیفه رصد کالا در بازار، از تامین کالا تا وصول بهای محصولات فروخته شده را دارد و بابت این

منظور می‌بایست مطلوب‌ترین شرایط خرید، تامین و توزیع را انتخاب و اقدام به خرید و تامین محصول نماید. توجه به حداکثر زمان پرداخت به شرکت تامین‌کننده و اخذ بیشترین تخفیفات ریالی یا کالایی از نکات قابل توجه در خرید محصولات از شرکت‌های تامین‌کننده می‌باشد. از بزرگترین دغدغه‌های واحد بازرگانی و تامین کالا فروش اقلام کند فروش در کنار اقلام خوش فروش و به حداقل رساندن رسوب کالای سررسید شده و فروش محصولات خریداری شده با زمانی کمتر از زمان پرداخت به شرکت تامین‌کننده می‌باشد. به عنوان مثال کالایی با فرجه ۹۰ روز بازپرداخت از شرکت تامین‌کننده تهیه و خریداری می‌شود اما کالای خریداری شده در زمان بیشتر از ۹۰ روز به فروش می‌رسد. گاهی ممکن است ماه‌های زیادی از زمان تسویه کالای خریداری شده سپری شود، اما امکان کالا به فروش نرسیده باشد. این موضوع خسارات و هزینه‌های سنگین و بعضاً جبران‌ناپذیری در پی دارد. از جمله، هزینه انبارداری، هزینه خواب کالا، هزینه جابجایی به دیگر مراکز جهت توزیع در روند فروش، هزینه ضایعات به عنوان کالای منقضی شده و یا حتی هزینه‌های عودت کالا به شرکت تامین‌کننده.

به هر روی روند عادی تامین تا فروش و وصول بهای کالای فروش رفته به عنوان یک فرآیند سالم از کارکرد مطلوب واحد بازرگانی به شمار می‌روند.

مسئله اینجا مطرح می‌شود که چگونه و با چه رویکرد یا سیستمی بتوانیم کالای تامین شده را در زمانی کمتر از فرجه خرید به بازار عرضه تا از تحمیل چنین هزینه‌های سنگینی به شرکت پیش‌گیری صورت پذیرد. همچنین رسوب و خواب کالای خریداری شده و اغلب اقلام کند فروش به حداقل رسد و با تنظیم سبدهای گوناگون و برقراری شرایط مقرون اقتصادی گردش نرمالی در سبد تامین و فروش به وجود آورد. مدیریت مطلوب و کارای زنجیره تامین از تولید مواد اولیه یا تامین کالا تا فروش و وصول آن چگونه طی شود تا تعادلی بین موجودی انبارها و

فروش کالاها صورت پذیرد. (از چه ابزار ریاضی، الگوریتم، سیستم های عملکردی در علم مدیریت می توان بهره برد تا زنجیره تامین کالا فرایند سالمی پیش روی داشته باشد؟)

تاریخچه الگوریتم ژنتیک

پیشینه الگوریتم ژنتیک به سال های حدود ۱۹۶۰ برمی گردد. در دهه های ۵۰ و ۶۰، تحقیقات متعددی برای استفاده از نظریه تکامل در بهینه سازی مسائل مهندسی به طور مستقل صورت گرفت. ایده اصلی در همه این سیستم ها، رشد یک جمعیت از پاسخ های اولیه یک مساله به سمت پاسخ بهینه با الهام گیری از عملگرهای انتخاب و تغییر ژنتیک طبیعی بود. در سال های ۱۹۶۵ تا ۱۹۷۳ رکنبرگ^۱ کتاب خود را به نام تکنیک های تکامل^۲ در زمینه محاسبات تکاملی منتشر کرد و در سال های بعد نظریه او توسط محققین دیگر توسعه یافت. الگوریتم ژنتیک نخستین بار توسط جان هلند^۳ مطرح و به وسیله خود او و دانشجویان و همکارانش گسترش یافت. تلاش های او و اطرافیانش در این زمینه در نهایت به نشر کتاب سازگاری در طبیعت و سیستم های مصنوعی^۴ انجامید. پس از آن تحقیقات گسترده ای توسط افراد مختلف در این زمینه انجام شد (به عنوان مثال در سال ۱۹۹۲ جان کزا^۵ الگوریتم ژنتیک را به صورت عملیاتی در برنامه نویسی به کار برد و برنامه نویسی ژنتی^۶ GP را به عنوان روش خرد مطرح ساخت و الگوریتم ژنتیک به صورت امروزی خود رسید.

اصطلاحات زیستی در راستای فهم کامل الگوریتم ژنتیک، ابتدا بهتر است با برخی از اصطلاحات زیستی به کار رفته در تئوری این الگوریتم آشنا شویم. همه موجودات زنده از واحدهای کوچکی به نام سلول تشکیل شده اند. هر سلول نیز به نوبه خود از مجموعه ای از یک یا چند کروموزوم^۷ تشکیل شده است. کروموزوم ها رشته هایی از مولکول DNA می باشند که در حقیقت برنامه کاری موجود زنده را در خود ذخیره می کنند. هر کروموزوم شامل چندین ژن^۸ می

باشد، که هر ژن بلوکی از مولکول DNA می باشد که پروتئین خاصی را کد گذاری می کند. به طور کلی می توان گفت که هر ژن یک خصیصه^{۱۱} از موجود زنده (مانند رنگ چشم) را کد گذاری می کند. حالت های ممکن برای یک خصیصه را آلل^{۱۱} می گویند. هر ژن موقعیت مخصوص خود را در کروموزوم دارد که به آن لوکوس^{۱۲} می گویند.

۱ Rechenberg

۲ Evolutionsstrategie in original

۳ Evolution strategies

۴ John Holland

۵ Adaption in Natural and Artificial Systems

۱۱ allele

۶ John Koza

۷ genetic programming

۸ chromosome

۹ gene

۱۰ trait

۱۲ locus

بسیاری از موجودات زنده در هر ژن چندین کروموزوم دارند. مجموعه کامل مواد ژنتیکی در سلول (مجموعه همه کروموزوم ها)^۱ نامیده می شوند. اصطلاح ژنوتایپ^۲ به مجموعه خاصی از کروموزوم های موجود در ژنوم اطلاق می شود. ژنوتایپ^۳ در پی تحولات و تغییر، به فنوتایپ^۴ ها خصوصیات فیزیکی و ذهنی موجود زنده (مانند رنگ چشم، بلندی، اندازه مغز و یا میزان هوش) تبدیل می شوند. در طی تولید مثل جنسی^۵، در اثر اتفاقی^۶ ژن ها از کروموزوم های والدین^۷ با یکدیگر ترکیب شده تا کروموزوم کامل جدیدی را تشکیل دهند. در طی این تغییرات، ممکن است تغییرات کوچکی در برخی از بخش های DNA ژن های فرزندان، بوجود آمده و فرزندان دچار جهش^۸ گردد. در نهایت تناسب^۹ یک موجود زنده با توجه به احتمال زیستن آن برای تکثیر (زیست پذیری)^{۱۰} یا برحسب تابعی از تعداد فرزندان آن گونه (باروری)^{۱۱} تعیین می گردد. با توجه به آنچه گذشت، الگوریتم ژنتیک بخشی از نظریه حسابگری تکاملی^{۱۲} است که در حال حاضر به

عنوان بخشی از هوش مصنوعی به سرعت در حال رشد می باشد. ایده اصلی این الگوریتم در نظریه تکامل داروین نهفته است. از نظر کاربردی، الگوریتم ژنتیک یکی از روش های بهینه سازی مسائل است که اساس آن بر انتخاب طبیعی^{۱۲} () (عامل اصلی تکامل زیستی) و برخی مفاهیمی که از علم ژنتیک الهام گرفته شده اند، استوار است.

۱ genome	v mutation
۲ genotype	^ fitness
۳ phenotype	۹ viability
۴ reproduction	۱۰ fertility
۵ recombination or crossover	۱۱ evolutionary computing
۶ parents	۱۲ natural selection

در این روش به بیان ساده، برای بهینه سازی تابع هدف (تابع تناسب)^۱ مساله، در هر مرحله، از یک جمعیت^۲ اولیه کروموزوم ها (افراد)^۳ که در حقیقت پاسخ های اولیه مساله می باشند، به یک جمعیت جدید از کروموزوم ها و یا یک نسل^۴ بدین گونه که در حقیقت پاسخ های ثانویه مساله مفروض می باشند می رسیم. بنابراین با تکرار این عملیات و تولید جمعیت جدید از جمعیت قبلی در هر مرحله و در نتیجه رسیدن به نسل های موفق، جمعیت^۵ به سمت یک پاسخ بهینه رشد خواهد کرد. در الگوریتم ژنتیک هر کروموزوم نشان دهنده پاسخی از مساله مورد نظر می باشد. این پاسخ بسته به نوع کدسازی مساله مورد نظر که با توجه به خصوصیات مساله تعیین می شود، می تواند به صورت ماتریسی از اعداد حقیقی (کدسازی حقیقی)، یک رشته از بیت های ۰ و ۱ ای (کد سازی باینری) و ... مطرح شود. بنابراین هر کدام از ژن ها که اجزاء کروموزوم ها میباشند، می توانند نشانگر یک عدد حقیقی، یک بیت و ... باشند. در مورد روش های معمول در کدسازی، در قسمت های بعد بحث خواهیم کرد.