

الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای رایج آنها

پیام هوشمند

دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی شریف

حامد رجب زاده

دانشجوی دکتری، دانشگاه مدیریتانه ی شرقی

سرشناسه	: هوشمند، پیام، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای رایج آن‌ها
مشخصات نشر	: تهران : آرنا، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۳۰۹ ص.
شابک	: 978-600-356-258-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیبای مختصر
یادداشت	: فهرستنویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: کتابنامه : ص. ۳۱۱.
شناسه افزوده	: رجب‌زاده ، حامد، ۱۳۶۷-
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۸۰۴۸۲۸



نشر آرنا

عنوان	: الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای رایج آن‌ها
مولف	: پیام هوشمند- حامد رجب‌زاده
ناشر	: آرنا
ناظر چاپ	: مهدی اکبری
چاپ	: اول ۱۳۹۴
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۲۵۸-۵
	قیمت: ۱۸۰۰۰ تومان

www.arnapub.com

فصل اول: مقدمه ای بر الگوریتم های فرا ابتکاری و مفاهیم رایج در آن

۱۸	۱-۱- بهینه سازی مسائل
۱۹	۲-۱- مدل های بهینه سازی
۲۰	۳-۱- پیچیدگی محاسباتی
۲۰	۱-۳-۱- نماد Big-oh
۲۱	۲-۳-۱- نماد Big-Omega
۲۱	۳-۲-۱- نماد θ
۲۳	۴-۱- پیچیدگی محاسباتی مسائل
۲۶	۵-۱- روش های بهینه سازی
۲۶	۱-۵-۱- روش های دقیق
۲۷	۲-۵-۱- روش های تقریبی
۲۸	۱-۲-۵-۱- تجزیه
۲۹	۲-۲-۵-۱- جستجوی سازنده (Constructive Search)
۳۰	۳-۲-۵-۱- جستجوی بهبود یافته (Improving Search)
۳۰	۴-۲-۵-۱- روش جستجوی همسایه (Neighborhood Search=NS)
۳۱	۳-۵-۱- الگوریتم های فرا ابتکاری
۳۶	۶-۱- شبکه های عصبی
۳۷	۷-۱- الگوریتم های مبتنی بر هوش جمعی
۳۹	منابع

فصل دوم: الگوریتم ژنتیک

- ۴۱ ۱-۲ مقدمه
- ۴۱ ۲-۲ تاریخچه
- ۴۲ ۳-۲ محاسبات تکاملی
- ۴۳ ۴-۲ ساختار کلی الگوریتم ژنتیک
- ۴۶ ۵-۲ چگونگی عملکرد الگوریتم ژنتیک
- ۴۷ ۶-۲ اجزای الگوریتم ژنتیک
- ۴۷ ۱-۶-۲ کروموزوم
- ۴۸ ۲-۶-۲ جمعیت
- ۴۸ ۳-۶-۲ تابع برازندگی
- ۴۹ ۴-۶-۲ نمایش جواب ها
- ۵۰ ۱-۴-۶-۲ نمایش های دودویی
- ۵۱ ۲-۴-۶-۲ نمایش های اعداد صحیح
- ۵۱ ۳-۴-۶-۲ نمایش مقدار حقیقی یا عدد اعشاری
- ۵۲ ۴-۴-۶-۲ نمایش های جای گشتی
- ۵۳ ۲-۷-۲ انتخاب
- ۵۴ ۱-۷-۲ روش چرخ رولت (چرخ طیار)
- ۵۶ ۲-۷-۲ روش تصادفی
- ۵۷ ۳-۷-۲ روش رتبه بندی
- ۵۷ ۴-۷-۲ انتخاب مسابقه ای (رقابتی)
- ۵۹ ۸-۲ تقاطع
- ۶۰ ۱-۸-۲ تقاطع تک نقطه ای

- ۶۰..... ۲-۸-۲- تقاطع دو نقطه ای
- ۶۱..... ۳-۸-۲- تقاطع یکنواخت
- ۶۱..... ۴-۸-۲- تقاطع ترتیبی
- ۶۲..... ۹-۲- جهش
- ۶۳..... ۱-۹-۲- معکوس کردن
- ۶۴..... ۲-۹-۲- احتمال جهش
- ۶۴..... ۱۰-۲- جایگزینی مبتنی بر برازندگی فرزندان
- ۶۵..... ۱۱-۲- جابه جایی
- ۶۵..... ۱۲-۲- آماده سازی شرایط خاتمه (توقف)
- ۶۶..... ۱۳-۲- حل مسئله ی کوله پشتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک
- ۶۶..... ۱-۱۳-۲- تعریف مسئله
- ۶۷..... ۲-۱۳-۲- کدگذاری مسئله
- ۶۸..... ۳-۱۳-۲- حل مسئله
- ۷۲..... ۱۴-۲- همگرایی الگوریتم ژنتیک
- ۷۴..... ۱۵-۲- تفاوت و شباهت های بین الگوریتم ژنتیک و روش های سنتی دیگر
- ۷۵..... ۱۶-۲- پیشرفت در الگوریتم ژنتیک
- ۷۵..... ۱۷-۲- الگوریتم ژنتیک با حافظه
- ۷۷..... ۱۸-۲- بهینه سازی چند مدلی
- ۷۷..... ۱۹-۲- جستجو برای جدول زمانی بهینه
- ۷۸..... ۲۰-۲- بهینه سازی تابع غیر ساکن
- ۷۹..... ۲۱-۲- چه زمانی باید از الگوریتم ژنتیک استفاده کنیم؟
- ۸۰..... ۲۲-۲- ارائه چند مثال از کاربرد های الگوریتم ژنتیک

منابع..... ۹۷

فصل سوم: الگوریتم های بهینه سازی کلونی مورچگان

- ۱-۳- مقدمه..... ۹۹
- ۲-۳- معرفی..... ۱۰۰
- ۳-۳- رفتار مورچه های واقعی برای جستجوی غذا..... ۱۰۳
- ۴-۳- آزمایش پل دوتایی (باینری)..... ۱۰۳
- ۵-۳- رفتار مورچه های مصنوعی برای پیدا کردن کوتاهترین مسیر..... ۱۰۷
- ۶-۳- شباهت ها و تفاوت های بین مورچه های واقعی و مصنوعی..... ۱۰۹
- ۷-۳- الگوریتم ساده بهینه سازی کلونی مورچگان (S-ACO)..... ۱۱۰
- ۷-۳-۱- مفاهیم اولیه ی S-ACO..... ۱۱۰
- ۷-۳-۲- رفتار مورچه ها برای جستجوی مسیر..... ۱۱۲
- ۷-۳-۳- به روزرسانی فرومون..... ۱۱۳
- ۷-۳-۴- تأخیر فرومون مسیر..... ۱۱۵
- ۸-۳- انواع الگوریتم مورچگان (ACO)..... ۱۱۹
- ۸-۳-۱- سیستم مورچه..... ۱۱۹
- ۹-۳- تنظیم پارامتر های ACO..... ۱۲۹
- ۱۰-۳- سیستم اجتماع مورچگان..... ۱۳۳
- ۱۱-۳- سیستم مورچه بر پایه ی رتبه..... ۱۳۷
- ۱۲-۳- الگوریتم سیستم مورچه نخبه گرا..... ۱۳۸
- ۱۳-۳- الگوریتم سیستم مورچه مینیم-ماکزیمم..... ۱۳۹
- ۱۴-۳- الگوریتم مورچگان برای فضای پیوسته..... ۱۴۳
- ۱۴-۳-۱- مدل کردن همسایگی لانه..... ۱۴۴

- ۱۴۶-۲-۱۴-۳- انتخاب بردار جستجو.....
- ۱۴۷-۳-۱۵- حرکت مورچه ها.....
- ۱۵۰-۳-۱۶- اتمام منبع غذا.....
- ۱۵۱-۳-۱۷- شرایط اتمام الگوریتم.....
- ۱۵۲-۳-۱۸- مسئله ی فروشنده ی دوره گرد.....
- ۱۵۳-۳-۱۹- مسئله ی مرتب سازی توالی.....
- ۱۵۴-۳-۲۰- مسئله ی تخصیص عمومی.....
- ۱۵۷-۳-۲۱- مسئله ی کوله پشتی چند گانه.....
- ۱۵۸-۳-۲۲- مسئله ی مسیر یابی شبکه.....
- ۱۶۰-۳-۲۳- مسئله ی فروشنده ی دوره گرد دینامیک.....
- ۱۶۱-۳-۲۴- الگوریتم کلونی مورچگان (ACS) برای مسئله ی فروشنده ی دوره گرد.....
- ۱۷۶-۳-۲۵- کاربرد الگوریتم مورچگان در پیش بینی درماندگی مالی.....
- ۱۷۹-۳-۲۶- کاربرد الگوریتم مورچگان در برنامه ریزی تولید بلند مدت در معادن روباز.....
- ۱۸۰-۳-۲۷- خوشه بندی منابع شبکه با استفاده از الگوریتم مورچگان.....
- ۱۸۱-۳-۲۸- کاوش استفاده از وب با استفاده از کلونی مورچگان.....
- ۱۸۴-۳-۲۹- کاربرد الگوریتم کلونی مورچگان در بهینه سازی توزیع آب.....
- ۱۸۶- منابع.....

فصل چهارم: برنامه ریزی خطی

- ۱۹۲-۴-۱- معرفی.....
- ۱۹۳-۴-۲- مثال نمونه.....
- ۱۹۵-۴-۳- فرموله کردن به شکل برنامه ریزی خطی.....
- ۱۹۶-۴-۴- مدل برنامه ریزی خطی.....

- ۵-۴- یک شکل استاندارد برای مدل ۱۹۷
- ۶-۴- سایر شکل ها ۱۹۸
- ۷-۴- واژه های مربوط به جوابهای مدل ۱۹۹
- ۸-۴- کنترل آلودگی هوا ۲۰۰
- ۹-۴- اصول روش سیمپلکس ۲۰۴
- ۱۰-۴- ساختار الگوریتم ها ۲۰۵
- ۱۱-۴- مقدمات روش سیمپلکس ۲۰۵
- ۱۲-۴- خلاصه روش سیمپلکس ۲۰۸
- ۱۲-۴-۱- قدم ابتدائی ۲۰۹
- ۱۳-۴- قیمت های سایه ۲۱۵
- ۱۴-۴- حالات مشابه در روش سیمپلکس ۲۱۷
- ۱۵-۴- شرایط مشابه در هنگام انتخاب متغیر اساسی ورودی ۲۱۷
- ۱۶-۴- شرایط مشابه در هنگام انتخاب متغیر اساسی خروجی - تبهگنی ۲۱۸
- ۱۷-۴- جوابهای بهینه چندگانه ۲۲۰
- ۱۸-۴- تطابق با شکلهای دیگر مدل ۲۲۳
- ۱۹-۴- محدودیت های تساوی ۲۲۴
- ۲۰-۴- حداقل کردن تابع هدف ۲۲۸
- ۲۱-۴- اعداد منفی در سمت راست ۲۳۰
- ۲۲-۴- حل مثال تغییر شکل یافته ۲۳۱
- ۲۳-۴- وقتی که جواب موجهی وجود نداشته باشد ۲۳۳
- ۲۴-۴- متغیرهائی که می توانند منفی باشند ۲۳۴
- ۲۵-۴- متغیرهائی که دارای حد پائینی منفی باشند ۲۳۵

۲۳۸	۲۶-۴- نتیجه
۲۳۹	۲۷-۴- الگوریتم های برنامه ریزی خطی
۲۳۹	۲۸-۴- فن حد فوقانی
۲۴۴	۲۹-۴- روش سیمپلکس ثانویه
۲۴۵	۳۰-۴- خلاصه روش سیمپلکس ثانویه
۲۴۹	۳۱-۴- روش تجدید نظر شده سیمپلکس
۲۵۵	۳۲-۴- خلاصه روش تجدید نظر شده سیمپلکس
۲۶۱	۳۴-۴- اصل تجزیه برای مسائل چند بخشی
۲۶۶	۳۵-۴- نتیجه
۲۶۷	منابع

فصل پنجم: الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات (PSO)

۲۶۹	۵-۱- تاریخچه
۲۶۹	۵-۲- معرفی
۲۷۱	۵-۳- کاربردی از PSO در ریاضیات
۲۷۲	۵-۴- اتوماتای یادگیر
۲۷۳	۵-۵- اتوماتای سلولی یادگیر
۲۷۴	۵-۶- CLA-PSO
۲۷۵	۵-۷- کاربردها
۲۷۵	۵-۷-۱- استخراج متحنی فرمان بهره برداری مخزن دز بر اساس الگوریتم PSO
	۵-۷-۲- استفاده از بهینه سازی گروهی ذرات برای آموزش شبکه های عصبی و کاربرد آن در
۲۷۵	فشرده سازی تصویر
۲۷۷	منابع

فصل ششم: یک الگوریتم تکاملی جدید مبتنی بر چرخه آب

- ۶-۱- معرفی ۲۸۰
- ۶-۲- مقدمه ۲۸۰
- ۶-۳- استراتژی بهینه سازی مبتنی بر چرخه آب ۲۸۱
- ۶-۴- مروری بر چرخه آب در طبیعت ۲۸۲
- ۶-۵- الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر چرخه آب برای مسائل تک هدفه ۲۸۳
- ۶-۶- پیاده سازی طرح پیشنهادی و آنالیز نتایج ۲۹۲
- ۶-۷- چگونگی رفتار الگوریتم در رسیدن به بهینه سراسری در روند اجرا ۲۹۴
- ۶-۸- مقایسه با الگوریتم های تکاملی دیگر بر اساس دست یابی به بهینه سراسری ۲۹۵
- ۶-۹- نتیجه گیری ۲۹۶
- ۶-۱۰- کاربرد ۲۹۷
- ۶-۱۰-۱- تخمین پارامترهای موتور القایی ۲۹۷
- ۶-۱۰-۲- حل مسئله ی تخصیص درجه دوم ۲۹۹
- منابع ۳۰۰

فصل هفتم: سیستم ایمنی مصنوعی ممٹیک

- ۷-۱- مقدمه ۳۰۳
- ۷-۲- سیستم ایمنی مصنوعی ۳۰۴
- ۷-۳- سیستم ایمنی مصنوعی ممٹیک (MAIS) ۳۰۴
- ۷-۴- بهینه سازی تابع ۳۰۵
- ۷-۵- سیستم ایمنی مصنوعی ممٹیک با جستجوی محلی تپه نوردی ۳۰۶
- ۷-۶- سیستم ایمنی مصنوعی ممٹیک با جستجوی محلی ژنتیک ۳۰۷
- ۷-۷- سیستم ایمنی مصنوعی ممٹیک با جستجوی محلی CA-AIS ۳۰۸

۳۰۸..... ۷-۸- نتیجه

۳۰۹..... منابع

www.ketab.ir

پیشگفتار

امروزه با پیشرفت سریع دانش، بهینه سازی از اهمیت بالایی در علوم مختلف مهندسی و سایر علوم برخوردار شده است. بهینه سازی یکی از مفاهیمی است که به خوبی از پل ارتباطی بین تئوری و عمل، عبور کرده است و دارای کاربردهای گسترده ای می باشد. مهندسان برق، مکانیک، کامپیوتر، شیمی، نفت، متالورژی و ... همگی به دنبال بهینه سازی ابزارآلات، فرمول ها، معادلات و مدل های مربوط به شاخه تخصصی خود در راستای استفاده هرچه بهتر از زمان و منابع هستند. این امر منجر به این شده است که یک ابزار مناسب و ساده را برای رفع نیازهایشان در اختیار داشته باشند. اهمیت بهینه سازی به حدی است که با انجام آن بر روی یک پارامتر از یک مسئله می توان چندین مقاله در ژورنال های مختلف بین المللی به ثبت رساند. روش هایی که در این کتاب مورد بررسی قرار گرفته اند، جزء روش های پرکاربرد بهینه سازی محسوب می شوند.

الگوریتم های فرا ابتکاری، الگوریتم هایی هستند که جواب هایی با کیفیت بالا را در زمان کوتاهی برای مسائل بهینه سازی پیچیده ارائه می نمایند. هرچند ضمانتی برای دستیابی به جواب بهینه با استفاده از این الگوریتم ها وجود ندارد، ولی توانایی بالای آنها در دستیابی به جواب های نزدیک به بهینه در زمان کوتاه برای این مسائل، موجب شهرت فراوان آن ها شده است. امروزه، الگوریتم های فرا ابتکاری به عنوان ابزارهایی توانمند برای حل خیلی از مسائل بهینه سازی در بسیاری از رشته های علوم مورد استفاده قرار می گیرند. کاربرد وسیع الگوریتم های فرا ابتکاری در بسیاری از رشته ها و رساله های کارشناسی ارشد و دکتری، اهمیت تدوین کتب به زبان فارسی را در این زمینه نشان می دهد.

این کتاب مشتمل بر هفت فصل می باشد. در فصل اول مبانی نظری بهینه سازی الگوریتم های فراابتکاری آمده است. در فصل دوم الگوریتم ژنتیک به طور مفصل تشریح

شده است. در این فصل انواع مختلف عملگرهای انتخاب، جهش و تقاطع معرفی شده اند و کاربرد هایی از آن در انتهای فصل برای درک بیشتر خواننده آورده شده است. در فصل سوم به اجتماع کلونی مورچگان که یکی دیگر از الگوریتم های فراابتکاری جهت بهینه سازی می باشد، همراه با کاربردهایش توضیح داده شده است. فصل چهارم به برنامه ریزی خطی، یکی از روش هایی که زمان زیادی است مورد استفاده قرار می گیرد، اشاره شده است. فصل پنجم، اشاره به الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) و چند مثال از کاربردهایش می نماید. فصل های ششم و هفتم نیز به ترتیب به الگوریتم آب، که جزء جدیدترین الگوریتم های ارائه شده می باشد و الگوریتم ممتیک را شامل می شوند.

در پایان از زحمات سروران سرکار خانم بهار فکری و سرکار خانم گلاره همایون که ما را در نگارش و ویرایش این کتاب یاری کرده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

با تشکر

بهار ۱۳۹۴