

الگوریتم‌های تکاملی و محاسبات زیستی

(ویراست دوم)

نویسندگان:

دکتر محمد صنیعی آبادی

(عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

مهندس زهره جبل عاملیان

نیاز دانش

سرشناسه	: صنیعی آباد، محمد، ۱۳۵۸
عنوان و نام پدیدآور	: الگوریتم‌های تکاملی و محاسبات زیستی / نویسندگان محمد صنیعی آباد، زهره جبل‌عاملیان
وضعیت ویراست	: ویراست دوم
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۳۴۴ ص. مصور، جدول، نمودار
شابک	: 978-600-7724-28-6
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: الگوریتم‌های ژنتیک
موضوع	: برنامه‌نویسی تجربه‌ای
موضوع	: بهینه‌سازی ترکیبی
شناسه افزوده	: جبل‌عاملیان، زهره، ۱۳۶۴
رده‌بندی دیویی	: ۰۰۵/۱
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۴ الف۹ص/۲۵ QA۴۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۹۵۱۶۰۱



نام کتاب	: الگوریتم‌های تکاملی و محاسبات زیستی (ویراست دوم)
نویسندگان	: محمد صنیعی آباد - زهره جبل‌عاملیان
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد محسن
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: دوم - ۱۴۰۱
شمارگان	: ۵۰ نسخه
قیمت	: ۱۶۰۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-7724-28-6

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۲۴-۲۸-۶

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه‌ی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه‌ی کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده‌ی ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۹۱۲۷۰۸۰۸-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۶-۲۱

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹



پیشگفتار

در سال‌های اخیر، استفاده از الگوریتم‌های تکاملی و دیگر فرامکاشفه‌های زیستی، برای حل مسائل گوناگون جستجو و بهینه‌سازی‌های پیوسته و گسسته، به طور شگفت‌آوری رشد فزاینده‌ای داشته است. مهمترین عاملی که سبب شده است استفاده از این الگوریتم‌ها به این اندازه مورد توجه جوامع علمی مختلف باشد، سادگی اعمال شدن و کاربرد آنها برای حل مسائل با ماهیت بسیار متفاوت است.

الگوریتم‌های فرامکاشفه‌ای، همانند روش‌های تکاملی و دیگر الگوریتم‌های ملهم از طبیعت، الگوریتم‌هایی هستند که جواب‌هایی با کیفیت بالا و در زمانی قابل قبول برای مسائل جستجوی بسیار پیچیده ارائه می‌نمایند. هر چند استفاده از این الگوریتم‌ها هیچ‌گونه ضمانتی را برای یافتن پاسخ بهینه به دست نمی‌دهد، لیکن توانایی بی‌بدیل این الگوریتم‌ها در کشف پاسخ‌های نزدیک به بهینه در زمانی نسبتاً کوتاه، موجبات شهرت فراوان آنها را فراهم ساخته است.

امروزه، از این الگوریتم‌ها برای حل بسیاری از مسائل جستجو و بهینه‌سازی در طیف وسیعی از علوم متنوع بهره‌برداری می‌شود. این الگوریتم‌ها، در پروژه‌های تحقیقاتی، پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و رساله‌های دکتری خیلی از رشته‌ها از قبیل مهندسی کامپیوتر، برق، مکانیک، عمران، صنایع، ریاضیات، فیزیک، شیمی، کشاورزی، اقتصاد، مدیریت و غیره به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

با رجوع به مقالات و پژوهش‌های بسیار جدید، مشاهده می‌شود که تعداد الگوریتم‌های فرامکاشفه‌ای مبتنی بر رفتار زیست‌شناختی موجودات رشد چشمگیری داشته است. الگوریتم‌های مبتنی بر زندگی کرم‌های شبتاب، گربه‌سانان، مگس‌های میوه، فاخته‌ها، خفاش‌ها و میگوها تنها چند نمونه از فرامکاشفه‌های جدید ارائه شده هستند. متأسفانه، با وجود رشد چشمگیر این الگوریتم‌ها، هیچ کتابی به زبان فارسی و یا حتی لاتین نمی‌توان یافت که توانسته باشد به نحوی شایسته به تشریح عملکرد رفتاری و نیز تفاوت الگوریتم‌های زیستی پرداخته باشد.

با توجه به مطالب مطرح شده، نیاز به منبعی که بتواند پاسخ‌گوی پرسش‌های بی‌شمار دانشجویان در این حوزه بوده و نیز قادر باشد به عنوان مرجعی قابل اعتماد جهت معرفی توسط اساتید محترم دروس پردازش تکاملی و محاسبات زیستی مورد استفاده قرار گیرد، بیش از پیش احساس می‌شد. کتاب حاضر به عنوان پاسخی به این نیاز ارائه شده است.

مهمترین ویژگی‌های این کتاب، که آن را در مقایسه با تمام کتاب‌های مشابه داخلی و حتی خارجی منحصر به فرد ساخته است، عبارتند از:

۱- ارائه ۴۵ روش جستجوی فرامکاشفه‌ای که عبارتند از:

۱-۱ الگوریتم‌های جستجوی فرامکاشفه‌ای پایه شامل (۲ روش): جستجوی تپه‌نوردی و جستجوی تصادفی (این الگوریتم‌ها در فصل اول ارائه شده‌اند).

۲-۱ الگوریتم‌های تکاملی شامل (۱۲ روش): الگوریتم ژنتیک، برنامه‌نویسی ژنتیک، استراتژی تکامل، برنامه‌نویسی تکاملی، تکامل تفاضلی، الگوریتم ممتیک، الگوریتم فرهنگی، الگوریتم ژنتیک تاگوچی، الگوریتم هم‌تکاملی، الگوریتم تکاملی دیپلوییدی، بهینه‌سازی تولیدمثل غیرجنسی و سیستم ایمنی مصنوعی (این الگوریتم‌ها در فصل سوم ارائه شده‌اند).

۳-۱ فرامکاشفه‌های زیستی شامل (۲۲ روش): بهینه‌سازی کلونی مورچگان، کلونی زنبور مصنوعی، بهینه‌سازی کلونی موربان، بهینه‌سازی کندوی زنبورعسل، بهینه‌سازی جامعه علامت-محور، بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم کرم شب‌تاب، الگوریتم قورباغه جهنده، بهینه‌سازی ازدحام گربه‌ها، الگوریتم بهینه‌سازی مگس میوه، الگوریتم بهینه‌سازی فاخته، الگوریتم بهینه‌سازی غذایی باکتری، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ماهی، الگوریتم خفاش، بهینه‌سازی گله شیرها، بهینه‌سازی جستجوی گروهي، بهینه‌سازی گروه مگه‌ها و جستجوی شکار، الگوریتم تکامل گرادیان، جستجوی جانداران همزیست و الگوریتم رقابت لیگ فوتبال. (این الگوریتم‌ها در فصل پنجم ارائه شده‌اند).

۴-۱ فرامکاشفه‌های غیرزیستی شامل (۹ روش): تبرید شبیه‌سازی شده، الگوریتم جستجوی گرانشی، الگوریتم بهینه‌سازی مغناطیسی، بهینه‌سازی افراطی، جستجوی هارمونی، الگوریتم جستجوی گردابی، جستجوی ممنوعه، جستجوی پراکنده و جستجوی محلی مکرر (این الگوریتم‌ها در فصل ششم ارائه شده‌اند).

۲- معرفی یک طبقه‌بندی جدید برای الگوریتم‌های زیستی (روش‌های مبتنی بر هوش جمعی) شامل: الگوریتم‌های علامت-محور و الگوریتم‌های تقلید محور. این طبقه‌بندی به همراه لیست الگوریتم‌های مربوط به هر طبقه در فصل اول به تفصیل تشریح شده است.

۳- معرفی یک طبقه‌بندی جدید برای الگوریتم‌های غیرزیستی شامل: الگوریتم‌های مبتنی بر علم فیزیک و سایر الگوریتم‌های زیستی. این طبقه‌بندی به همراه لیست الگوریتم‌های مربوط به هر طبقه در فصل اول توضیح داده شده است.

۴- ارائه یک شبه‌کد استاندارد برای تمام ۴۵ الگوریتم فرامکاشفه‌ای ارائه شده در کتاب. منظور از شبه‌کد استاندارد این است که با رعایت یک سری اصول مشخص در نوشتن شبه‌کدها، سعی شده است که به خواننده کتاب برای درک هر الگوریتم و امکان مقایسه تفاوت‌های آن با دیگر الگوریتم‌ها کمک شود.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۳	بخش اول: مفاهیم پایه
۱۵	فصل اول: الگوریتم‌های جستجو
۱۵	۱-۱ مقدمه
۱۵	۲-۱ انواع الگوریتم‌های جستجو
۱۶	۱-۲-۱ جستجوی تحلیلی
۱۷	۲-۲-۱ جستجوی ناآگاهانه
۲۰	۳-۲-۱ جستجوی آگاهانه
۲۲	۳-۱ الگوریتم‌های فرامکاشف‌های
۲۲	۱-۳-۱ فضای جستجو و دورنمای برازش
۲۴	۲-۳-۱ قابلیت‌های پوشش و انفعال
۳۱	۳-۳-۱ طبقه‌بندی الگوریتم‌های فرامکاشف‌های
۳۷	۴-۱ مسائل
۳۷	۵-۱ مراجع
۳۹	بخش دوم: الگوریتم‌های تکاملی
۴۱	فصل دوم: پردازش تکاملی
۴۱	۱-۲ مقدمه
۴۱	۲-۲ نظریه داروین
۴۷	۳-۲ مفاهیم پایه
۴۹	۴-۲ مراحل یک الگوریتم تکاملی
۵۱	۵-۲ روش‌های نمایش کروموزوم
۵۲	۶-۲ جمعیت اولیه
۵۳	۷-۲ تابع برازش
۵۴	۸-۲ عملگر انتخاب
۵۴	۱-۸-۲ انتخاب تصادفی
۵۵	۲-۸-۲ انتخاب نسبی
۵۶	۳-۸-۲ انتخاب رتبه‌ای
۵۷	۴-۸-۲ انتخاب مسابقه‌ای
۵۷	۵-۸-۲ انتخاب برشی

۵۸	۹-۲ عملگرهای تولیدمثل
۵۹	۱-۹-۲ باز ترکیب و جهش در نمایش دودویی
۵۹	۲-۹-۲ باز ترکیب و جهش در نمایش اعداد حقیقی
۶۱	۳-۹-۲ باز ترکیب و جهش در نمایش جایگشت عناصر
۶۴	۴-۹-۲ باز ترکیب و جهش در نمایش درختی
۶۵	۱۰-۲ مرحله جایگزینی
۶۵	۱-۱۰-۲ جایگزینی حالت پایدار
۶۵	۲-۱۰-۲ جایگزینی نسلی
۶۶	۱۱-۲ شرایط توقف
۶۶	۱۲-۲ مباحث پیشرفته در پردازش تکاملی
۶۷	۱-۱۲-۲ کنترل قابلیت‌های پوشش و انتفاع
۷۱	۲-۱۲-۲ نظریه اسکیم
۷۶	۳-۱۲-۲ الگوریتم‌های تکاملی موازی
۷۹	۴-۱۲-۲ بهینه‌سازی چند هدفه تکاملی
۸۱	۱۳-۲ مسائل
۸۱	۱۴-۲ مراجع

فصل سوم: فرامکاشفه‌های تکاملی

۸۳	۱-۳ مقدمه
۸۳	۲-۳ الگوریتم ژنتیک
۹۳	۳-۳ برنامه‌نویسی ژنتیک
۹۸	۴-۳ استراتژی تکامل
۱۰۰	۵-۳ برنامه‌نویسی تکاملی
۱۰۲	۶-۳ تکامل تفاضلی
۱۰۵	۷-۳ الگوریتم‌های ممیتیک
۱۰۸	۸-۳ الگوریتم‌های فرهنگی
۱۱۳	۹-۳ الگوریتم ژنتیک تاگوچی
۱۱۷	۱۰-۳ الگوریتم هم‌تکاملی
۱۲۴	۱۱-۳ الگوریتم تکاملی دیپلوییدی
۱۲۸	۱۲-۳ بهینه‌سازی تولیدمثل غیر جنسی
۱۳۰	۱۳-۳ سیستم ایمنی مصنوعی
۱۳۶	۱۴-۳ مسائل
۱۳۶	۱۵-۳ مراجع

۱۴۷	بخش سوم: محاسبات زیستی
۱۴۹	فصل چهارم: هوش جمعی
۱۴۹	۱-۴ مقدمه
۱۴۹	۲-۴ الهام از رفتارهای گروهی موجودات
۱۵۲	۳-۴ الگوریتم‌های علامت-محور (کلونی مورچگان)
۱۵۷	۱-۳-۴ بهینه‌سازی کلونی مورچه ساده
۱۶۲	۲-۳-۴ سیستم مورچه
۱۶۴	۳-۳-۴ سیستم مورچه نخه
۱۶۵	۴-۳-۴ سیستم مورچه مبتنی بر رتبه
۱۶۵	۵-۳-۴ سیستم مورچه MAX-MIN
۱۶۷	۶-۳-۴ سیستم کلونی مورچه
۱۶۹	۷-۳-۴ سیستم مورچه ANT-Q
۱۷۱	۸-۳-۴ سیستم مورچه سریع
۱۷۱	۹-۳-۴ سیستم مورچه ANTTabu
۱۷۲	۱۰-۳-۴ سیستم مورچه ANTS
۱۷۳	۱۱-۳-۴ تنظیم پارامترها در سیستم‌های مورچه
۱۷۴	۱۲-۳-۴ مراحل یک الگوریتم علامت-محور
۱۷۶	۴-۴ الگوریتم‌های تقلید-محور (ازدحام ذرات)
۱۷۷	۱-۴-۴ بهینه‌سازی ذرات اولیه
۱۷۸	۲-۴-۴ الگوریتم PSO بهینه سراسری
۱۸۰	۳-۴-۴ الگوریتم PSO بهینه محلی
۱۸۱	۴-۴-۴ مقایسه الگوریتم‌های gbest PSO و lbest PSO
۱۸۵	۵-۴-۴ مقداردهی اولیه ذرات
۱۸۶	۶-۴-۴ شرایط توقف
۱۸۹	۷-۴-۴ ساختارهای شبکه اجتماعی ذرات
۱۹۲	۸-۴-۴ روش‌های تقویت بهینه‌سازی ازدحام ذرات
۲۰۱	۹-۴-۴ تنظیم پارامترها در بهینه‌سازی ازدحام ذرات
۲۰۳	۱۰-۴-۴ مراحل یک الگوریتم تقلید-محور
۲۰۶	۵-۴ مسائل
۲۰۶	۶-۴ مراجع