

ساده، سازگار، گویا، تم فراابتکار، زنتیک
به همراه آموزش کدنویسی آن
MATLAB در نرم افزار

کتاب اول مسائل بهینه سازی تک هدفه نامقید

دکتر الیاس مهاجری
مدرس دانشگاه

انتشارات آیت عقل



تهران - خیابان انقلاب - خیابان وحید نظری

(محل از تقاطع فخر رازی) - کوچه قدیری - پ ۲۲

واحد ۴، انتشارات آیت عقل.

تلفن ۶۶۴۸۹۲۹۶ - ۶۶۹۶۰۷۶۰

ایمیل: AyatAgi@ramin.com

سازمان گوریتیم فرابتکای ژنتیک

به همراه آموزش کدنویسی آن در نرم افزار MATLAB

(کتاب اول: مسائل و تمرینات برای تک هدفه نامقید)

نویسنده: الیس مهاجری

ناظر: گروه هوافضا زیرمجموعه انتشارات آیت عقل

چاپ اول: ۱۳۹۹

تیراژ: ۵۰۰

تعداد صفحه و قطع: ۳۰۶ و وزیری

قیمت: ۶۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۶۰۰-۵-۷

ONLINE SHOPPING
www.fekrsazan.ir

بر اساس قانون حقوق مولفان و مصنفان، کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب به طور انحصاری به نشر آیت عقل تعلق دارد و هرگونه استفاده و برداشت از محتوای این اثر به هر شکلی اعم از چاپ، کپی، اسکن، لوح فشرده، نشر الکترونیک و اینترنتی یا به صورت هر گونه فایل رایانه ای، بدون مجوز رسمی ناشر ممنوع و حرام شرعی است و پیگرد قانونی دارد.

فهرست مطالب

مقدمه نویسنده ۱۹

بخش اول : مبانی نظری الگوریتم ژنتیک

- ترمینولوژی الگوریتم ژنتیک ۲۶
- مفاهیم DNA, Genotype, Phenotype ۲۶
- مفاهیم Decoding , Encoding ۲۹
- مفاهیم Chromosome , Gene , Locus , Allele ۲۹
- اصول عملی فرآیند الگوریتم های فرا ابتکاری ۳۰
- فرآیند شناخت الگوریتم ژنتیک ۳۱
- کلیدواژه های اساسی الگوریتم ژنتیک ۳۳
- کلیدواژه انتخاب (Selection) ۳۳
- روش های انتخاب والدین برای تصادف ۳۴
- انتخاب تصادفی (Random Selection) ۳۴
- انتخاب بر اساس شایستگی به کمک تابع احتمال ۳۴
- روش اول تعریف احتمالات ۳۵
- روش دوم تعریف احتمالات ۳۵
- روش سوم تعریف احتمالات ۳۶
- پارامتر فشار انتخاب (Selection Pressure) ۳۶
- روش چرخ رولت Roulette Wheel برای نمونه برداری ۳۸
- روش Stochastic Universal Sampling: SUS برای نمونه برداری ۳۹
- انتخاب رقابتی (Tournament Selection) ۴۰
- روش های انتخاب کاندید برای جهش ۴۰
- روش های انتخاب جمعیت جدید برای ادامه کار حلقه اصلی الگوریتم ژنتیک ۴۰
- روش اول انتخاب اعضای جمعیت جدید (Merge-Sort-Truncation) ۴۱
- روش دوم انتخاب اعضای جمعیت جدید (Predefine share) ۴۱
- روش سوم انتخاب اعضای جمعیت جدید (Probabilistic selection) ۴۳



- ۴۳..... روش چهارم انتخاب اعضای جمعیت جدید
- ۴۴..... تعیین np ، nc و nm در چهار روش انتخاب اعضای جمعیت جدید
- ۴۷..... ■ بررسی کلیدواژه تقاطع/ادغام/جابجایی (Crossover/Recombination)
- ۴۷..... تقاطع در مسائل باینری (دودویی).....
- ۴۷..... تقاطع تک نقطه ای (One (Single) Point Crossover).....
- ۴۸..... تقاطع دو نقطه ای (Two (Double) Points Crossover).....
- ۴۸..... تقاطع یکنواخت (Uniform Crossover).....
- ۴۹..... تقاطع در مسائل عدد صحیح (گسسته).....
- ۵۰..... تقاطع در مسائل حقیقی (پیوسته).....
- ۵۰..... تقاطع محاسباتی (Arithmetic Crossover).....
- ۵۱..... تقاطع هریستیک (Heuristic Crossover).....
- ۵۱..... ■ بررسی کلیدواژه جهش (Mutation)
- ۵۲..... جهش در مسائل باینری و گسسته.....
- ۵۲..... روش Bit Flip Mutation.....
- ۵۳..... روش Random Resetting.....
- ۵۳..... روش Swap.....
- ۵۳..... روش Inversion.....
- ۵۳..... روش Scramble.....
- ۵۴..... روش Insert Mutation.....
- ۵۴..... روش جایگزینی بدون جایگشت.....
- ۵۴..... جهش در مسائل حقیقی (پیوسته).....
- ۵۷..... ■ اکتشاف/جستجو (Exploration).....
- ۵۸..... ■ استخراج/بهره برداری (Exploitation).....
- ۵۸..... ■ مفاهیم تشدید (Intensification) و تنوع (Diversification).....
- ۵۹..... ■ تقاطع (Crossover) یا جهش (Mutation)؟! کدام بهتر است؟.....
- ۶۰..... ■ شرایط اتمام الگوریتم (Termination Condition/Stopping Criteria).....
- ۶۰..... شرط حداکثر تکرار.....
- ۶۰..... شرط حداکثر تکرار بر اساس زمان.....
- ۶۱..... شرط رسیدن به مقدار مطلوب تابع هزینه.....
- ۶۱..... رسیدن به شرایط واماندگی (Stall).....



- رسیدن به یک مقدار مشخص از تعداد ارزیابی تابع هدف یا NFE ۶۲
- معیار انتخاب تعداد اعضای جمعیت اولیه (n_P)، درصد جهش (F_m) و درصد تقاطع (F_c) ۶۳

بخش دوم: کد نویسی الگوریتم ژنتیک در نرم افزار MATLAB

- مسائل باینری ۶۷
- مسائل گسسته (عدد صحیح) ۹۲
- مسائل پیوسته (حقیقی) ۱۰۰
- مسئله پیوسته شماره یک ۱۰۰
- مسئله پیوسته شماره دو: بررسی Ackley function ۱۰۶
- معنی چنانچه تست برای بهینه سازی تک هدفه ۱۱۱
- Rastrigin function ۱۱۱
- Sphere function ۱۱۱
- Beale function ۱۱۲
- Goldstein-Price function ۱۱۲
- Bukin function N.6 ۱۱۳
- Matyas function ۱۱۳
- Lévi function N.13 ۱۱۴

بخش سوم: کدهای مربوط به توابع فرآیند الگوریتم ژنتیک

- کدهای مربوط به روش های انتخاب والدین ۱۱۷
- انتخاب والدین به روش تصادفی ۱۱۷
- انتخاب والدین بر اساس شایستگی ۱۱۷
- کد چرخه رولت ۱۱۷
- انتخاب والدین بر اساس رقابت ۱۱۷
- کد انتخاب رقابتی ۱۱۷
- کدهای مربوط به تقاطع یا تولید مثل (Crossover) ۱۱۸



- ۱۱۸..... Single Point Crossover روش
- ۱۱۸..... Double Point Crossover روش
- ۱۱۸..... Uniform Crossover روش
- ۱۱۸..... Arithmetic Crossover روش
- ۱۱۹..... Heuristic Crossover روش
- ۱۱۹..... کدهای مربوط به جهش (Mutation) ○
- ۱۱۹..... Bit Flip روش
- ۱۱۹..... Swap روش
- ۱۱۹..... Random Resetting روش
- ۱۲۰..... Inversion روش
- ۱۲۰..... Scramble روش
- ۱۲۰..... Insert Mutation روش
- ۱۲۱..... روش تابع توزیع نرمال
- ۱۲۱..... روش تابع توزیع یکنواخت
- ۱۲۱..... کدهای مربوط به روش های انتخاب جمعیت جدید ○
- ۱۲۱..... روش اول: ادغام، سورت و قطع کردن
- ۱۲۲..... روش دوم: روش سهمیه ای (Proportional share)
- ۱۲۴..... روش سوم: بر اساس یک تابع احتمال (Probabilistic selection)

بخش چهارم – آموزش نرم افزار MATLAB و نحوه برنامه نویسی در آن

- فصل اول: اصول اولیه برنامه متلب و آشنایی با محاسبات ریاضی پایه در متلب... ۱۲۷
- ۱۲۷..... تعاریف مقدماتی و قراردادهای برنامه نویسی
- ۱۲۹..... Workspace دستورات مربوط به
- ۱۲۹..... دستور clc
- ۱۲۹..... دستور home
- ۱۲۹..... Workspace دستورات مربوط به
- ۱۲۹..... دستور clear



۱۳۰	 دستور who
۱۳۰	 دستور whos
۱۳۰	■ انواع داده ها
۱۳۰	 داده عددی از جنس double
۱۳۰	 داده رشته از جنس char
۱۳۱	 بررسی متغیر از جنس رشته در متلب
۱۳۲	 دستور str2num و num2str
۱۳۳	 دستور strcat
۱۳۴	 دستور strcmp, strcmpi
۱۳۴	 دستور strncmp, strncmpi
۱۳۵	 داده از نوع منطقی به همراه عبارات منطقی
۱۳۵	 عملگرهای منطقی ساده و مرکب
۱۳۷	 دستور logical
۱۳۷	 دستور find, setdiff, setxor
۱۳۸	 داده های از نوع cell, str
۱۳۸	 داده های از نوع سلولی (cell)
۱۳۹	 دستور cell2mat
۱۴۱	 دستور celldisp
۱۴۲	 دستور cell
۱۴۴	 داده های از نوع ساختار (structure)
۱۴۵	 دستور struct
۱۴۷	 دستور rmfield
۱۴۷	 دستور fieldnames
۱۴۸	■ مباحث پایه ریاضی در متلب
۱۴۸	 متغیرهای پیش فرض
۱۴۹	 عملگرهای ریاضی در متلب
۱۴۹	 اولویت عملگرها
۱۴۹	 توابع ریاضی داخلی متلب
۱۴۹	 توابع مثلثاتی
۱۵۰	 معکوس توابع مثلثاتی
۱۵۰	 دیگر توابع ریاضی
۱۵۱	○ فصل دوم: آرایه ها (بردار و ماتریس)



- ۱۵۱ روش های ایجاد یک آرایه یک بعدی (بردار)
- ۱۵۲ دستور linspace
- ۱۵۳ دستور logspace
- ۱۵۳ آدرس دهی در یک بردار
- ۱۵۴ آرایه دو بعدی (ماتریس)
- ۱۵۴ آدرس دهی در ماتریس
- ۱۵۷ افزودن اعضا به یک بردار یا ماتریس
- ۱۵۸ حذف عضو از بردار یا ماتریس
- ۱۵۹ انواع نایمی متلب در مورد آرایه ها
- ۱۵۹ دستور ones
- ۱۵۹ دستور zeros
- ۱۵۹ دستور length
- ۱۵۹ دستور size
- ۱۶۰ دستور diag
- ۱۶۰ دستور min , max
- ۱۶۰ دستور معکوس ماتریس inv
- ۱۶۱ دستور دترمینان ماتریس det
- ۱۶۱ دستور sum
- ۱۶۱ دستور sort
- ۱۶۱ دستور dot و cross
- ۱۶۱ دستور rand
- ۱۶۱ دستور میان و انحراف از معیار median , std
- ۱۶۱ عملگرهای آرایه ای و ماتریسی و تفاوت آنها
- ۱۶۳ فصل سوم: مباحث برنامه نویسی
- ۱۶۳ ورودی گرفتن در متلب
- ۱۶۳ دستور input
- ۱۶۴ خروجی های پیشرفته در متلب



۱۶۴	 دستور disp
۱۶۵	 دستور fprintf
۱۶۷	 دستور sprintf
۱۶۸	■ ساختارهای شرطی
۱۶۸	 دستور شرطی if
۱۶۸	 ساختار if ساده
۱۶۹	 ساختار if کامل
۱۶۹	 ساختار if-elseif
۱۷۱	 دستور شرطی switch
۱۷۳	■ ساختاری های تکرار شونده (حلقه)
۱۷۳	 دستور for
۱۷۴	 دستور break
۱۷۵	 دستور continue
۱۷۶	 دستور حلقه while
۱۷۹	■ دستور try-catch
۱۸۱	■ نحوه نوشتن تابع (function)
۱۸۶	 نحوه نوشتن تابع بازگشتی
۱۸۸	 نوشتن توابع تو در تو
۱۸۹	 دستور global
۱۹۰	 دستور assignin
۱۹۱	 دستور evalin
۱۹۳	○ فصل چهارم: مباحث ریاضیات عددی و نمادین
۱۹۳	■ توابع مربوط به گرد کردن اعداد
۱۹۳	 دستور fix
۱۹۳	 دستور round
۱۹۳	 دستور ceil
۱۹۳	 دستور floor
۱۹۴	■ تعریف توابع صرفاً ریاضی در متلب
۱۹۴	 تعریف تابع ریاضی با function



۱۹۴	تعریف تابع ریاضی با function handle
۱۹۵	■ درون یابی و برون یابی
۱۹۵	دستور interp1
۱۹۸	■ عبارات چند جمله ای
۱۹۸	دستور polyval
۱۹۸	دستور roots
۱۹۸	دستور poly
۱۹۹	دستور conv
۱۹۹	دستور deconv
۲۰۰	دستور polyval
۲۰۰	دستور polyval
۲۰۱	دستور polyval
۲۰۲	■ پیدا کردن ریشه وابع
۲۰۲	دستور fzero
۲۰۴	■ حل دستگاه معادلات جبری خطی
۲۰۵	■ حل دستگاه معادلات جبری غیرخطی
۲۰۵	دستور fsolve
۲۰۶	■ مشتق گیری عددی
۲۰۶	دستور diff
۲۰۸	■ انتگرال گیری یک و چند گانه عددی در متلب
۲۰۸	انتگرال یک گانه
۲۰۸	دستور trapz
۲۰۸	دستور integral
۲۰۹	انتگرال دو گانه
۲۰۹	دستور integral2
۲۱۰	انتگرال سه گانه
۲۱۰	دستور integral3
۲۱۱	انتگرال چهار گانه
۲۱۳	■ حل معادله دیفرانسیل با شرایط اولیه (ode)



213	.....	ode	دستور
216	.....	ode (singularity) به کمک	حل معادله دیفرانسیل دارای نقطه تکین
218	.....	ode	حل دستگاه معادلات دیفرانسیل به کمک
220	.....	جعبه ابزار محاسبات سمبلیک و نمادین	■
221	.....	sym	دستور
222	.....	double	دستور
223	.....	syms	دستور
223	.....	findsym	دستور
223	.....	expand	دستور
223	.....	factor	دستور
224	.....	simplify	دستور
224	.....	simple	دستور
225	.....	pretty	دستور
226	.....	حل معادلات جبری	
226	.....	solve	دستور
231	.....	مشق گیری نمادین	
231	.....	diff	دستور
232	.....	انتگرال گیری نمادین	
232	.....	int	دستور
232	.....	الف - انتگرال نامعین	
232	.....	ب - انتگرال معین	
233	.....	انتگرال چند گانه معین و نامعین	
234	.....	حل معادلات دیفرانسیل	
234	.....	dsolve	دستور
236	.....	رسم نمودارهای نمادین	
236	.....	ezplot	دستور
238	.....	ezplot3	دستور
239	.....	ezmesh,ezsurf,ezcontour	دستورات
240	.....	فصل پنجم: مباحث گرافیکی	○
240	.....	نمودارهای دو بعدی (2D)	■



۲۴۰	 دستور plot
۲۴۱	 رنگ بندی نمودار
۲۴۱	 برچسب گذاری نمودار
۲۴۱	 دستور xlabel و ylabel
۲۴۲	 عنوان گذاری نمودار
۲۴۲	 دستور title
۲۴۲	 راهنمای نمودار
۲۴۲	 دستور legend
۲۴۳	 شبکه بندی نمودار
۲۴۳	 دستور grid
۲۴۴	 تغییر ضخامت خطوط نمودار
۲۴۴	 دستور linewidth
۲۴۴	 محدثات محورهای نمودار
۲۴۴	 دستور axis
۲۴۵	 متن نویسی در نمودار
۲۴۵	 دستور text
۲۴۶	 دستور gtext
۲۴۶	 استفاده از نمادها در نمودار
۲۴۸	 تغییر نوع خط نمودار
۲۴۸	 استفاده از مارکر در نمودار
۲۵۰	 رسم همزمان چند نمودار
۲۵۱	 دستور hold
۲۵۲	 ایجاد پنجره جدید نمایش نمودار
۲۵۲	 دستور figure
۲۵۴	 ایجاد چندین دستگاه مختصات در نمودار
۲۵۴	 دستور subplot
۲۵۸	 دستور bar (نمودار میله ای عمودی)
۲۵۹	 دستور barh (نمودار میله ای افقی)
۲۵۹	 دستور stairs (نمودار پلکانی)
۲۶۰	 دستور stem (نمودار ساقه ای)
۲۶۰	 دستور pie (نمودار دایره ای)
۲۶۱	 دستور polar (نمودار قطبی)
۲۶۲	 نمودار دو بعدی با محورهای لگاریتمی



۲۶۲	 دستور $\text{semilogx}(x,y)$
۲۶۲	 دستور $\text{semilogy}(x,y)$
۲۶۲	 دستور $\text{loglog}(x,y)$
۲۶۲	 رسم توابع به کمک fplot ■
۲۶۵	 نمودار های سه بعدی (3D) ■
۲۶۵	 دستور plot3
۲۶۶	 دستور $\text{meshgrid}, \text{mesh}, \text{surf}, \text{contour}$
۲۶۸	 نمودارهای با دو محور عمودی ■
۲۶۹	 دست yyaxis
۲۷۰	 سترسی به خواص پنجره گرافیکی
۲۷۰	 دست get
۲۷۳	 دست set
۲۷۶	 دستور gcf
۲۷۶	 دستور gca
۲۷۹	 ذخیره سازی نمودار به کمک دستور saveas ■
۲۸۱	 فصل ششم: مباحث تکامل
۲۸۱	 محاسبه زمان اجرای یک برنامه ■
۲۸۲	 ذخیره محتویات چاپ شده در Command Window ■
۲۸۲	 دستور diary
۲۸۳	 تخصیص حافظه در متلب Memory allocation ■
۲۸۵	 مخفی سازی کد با دستور pcode ■
۲۸۶	 تغییر نحوه نمایش اعداد ■
۲۸۶	 دستور format
۲۸۷	 مدیریت فایل در متلب ■
۲۸۷	 دستور fopen
۲۸۹	 دستور fclose
۲۸۹	 دستور fprintf
۲۹۳	 دستور type
۲۹۳	 دستور fscanf



مقدمه نویسنده

تعریفی که از واژه مهندس متصور است عبارت است از:

مهندس کسی است که از حداقل امکانات، حداکثر بهره را ببرد.

این صرفاً به معنای تحصیل در یک رشته مهندسی نمی باشد. بلکه هر کسی که بتواند از حداقل امکانات و ابزار، حداکثر بهره وری را داشته باشد یک مهندس است.

گاهاً به اشتباه فکر میکنیم که برای ورود به یک عرصه و فیلد کاری، بایستی کاملاً به آن آشنا باشیم. در مارتیک آشنایی نسبی با آن حیطه کافی است به شرط آنکه در فرآیند کار، دانش خود را افزایش دهیم و بروز کنیم. ورود به مسائل بهینه سازی و روش های حل آنها از جمله الگوریتم های فرابتکاری نیز این چنین است.

اجازه دهید شما را صریح تر در مورد عنوان همین کتاب یعنی در مورد الگوریتم ژنتیک صحبت کنیم.

بسیاری از نویسندگانی که در مورد الگوریتم های فرابتکاری همچون الگوریتم ژنتیک، دست به قلم بوده اند بخش های مفصلی از کتاب خود را به تشریح پزشکی واژگانی همچون ژن، کروموزم، DNA و ... پرداخته اند که قطعاً برای یک مهندس که به الگوریتم ژنتیک به عنوان یک ابزار نگاه می کند بی معنی و گاه اضافه است.

برای فردی که از الگوریتم ژنتیک برای رسیدن به هدف خود استفاده میکند چه اهمیتی دارد که ترکیبات مختلف از پایه های DNA را بداند. و یا اینکه تغییرات ژن های موجود در بدن انسان و ترکیبات و نتایج مختلف آن را بداند. به نظر نویسنده، مطرح کردن اینگونه مطالب در یک کتاب که جنبه کاربردی دارد، بی معنی است و چه بسا زیان آور! چرا که خواننده را دچار این تصور غلط می کند که شاید برای ورود به فهم الگوریتم ژنتیک بایستی با همه این مطالب آشنا باشد.

همین عمیق شدن در برخی مسائل غیر ضروری، موجبات دور شدن از مطالب مفیدتر را فراهم می آورد. به هر حال کسی که از الگوریتم ژنتیک به عنوان ابزاری برای بهینه سازی استفاده می کند بایستی کدنویسی آن را انجام دهد. بلکه کدنویسی هنری است که به هر حال یک مهندس (با تعریفی که اول داده شد) بایستی بداند. اما به نظر نویسنده، مهمتر از مسائل پزشکی الگوریتم ژنتیک که به



■ ساده ساز الگوریتم فراابتکاری ژنتیک به همراه آموزش کدنویسی آن در نرم افزار MATLAB

هیچ کار نمی آید، بالا و پایین کدنویسی این الگوریتم باید تشریح گردد، اینکه کدنویس در فرآیند شبیه سازی الگوریتم ژنتیک با کامپیوتر دچار چه مسائل و احیاناً گلوگاه هایی می گردد.

نگاه کاربردی به الگوریتم ژنتیک داشتن یعنی اینکه خواننده این کتاب بداند در مسیر کدنویسی این الگوریتم برای انواع و اقسام مسائل باید به چه مواردی دقت داشته باشد. باید بداند که اگر از لحاظ تئوری همه ریز و درشت فرآیند ژنتیک برای او روشن باشد آیا امکان تبدیل آن را به کد دارد یا خیر؟ آیا می تواند با تغییر کوچکی در کد آنچه که مورد نیازش برای بهینه سازی است را به دست آورد؟ آیا می تواند با حیل های برنامه نویسی، در دام مسائل مقید نیفتد؟ این ها و دهها مورد دیگر، مواردی است که بیشتر از مسائل پزشکی الگوریتم ژنتیک بایستی گفته شود.

با همین نگاه، این کتاب به گونه دیگری نوشته شده است:

اول اینکه سعی شده مطالب مفهومی از الگوریتم ژنتیک و مسائل پزشکی آن صرفاً در چند صفحه توضیح داده شود و آنچه که برای یک مهندس مورد نیاز است به زبان ریاضی بازنویسی شده تا او بتواند ارتباط بین مسئله خود (که یک مسئله ریاضی است!) را با الگوریتم ژنتیک برقرار کند. دوم اینکه سعی شده با دیاگرام هایی که به بحث ما مرتبط آورده شده، فهم مطلوبی از مسئله به خواننده القا شود.

سوم اینکه سعی گردیده مطالبی که در مورد الگوریتم ژنتیک گفته می شود به حد بسیار بالایی به زبان ساده بوده تا خواننده را درگیر واژگان و مفاهیم پیچیده نکنند.

چهارم اینکه مطالبی که در مورد الگوریتم ژنتیک گفته شده است، ساده ای است که به صورت استاندارد و متعارف در مراجع اصلی گفته شده است. لذا اگر برای مثال، جدیدترین روشهای تولید مثل در مقاله ای در سال ۲۰۲۰ به چاپ رسیده است، در این کتاب تشریح نگردیده چرا که کارکرد کتاب با مقاله کاملاً متفاوت است.

پنجم اینکه در این کتاب سعی شده است قدم به قدم برنامه نویسی الگوریتم ژنتیک در نرم افزار متلب تشریح گردد. به هر حال برای برنامه نویسی بایستی از یک زبان و نرم افزاری استفاده شود. مطالب تئوری این کتاب جدا از نوع نرم افزار برنامه نویسی آن است، یعنی فارغ از اینکه کد را با چه زبان یا نرم افزاری مثل MATLAB ، Visual C# ، C++ ، C ، FORTRAN و ...



مینویسید، میتوانید از مسائل تئوری این کتاب کاملاً استفاده کنید. لاکن جهت برنامه نویسی در این کتاب از نرم افزار MATLAB استفاده شده است اما شما می توانید از هر زبان برنامه نویسی دیگری برای نوشتن کدها نیز استفاده نمایید:

استفاده از نرم افزار متلب، به دلیل ساختار ماتریسی آن بسیار ساده است. از طرفی توابع آماده متلب (Built-in Function) میتواند به سرعت کدنویسی شما کمک کرده و درگیر نوشتن توابع دیگر نشوید. برای مثال دستور ode45 برای حل معادلات دیفرانسیل در کتابخانه متلب موجود است و نیازی به نوشتن کد روش رانگ کوتای مرتبه چهار و پنج نیست. اضافه اینکه توابع گرافیکی و رسم نمودار اغلب این امکان را به شما می دهد تا نتایج را با کیفیت بالا رسم کنید که در فهم نتایج می تواند بسیار راهگشا باشد.

اما برای مثال برنامه کدنویسی Fortran نوشته شود بایستی نتایج آن را با نرم افزار ثانویه ای همانند Tecplot یا Excel و خود MATLAB و هر نرم افزار دیگری با قابلیت رسم نمودار، رسم کرد که هم زمانبندی است. رسم فرآیند برنامه نویسی و خطایابی را دچار کندی میکند. موارد فوق از جمله دلایلی است که نه تنها استفاده از نرم افزار متلب را پیشنهاد می کند. ممکن است فردی آشنایی با نرم افزار متلب نداشته باشد و تصور کند از این کتاب نمیتواند استفاده کند. سعی شده است در یک بخش از کتاب، مطالب مهم از نرم افزار متلب، آموزش داده شده تا شناخت مناسبی از نرم افزار و نحوه کارکرد آن، بدست آید و مهمتر از آن از کدهای نوشته شده در بخش ژنتیک استفاده نمایید.

بخش ها و مطالب این کتاب به شرح زیر است:

بخش اول به مبانی نظری الگوریتم ژنتیک پرداخته است.

بخش دوم نحوه کدنویسی الگوریتم ژنتیک به کمک نرم افزار متلب، آموزش داده می شود.

در بخش سوم کدهای توابع مربوط به الگوریتم ژنتیک به صورت یکجا آورده شده است و در

بخش چهارم مباحث اساسی مورد نیاز از نرم افزار متلب آموزش داده شده است.

در پایان ذکر این نکته ضروری است که نویسنده ادعایی مبنی بر کامل و بی نقص بودن این

کتاب ندارد. قطعاً در ویرایش های بعدی مطالب جدیدتری به کتاب اضافه خواهد شد لاکن سعی



■ ساده ساز الگوریتم فراابتکاری ژنتیک به همراه آموزش کدنویسی آن در نرم افزار **MATLAB** 

گردیده است در ویرایش فعلی، حتی الامکان مطالب و مباحث ضروری و مورد نیاز محققان و دانشجویان گرامی گفته شود. امید است با مطالعه کتاب فوق، بنده را از طریق ایمیل MohajeriE@yahoo.com، با انتقادات و پیشنهادات خود جهت استفاده در چاپ های بعدی آگاه ساخته و راهنمایی فرمائید.

ضمناً می توانید تمامی کدهای نوشته شده در این کتاب را از طریق ایمیل درخواست نموده تا برای شما ارسال گردد.

مهاجری - بهار ۱۳۹۹

