

بسمه تعالی



دانشکده مهندسی کامپیوتر

تمرین سوم

برنامه نویسی ژنتیک برای تقریب تابع

استاد درس: دکتر آرشدی هجراندوست

● مهلت تمویل ۱۴۰۲/۰۱/۲۵ ساعت ۲۳:۵۵

- مهلت ارسال به هیچ وجه قابل تغییر نیست.
 - مواردی که بعد از تاریخ فوق ارسال شوند قابل قبول نبوده و نمره ای نخواهد داشت.
 - انجام تمرین تک نفره است. لطفاً به تنهایی انجام شود. در غیر اینصورت نمره منفی در نظر گرفته خواهد شد.
 - کل مقتوای ارسالی زیپ شود و نام فایل زیپ ارسالی HW3_studentNumber باشد.
 - زبان برنامه نویسی آزاد است.
 - در صورت استفاده از زبان پایتون فایل کد ترجیفاً به فرمت ipynb بوده و فایل کد حتماً به صورت اجرا شده آپلود گردد و از وجود فروبی سلول ها اطمینان حاصل نمایید .
 - موارد ارسال شده در تاریخی که بعداً مشخص خواهد شد و متعاقباً اعلام می‌گردد به صورت آنلاین نیز تمویل گرفته خواهند شد (صرفاً آنچه در LMS طبق تاریخ فوق تمویل داده شده است بعداً به صورت مضموری تست شده و توضیح داده می‌شود).
 - تنها تکالیفی که به LMS و قبل از مهلت ارسال، فرستاده می‌شوند بررسی خواهند شد .
 - در صورت داشتن هرگونه سوال می‌توانید سوال خود را در گروه تلگرامی درس مطرح کنید .
 - حداقل یک ساعت قبل از مهلت ارسال را احتیاطاً هدف قرار دهید، تا مشکلات غیرقابل پیش بینی مانند موارد زیر باعث عدم آپلود پاسخ ها در LMS و ارسال آنها از طریق ایمیل نشوند ؛
- (قطعی اینترنت، تنظیم نبودن دقیق ساعت سایت با ساعت گرینویچ، کرش سیستم عامل و نیاز به فرمت، بارش زیبای شهاب سنگ از آسمان و ...)

تقریب تابع با کمک برنامه نویسی ژنتیک (GP)

شرح:

یکی از مسائل مطرح در علوم ریاضی و مهندسی تقریب تابع است. تقریب تابع یعنی با داشتن توانایی مناسبه مقدار یک تابع نامعلوم در نقاط دلخواه، ضابطه ریاضی تابع مذکور تقریب زده شود. در این پروژه برای تقریب تابع از برنامه نویسی ژنتیک (Genetic Programming - GP) استفاده می‌شود.

هدف پروژه: ارزیابی میزان تسلط به مفاهیم پایه الگوریتم های تکاملی (در اینجا برنامه نویسی ژنتیک)

یکی از کاربردهای GP، تقریب توابع است. در این کاربرد، هر فرد از جمعیت بیانگر یک عبارت ریاضی است که به شکل یک درخت نمایش داده می‌شود. عناصر میانی این درخت عملگرهای ریاضی، منطقی و یا هرگونه عملگر تعریف شده کاربر و برگ‌های درخت حاوی مقادیر ثابت و متغیرهای ورودی هستند. هدف از این کاربرد این است که فرمول ریاضیاتی یک تابع هدف را تقمین بزنیم. تابع هدف یک

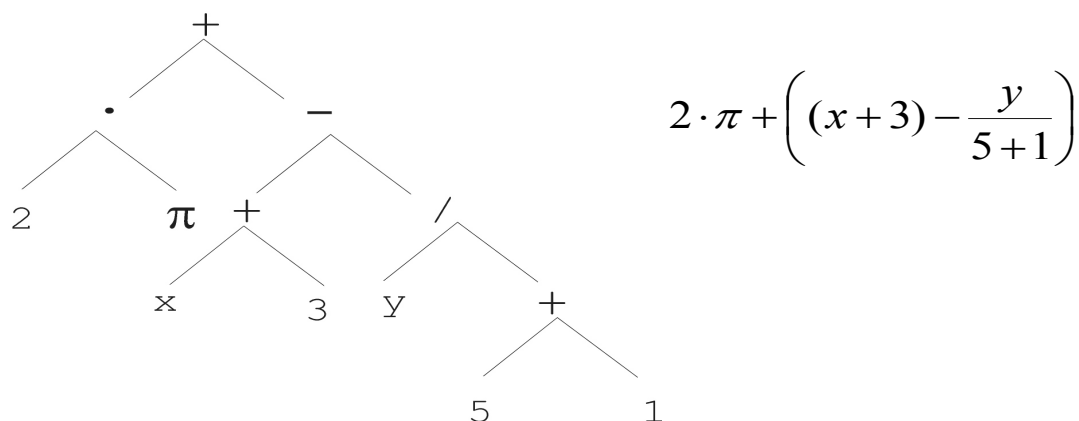
Black Box است و تنها چیزی که از آن می‌دانیم (یا قادریم بدست آوریم)، بدست آوردن مقدار تابع در نقاط دلفواه است. بدین ترتیب در تعدادی نقطه دلفواه مقدار تابع را یافته و از آنها به عنوان مجموعه آموزشی یاد می‌کنیم. برای هر درخت بر حسب مقادیری که برای نقاط آموزشی بدست می‌آورد و میزان افتلاخش با مقادیر واقعی میتوان یک مقدار شایستگی نسبت داد و بر اساس آن الگوریتم تکاملی را دنبال کرد.

عملگرهایی که در درختان به کار برده می‌شود حداقل شامل موارد زیر باشد (موارد بیشتری نیز میتوانید اضافه کنید):

عملگرهای دو عملوندی شامل: $^$ (توان) ، $+$ ، $-$ ، \times ، $/$

عملگرهای تک عملوندی شامل: $\sin(x)$, $\cos(x)$

یک نمونه از درخت:



ورودی برنامه: تعدادی نقطه آموزشی و مقدار خروجی تابع هدف در آن نقاط (برای سادگی، تابع یک بعدی در نظر گرفته میشود).

تبصره ۱: در عمل برای تولید ورودی و ارزیابی عملکرد الگوریتم میتوان توابعی دلفواه (شامل هر عملگری که در الگوریتم پیشی بینی شده است و حتی عملگرهایی که در الگوریتم پیش بینی نشده است) در نظر گرفت و در تعدادی نقطه دلفواه مقدار تابع را محاسبه کرد و این نقاط را به عنوان ورودی الگوریتم در نظر گرفت.

متما در آزمایش‌ها حالتی را نیز آزمایش کنید که در آن ورودی از روی تابعی تولید شده باشد که دارای عملگری است که در فهرست عملگرهای استفاده شده در GP وجود ندارد. مثلاً در ضابطه تابع استفاده شده برای تولید نقاط آزمایشی از عملگر لگاریتم یا تانژانت (یا ...) استفاده کنید ولی در GP این عملگرها مجاز نباشند. یا عملگر ضرب و تقسیم و را در GP حذف کنید و نقاط را با تابعی که این عملگرها را دارند تولید کنید.

تبصره ۲:

در یکی از آزمایش‌ها، نقاط آزمایشی را به نمونه برداری از تابعی تفیلی به صورت خط فنی (مانند شکل زیر) و برون داشتن ضابطه مشخص برای تابع تولید کنید.



تبصره ۳:

در یکی از آزمایش‌ها در تابع نقطه یا نقاط کسستگی ایجاد کنید و تفاوت رفتار GP را بررسی کنید. مثلاً متوانید برای نقاط کوچکتر از عدد $c1$ از ضابطه $y=x^2$ و در نقاط بین $c1$ تا $c2$ از ضابطه $y=-x-3$ و در نقاط بزرگتر از $c2$ از تابع دیگری برای تولید نقاط آموزشی استفاده کنید.

تبصره ۴:

در همه موارد، از مثالهای قبلی ساده شروع کنید و بعد از اطمینان از سلامت کد، و سلامت نحوه آزمایش، در حد امکان به سمت مثالهای پیچیده تر بروید. همچنین ابتدا میتوانید از توابع تک متغیره استفاده کنید و سپس به توابع دارای چند متغیر برسید.

تبصره ۵: نمودار تکامل در نسل ها را رسم کنید که در آن محور افقی شماره نسل و محور عمودی میزان شایستگی بهترین موجود در هر نسل است. این نمودار به شما میگوید آیا تکاملی در حال شکل گیری است یا خیر و تا کجا میتوان به رسیدن به نتایج بهتر در نسلهای بعدی امیدوار بود.

فروچی برنامه: نمایش فرمول متناظر با بهترین درخت تولید شده توسط الگوریتم، مقدار شایستگی بهترین درخت، تعداد نسلها، تعداد محاسبه شایستگی، زمان اجرا.

آنچه تفوییل داده میشود؛

۱- کداجرایی برنامه به همراه تست کردن چند ورودی متفاوت توسط دانشجو و نیز امکان تست کردن ورودی های دیگر در زمان تفوییل برنامه

۲- گزارش از جزئیات اجرای پروژه که حداقل موارد زیر را در برمیگیرد (بدون ترتیب)؛

a. نحوه دقیق نگاشت مساله به درخت و مروریت های احتمالی

i. عملگرها، اعداد ثابت، و ...

b. تابع شایستگی

c. تولید جمعیت اولیه

d. نحوه انتخاب والدین

e. نحوه تولید نسل بعد

i. نحوه ترکیب مقاطع و جهش

f. شرط خاتمه الگوریتم

g. پالاش های مواجهه شده و روش حل آنها

h. گزارشی از آزمایش های مختلف انجام شده (حداقل ۳ آزمایش برای ۳ تابع مختلف ورودی) و ارزیابی و تحلیل عملکرد

الگوریتم در آزمایش ها

i. جمع بندی و نتایج عملی که درباره GP در این پروژه به دست آوردید.