

تابع زیر را در نظر بگیرید:

$$f(x) = x^2 + x^3 + x^4, \quad -1 \leq x \leq 1$$

25 نقطه  $(x)$  تصادفی را در بازه مذکور تولید کرده و  $f(x)$  را بدست آورده در یک فایل متنی ذخیره کنید. 20 تا از این نقاط را به عنوان داده‌های آموزشی مورد استفاده قرار داده و با استفاده از GP (Genetic Programming) و به روش symbolic regression تابع  $f(x)$  را از روی 20 نقطه تولیدشده تخمین برنید. 5 نقطه باقیمانده را برای تست بهترین عضو بدست‌آمده استفاده کرده و دقت حاصل را گزارش کنید.

در حل این مسئله نکات زیر را رعایت فرمایید:

- ✓ پیاده‌سازی الگوریتم GP لازم نیست توسط خود شما انجام شود و می‌توانید از کدهای آماده آن استفاده کنید.
- ✓ کد نوشته‌شده را به همراه یک گزارش تحویل دهید.
- ✓ زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده محدودیتی ندارد.
- ✓ مجموعه برگها:  $\{x\}$
- ✓ مجموعه توابع:  $\{+, -, *, \%, \ln, \exp\}$
- ✓ حداکثر تعداد تکرارها را 50 در نظر بگیرید.
- ✓ به عنوان تابع fitness از Mean Squared Error (MSE) استفاده نمایید.

گزارش تحویلی باید حاوی موارد زیر باشد:

- ✓ نرخ mutation را خودتان تنظیم کرده و انتخاب خود را در گزارش توجیه کنید.
- ✓ ترکیبی از شرط‌های عدم تغییر (تغییر خیلی اندک) بهترین مقدار fitness در جمعیت و حداکثر تعداد تکرارها را برای خاتمه تکرارها استفاده نمایید.
- ✓ اندازه جمعیت را یک بار 100 و بار دیگر 200 در نظر گرفته و نتایج را با هم مقایسه کنید.
- ✓ آزمایشات باید 20 بار تکرار شوند. میانگین و واریانس مقادیر بدست آمده و تعداد تکرار تا رسیدن به پایان (سرعت همگرایی) را برای مقایسه‌ها استفاده نمایید.
- ✓ برای یکی از این تکرارها بهترین عضو جمعیت در شروع و پایان را ضمن بیان تابع مربوطه مقایسه نمایید.
- ✓ بهترین تابع در جمعیت پایانی را برای هر تکرار از آزمایش بیان کنید.
- ✓ نمودار روند همگرایی را برای حالت‌های مختلف فوق رسم نمایید.
- ✓ نتایج تست را برای بهترین تابع بدست آورده و بیان کنید.