



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش محاسباتی

پاییز ۱۴۰۰

تمرین سری پنجم

الگوریتم های ژنتیک

مدرس..... ناصر مزینی

طراحی و تدوین..... سجاد رمضانی - سهراب نمازی نیا - غزل زمانی نژاد

تاریخ انتشار..... ۲۶ آذر ۱۴۰۰

تاریخ تحویل..... ۸ صبح ۱۰ دی ۱۴۰۰

قوانین

۱. در صورت مشاهده هرگونه تقلب یا کپی از اینترنت، نمره سوال برای هر دو نفر ۰ منظور خواهد شد.
۲. تحویل تمرین از طریق سایت Gradescope خواهد بود. لطفا پس از ثبت نام با کد 4PZD84 وارد کلاس شوید.
۳. هر تمرین شامل دو نوع سوال تشریحی و عملی است. ۲۰ درصد از نمره هر سوال عملی مربوط به توضیحات و گزارش کد آن می باشد. توضیحات در قالب Note در سلول Notebook اضافه شود و شامل ورودی و خروجی، نحوه عملکرد توابع و مراحل مهم الگوریتم می باشد. سوالات تشریحی نیز باید به طور کامل در قسمت Report گریداسکوپ ثبت شود.
۴. سوالات خود را از طریق گروه تلگرام مطرح کنید.
۵. انجام تمرین به صورت انفرادی می باشد. ددلاین تمرین ساعت ۸ صبح خواهد بود.
۶. در طول ترم تا ۷۲ ساعت تاخیر بدون کسر نمره مجاز خواهد بود که به صورت ساعتی محاسبه خواهد شد. پس از آن به ازای هر روز تاخیر در تحویل تمرین ۳۳ درصد از نمره آن تمرین کسر خواهد شد که به صورت روزانه محاسبه می شود.
۷. جهت تحویل تمرین عملی قبل از آپلود کد، تمام سلول های Notebook را دوباره Run کنید. همچنین خروجی باید شامل تمام مراحل خواسته شده در صورت سوال باشد.
۸. پیشنهاد می شود جهت انجام تمرین از محیط کولب استفاده کنید.
۹. ریز نمرات هر سوال را می توانید از سایت گرید اسکوپ مشاهده نمایید.
۱۰. فایل گزارش ارسالی حتما باید به صورت تایپ شده باشد.

نکات

۱. برای ترسیم نمودارها می‌توانید از کتابخانه matplotlib استفاده کنید.
۲. بخشی از نمره این تمرین مربوط به دقت، خطا و سرعت مناسب می‌باشد. پس در انتخاب هایپرپارامترها دقت کنید.

موفق باشید.

۱ الگوریتم های ژنتیک (سوال تئوری - ۲۵ نمره)

اطلاعات زیر راجع به یک الگوریتم ژنتیک داده شده است. با توجه به این اطلاعات، به سوالات مربوطه به همراه راه حل و توضیحات لازم پاسخ دهید.

• این الگوریتم ژنتیک از کروموزوم های به فرم $x = abcdefgh$ با طول ثابت ۸ ژن استفاده می کند.

• هر ژن یک رقم از ۰ تا ۹ است.

• Fitness مربوط به هر کروموزوم نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$f(x) = (a + b) - (c + d) + (e + f) - (g + h)$$

• فرض کنید اندازه جمعیت اولیه مسئله برابر با ۴ بوده و این جمعیت شامل کروموزوم های زیر است:

$$x1 = 65413532 \cdot$$

$$x2 = 87126601 \cdot$$

$$x3 = 23921285 \cdot$$

$$x4 = 41852094 \cdot$$

۱.۱ Fitness Calculation

با محاسبه Fitness Value مربوط به هر عضو از جمعیت، اعضا را به ترتیب Fit بودن، مرتب کنید. این مقادیر چه چیزی را نشان می دهند؟

۲.۱ Crossover

هر کدام از Crossover های زیر را اعمال کرده و اعضای جدید حاصل از هر کدام را بدست آورید.

- crossover را با دو تای Fit ترین اعضا و از نقطه middle-point به روش one-point انجام دهید.

- crossover را با دو تای دومین Fit ترین عضو و سومین Fit ترین عضو، به روش two-point انجام دهید. دقت کنید که دو نقطه مربوطه را برای crossover، یکی مجاور و بعد از b و یکی مجاور و بعد از f در نظر بگیرید.

- crossover را با اولین و سومین Fit ترین عضو به روش uniform انجام دهید.

۳.۱ New Generation

با توجه به آنچه که در قسمت قبل انجام دادید، اکنون باید یک جمعیت جدید داشته باشید که شامل ۶ عضو است. مقادیر Fitness را برای اعضای این جمعیت محاسبه کنید. سپس مجموع Fitness جمعیت فعلی و را با مجموع Fitness جمعیت مرحله قبل مقایسه کنید. نتیجه این مقایسه چه چیزی را نشان می دهد؟

۲ Solving Equation by GA - (۲۵ نمره)

با استفاده از مفاهیم الگوریتم های ژنتیک و برنامه نویسی ژنتیک، مقادیر بهینه x و y را برای معادله زیر به دست آورید.

$$2x^2 + y = 59 \bullet$$

• همچنین کامل توضیح دهید که هر بخش از فرایند الگوریتم های ژنتیک مربوط به چه بخشی از کد شما می شود و چگونه آن را پیاده سازی کرده اید.

۳ Knapsack problem with GA - (۲۵ نمره)

یک دزد می‌خواهد از جواهرفروشی تعدادی سنگ قیمتی سرقت کند. کوله‌پشتی او ۲۵ کیلوگرم ظرفیت دارد. جواهرات این مغازه، قیمت و وزن سنگ‌ها به صورت زیر است:

نام	وزن	ارزش
زمرد	۲	۳۰
نقره	۴	۱۰
یاقوت	۱	۲۰
الماس	۳	۵۰
برلیان	۵	۷۰
فیروزه	۱	۱۵
عقیق	۷	۴۰
کهربا	۴	۲۵

شکل ۱: اطلاعات سنگ‌ها

به او کمک کنید تا کوله‌پشتی خود را به گونه‌ای بچیند که مجموع وزن سنگ‌ها از ظرفیت کوله‌پشتی بیشتر نشود و در عین حال بیشترین ارزش را داشته باشد. او می‌تواند از هر سنگ حداکثر یک عدد بردارد. کد این بخش را با استفاده از الگوریتم ژنتیک پیاده‌سازی کنید.

۴ Swarm Intelligence - (۲۵ + ۱۵ نمره)

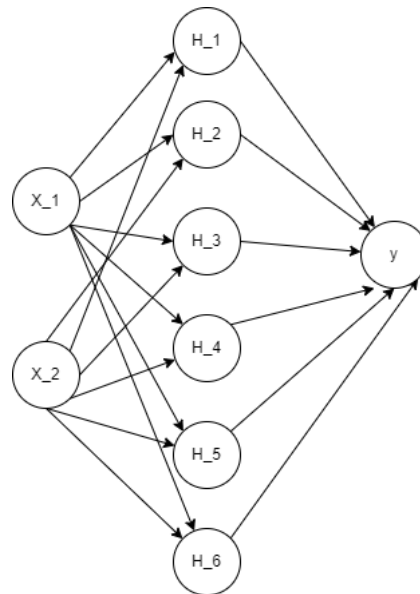
با استفاده از دو رویکرد Particle Swarm ، Ant Colony به سوالات زیر پاسخ دهید

۱.۴ ACO

فرض کنید دو مسیر از خانه به محلی که غذا در آن هست وجود دارد و با در اختیار داشتن دو مورچه و با استفاده از الگوریتم کلونی مورچه به این سوال جواب دهید. فرض کنید مورچه اول از مسیر کوتاه تر و مورچه دوم از مسیر طولانی تر به غذا می رسند حال اگر مورچه دوم بخواهد به خانه برگرد کدام راه را انتخاب می کند؟ علت خود را توضیح دهید.

۲.۴ Particle Swarm for NN

یکی از کاربرد های الگوریتم Particle Swarm در آموزش شبکه های عصبی است توضیح دهید که چطور می توان با استفاده از این روش شبکه های عصبی را آموزش دهید. برای توضیح خود می توانید یک مثال ساده زیر را در نظر بگیرید و معادلات را برای این حالت بنویسید و نحوه اجرا شدن الگوریتم و اپدیت کردن وزن ها را توضیح دهید. به عنوان مثال فرض کنید یک شبکه عصبی یک لایه MLP که برای حل یک مسئله Regression استفاده شده و با خروجی یک نرون و تابع هزینه Mean Square Error آموزش دهید. به صورت شکل زیر اگر برای آموزش نیازمند به فرض موردی بودید انجام دهید و آن را ذکر کنید (مثلا تابع فعال سازی و نرخ یادگیری و...)



شکل ۲: شبکه عصبی پیشنهادی

۳.۴ Particle Swarm Implementation (امتیازی)

در این قسمت از شما می خواهیم تا الگوریتم پیشنهادی در سوال قبل برای آموزش شبکه عصبی با استفاده از روش Particle Swarm برای شبکه پیشنهادی داده شده در تصویر بالا پیاده سازی کنید و از روی تابع های پیشنهاد شده زیر داده های تمرین و تست تولید کنید و دقت خود را گزارش کنید

$$y = x_1 \bullet$$

$$y = x_1 + x_2 \bullet$$

$$y = \sin(x_1) + \cos(x_2) \bullet$$

$$y = x_1 * x_2 \bullet$$