



رایانش تکاملی

تمرین دوم

ترم اول تحصیلی ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴

دانشکده مهندسی کامپیوتر

گروه هوش مصنوعی و رباتیک

استاد درس: دکتر حسین کارشناس

TA: علی شاه‌زمانی

هدف از تمرینی که در اختیار دارید حل مسئله‌ی بهینه‌سازی پورتفولیو^۱ توسط الگوریتم‌های تکاملی یا فراابتکاری است. انتخاب الگوریتم کاملاً اختیاری بوده و دانشجو می‌تواند از هر یک از الگوریتم‌های معرفی شده در درس برای حل این مسئله استفاده کند. دانشجویان موظفاند این مسئله را به عنوان یک مسئله‌ی بهینه‌سازی تعریف کرده و سپس با استفاده از الگوریتم مدنظر، آن را حل کرده و نتایج حاصل را گزارش دهند. مواردی که باید در قالب این تمرین تحویل داده شوند، در بخش تحویل ذکر شده‌اند. مهلت تحویل این تمرین پایان روز سه‌شنبه ۱۸ آذر ۱۴۰۴ خواهد بود.

توضیحات

بهینه‌سازی پورتفولیو به معنی تعیین مقدار سرمایه برای هر یک از دارایی‌هایی است که می‌توانند در سبد سرمایه‌گذاری قرار بگیرند، بطوریکه سبد نهایی بهترین عملکرد ممکن را داشته باشد. عملکرد این سبد بر اساس معیارهایی مانند بازده مورد انتظار سبد، پراکندگی بازده‌ها و سایر پارامترهای ریسک مالی سنجیده می‌شود.



تصویر ۱ - ویلیام اف. شارپ

¹ Portfolio optimization

یکی از معروف‌ترین نسبت‌های مورد استفاده برای ارزیابی عملکرد در حوزه مالی، نسبت شارپ^۲ (مرجع) است. این نسبت توسط اقتصاددان ویلیام اف. شارپ^۳ (تصویر ۱) در سال ۱۹۶۶ معرفی شد و بازده یک سرمایه‌گذاری را با ریسک آن مقایسه می‌کند. در این تمرین تابع ارزیابی شما باید نسبت شارپ باشد. صورت این نسبت اختلاف بین سود محقق شده، یا مورد انتظار^۴، و یک پنج‌مارک^۵ مانند نرخ بازده بدون ریسک^۶ است. نرخ بازده بدون ریسک، سود تضمین‌شده‌ی یک سرمایه‌گذاری با ریسک صفر است، مانند سرمایه‌گذاری در بانک. مخرج این نسبت نیز انحراف معیار^۷ بازده در همان دوره زمانی است که معیاری از نوسان و ریسک می‌باشد. این نسبت بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$Sharpe Ratio = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

که در آن R_p بازده پورتفولیو، R_f نرخ بازده بدون ریسک و σ_p انحراف معیار بازده اضافی^۸ است. بازده اضافی همان بازده بدست آمده از صورت کسر است. هر چه نسبت شارپ بالاتر باشد، به این معنی است که سود بدست آمده از یک سرمایه‌گذاری با ریسک کمتری همراه بوده است.

دیتاستی که در این تمرین در اختیار دارید شامل دیتای واقعی از بازده هفتگی ۵۰ سهم برتر شاخص S&P500 در بازه زمانی اول ژوئن ۲۰۲۱ تا اول نوامبر ۲۰۲۳ به همراه نرخ بازده بدون ریسک برای هر هفته است. در تصویر ۲ سهام شرکت‌های حاضر در این شاخص را بر اساس ارزش بازار^۹ آن‌ها مشاهده می‌کنید. ستون اول Week است که هفته را نمایش می‌دهد. ستون‌های دوم تا پنجاه و یکم بازده متناظر هفتگی برای هر سهم را نمایش می‌دهند و ستون R_f نرخ بازده بدون ریسک را نمایش می‌دهد. تمامی اعداد به درصد و بر اساس قیمت پایانی^{۱۰} هستند. برای مثال اگر در هفته اول، برای سهم BMY عدد 0.058691 گزارش شده است به این معنی است که این سهم از هفته گذشته تا این هفته، حدود ۵ درصد رشد داشته است.

در این تمرین شما باید با استفاده از الگوریتم انتخابی‌تان، و با تابع ارزیابی نسبت شارپ، یک پورتفولیو شامل ۱۰ سهم از این ۵۰ سهم را بدست آورید که بیشترین نسبت شارپ در مقابل تمامی ترکیب‌های دیگر را داشته باشد. وزن سهامی که در سبد قرار دارند می‌تواند یکسان نباشد و بعضی سهام وزن بیشتری از سبد را تشکیل دهند، ولی باید حتما ۱۰ سهم با وزن غیرصفر را شامل شود. انتخاب عملگرهای تغییر و انتخاب، و مقادیر پارامترها کاملاً بر عهده دانشجویست و باید سعی کند مقادیر بهینه را برای این متغیرها

² Sharpe ratio

³ William F. Sharpe

⁴ Expected

⁵ Benchmark

⁶ Risk-free rate of return

⁷ Standard deviation

⁸ Excess return

⁹ Market cap

¹⁰ Close

انتخاب کند. اگر کروموزوم شما بیش از ۱۰ سهم را شامل می‌شد باید از طریق جریمه^{۱۱}، این کروموزوم را اصلاح^{۱۲} کنید. همچنین وزن‌ها باید نامنفی باشند.



تصویر ۲ - شرکت‌های حاضر در شاخص S&P500 بر اساس ارزش بازار (مرجع)

برای محاسبه شارپ، باید برای هر ترکیب وزنی سبد سهام، در هر هفته بازده را محاسبه کرده و از بازده بدون ریسک کم کنید، سپس این کار را برای همه‌ی هفته‌ها انجام داده و میانگین آن‌ها را محاسبه کنید و تقسیم بر انحراف معیار آن‌ها کنید.

در نهایت باید برای پورتفولیو نهایی یک نمودار دایره‌ای^{۱۳} رسم کنید. همچنین نمودار همگرایی نسبت شارپ باید رسم شود.

برای بررسی روند تصادفی الگوریتم‌های تکاملی حداقل ۵ اجرای مستقل باید گرفته شود و ۵ نتیجه گزارش شود. نمودار میانگین همگرایی و عملکرد میانگین به همراه انحراف معیار (علاوه بر نتایج جداگانه هر اجرا) نیز باید رسم و گزارش شود.

(اختیاری) روندی را برای بررسی فشار انتخاب در حل این مسئله اتخاذ کرده و تاثیر آن را در حل این مسئله شرح دهید. همچنین توضیح دهید که اکتشاف و بهره‌برداری در حل مسئله‌ی شما به چه صورت انجام می‌شود و این موارد چه تاثیری بر فشار انتخاب دارند.

¹¹ Penalty

¹² Repair

¹³ Pie chart

(اختیاری) اگر مسئله را با الگوریتم‌های تکاملی حل کردید، حال با یک الگوریتم فراابتکاری حل کنید و نتایج را مقایسه کنید، و اگر با الگوریتم‌های فراابتکاری حل کردید، این بار با الگوریتم‌های تکاملی حل کنید و نتایج را مقایسه کنید.

نکته ۱: روند طراحی شما باید به نحوی باشد که الگوریتم به داده خاصی حساس نباشد، پس از اجرای الگوریتم و بدست آوردن نتایج خواسته شده، عملکرد الگوریتم خود را بر روی داده تستی که در اختیارتان قرار خواهد گرفت ارزیابی کرده و نتایج حاصل را ضمیمه گزارش خود کنید.

نکته ۲: برنامه شما علاوه بر دیتایی که در اختیار دارید، توسط یک دیتای دیگر که در اختیار TA است مورد ارزیابی قرار گرفته و در نمره نهایی شما لحاظ خواهد شد.

تحويل

انتظار می‌رود دانشجویان موارد زیر را در این تمرین تحويل دهند:

- تمامی فایل‌های کد پیاده‌سازی شده برای حل این تمرین در پوشه‌ای به نام `code` و در زیرپوشه‌هایی به نام بخش حل شده.
- فایل گزارش رسمی با نام `StudentName_ID.pdf` (حتما pdf باشد) شامل موارد زیر در یک پوشه به نام `doc`:
 - هرگونه استفاده از ابزارها یا بسته‌های نرم‌افزاری در پیاده‌سازی باید صراحتاً با ذکر منبع بیان شود.
 - نتایج و نمودارهای خواسته شده، شامل بهترین نسبت شارپ، بهترین پورتفوی نهایی، نمودار دایره‌ای و نمودار همگرایی نسبت شارپ برای ۵ اجرای مستقل، به همراه نمودار میانگین همگرایی و عملکرد میانگین به همراه انحراف معیار؛ و تاثیر فشار انتخاب و اکتشاف و بهره‌برداری، و نتایج مربوط به الگوریتم دوم در بخش اختیاری.
 - توضیح نحوه انتخاب الگوریتم مدنظر برای حل این تمرین، به همراه دلیل اتخاذ عملگرهای تغییر و انتخاب و توضیح نحوه بدست آوردن پارامترهای این متغیرها (مانند نرخ جهش)، و توضیح نحوه اصلاح کروموزوم‌هایی که قیود را نقض می‌کنند.
 - نتایج مربوط به ارزیابی عملکرد الگوریتم بر روی داده تست.
 - هرگونه توضیح اضافی در رابطه با نحوه انجام تمرین.

فایل‌های کد و گزارش را بصورت یک فایل فشرده در قالب ZIP و با نام `EC_HW1_StudentName_ID` در صفحه درس در سایت کوئرا بارگزاری کنید.

مهلت تحويل این تمرین پایان روز سه‌شنبه ۱۸ آذر ۱۴۰۴ خواهد بود.

موفق باشید.