



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس الگوریتم‌های معاملاتی

تمرین سری پنجم

مدرس دکتر رضا انتظاری ملکی

طراح امیرمحمد آقاجانی

تاریخ انتشار ۱۴۰۳/۰۹/۱۷

تاریخ تحویل ۱۴۰۳/۰۹/۳۰

➤ در رابطه با تمرین

➤ این تمرین شامل مباحث:

Mean-Reverting Strategies in Algorithmic Trading ○

می باشد.

➤ به هیچ وجه تمرینی را از دیگران کپی نکنید. در صورت مشاهده تقلب و کپی در تمرینات، نمره هر دو طرف صفر در نظر گرفته می شود.

هدف: هدف از این تکلیف ایجاد و تجزیه و تحلیل استراتژی‌های معاملاتی بازگشت به میانگین (Mean-Reverting) با استفاده از ترکیب سری‌های زمانی قیمت ارزهای دیجیتال است. شما از آزمون‌های آماری برای شناسایی ویژگی‌های مانایی (Stationarity) و بازگشت میانگین (Mean-Reversion) استفاده می‌کنید و استراتژی معاملاتی را بر اساس این ویژگی‌ها پیاده‌سازی می‌کنید. وظیفه شما شامل جمع آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری و اجرای استراتژی است.

تعاریف:

مانایی (Stationarity): ویژگی‌ای که به سری‌های قیمتی Stationary نسبت داده می‌شود.

هم‌ادغامی (Cointegration): ویژگی‌ای که به دو یا چند سری قیمتی non-Stationary نسبت داده می‌شود، به طوری که حاصل ترکیب خطی آنها یک سری جدید Stationary باشد.

بخش اول) دریافت دیتا و بررسی مانایی:

از بین ۱۰۰ رمزارز برتر بر اساس ارزش بازار، آنهایی که در بازه‌ی زمانی 2023-12-01 تا 2024-12-01 با احتمال بیش از ۹۵ درصد مانا هستند را بیابید و جدا کنید ([لینک Market Cap](#)). برای این کار از دو روش استفاده کنید. ابتدا بر روی تمام رمزارزها آزمون ADF را اجرا کنید و با دو روش زیر، آنهایی که مانا هستند را پیدا کنید:

روش اول: با استفاده از مقدار p-value.

روش دوم: با استفاده از آزمون آماری (statistic test)^۱.

رمز ارزهای مانای حاصل از دو روش فوق را با یکدیگر مقایسه کنید. (لیست رمزارزهای مانا را در هر دو مورد به همراه میزان p-value ارائه دهید.) (15 نمره)

^۱ به وسیله‌ی مقایسه‌ی میزان statistic test با critical value.

بخش دوم) محاسبه توان هرست و نیمه عمر: (20 نمره)

برای محاسبه هر یک از معیارهای توان هرست (Hurst Exponent) و نیمه عمر (Half-life) توابعی پیاده سازی کنید. سپس با توجه به نتایج به دست آمده در مرحله قبل، رمز ارزهای مانا را از رمز ارزهای نامانا جدا کنید و برای هر یک از سری های قیمتی مانا، توان هرست را محاسبه کرده و بر اساس این معیار، این سری های قیمتی را به صورت صعودی مرتب نمایید و نمودار آنها را به ترتیب رسم کنید. سپس رابطه شان را با میزان توان هرست بیان کنید. همچنین زمان نیمه عمر را نیز برای این سری های قیمتی محاسبه کنید. (در میان آنهایی که کمتر مانا به نظر می رسند چه عامل (عوامل) مشترکی وجود دارد؟)

همچنین در گزارش خود ذکر کنید که توان هرست و نیمه عمر، در مورد سری های قیمتی چه موضوعی را بیان می کنند.

توجه: برای محاسبه توان هرست و نیمه عمر از کتابخانه ها و توابع آماده استفاده نکنید (بعضا نتایج اشتباه می دهند!). حتما خودتان این دو تابع را با توجه به تعاریف شان پیاده سازی کنید.

بخش سوم) ترکیب سری های قیمتی نامانا: (20 نمره)

حال می خواهیم از ترکیب رمز ارزهای نامانا (یعنی آنهایی که با احتمال بیش از ۹۵ درصد مانا نیستند) سری های جدیدی ایجاد کنیم. به این منظور آزمون CADF را روی هر جفت رمز ارز نامانا اجرا کنید و ده جفت رمز ارز که **هم ادغام** هستند را پیدا کنید. (درواقع باید سری حاصل از ترکیب دو رمز ارز، با احتمال بیش از ۹۵ درصد مانا باشد و ده تا که توان هرست آنها از بقیه کمتر است را انتخاب کنید. اگر این تعداد به ده جفت نرسید اشکالی ندارد).

ضرایب مربوط به هر یک از رمز ارزها را چاپ کرده و نمودار هر دو رمز ارز هم ادغام را به همراه سری ترکیبی حاصل از اعمال ضرایب شان، در یک تصویر (plot) رسم کنید.

راهنمایی: برای آزمون CADF از تابع coint موجود در کتابخانه statsmodels استفاده کنید. همچنین برای محاسبه ضرایب، از مدل OLS موجود در همین کتابخانه استفاده کنید.

بخش چهارم) استراتژی معاملاتی: (25 نمره)

در این بخش، بر روی این ده سری مانا که mean reverting نیز هستند (و از ترکیب جفت سری های نامانا به دست آمده اند)، استراتژی زیر را اعمال کنید:

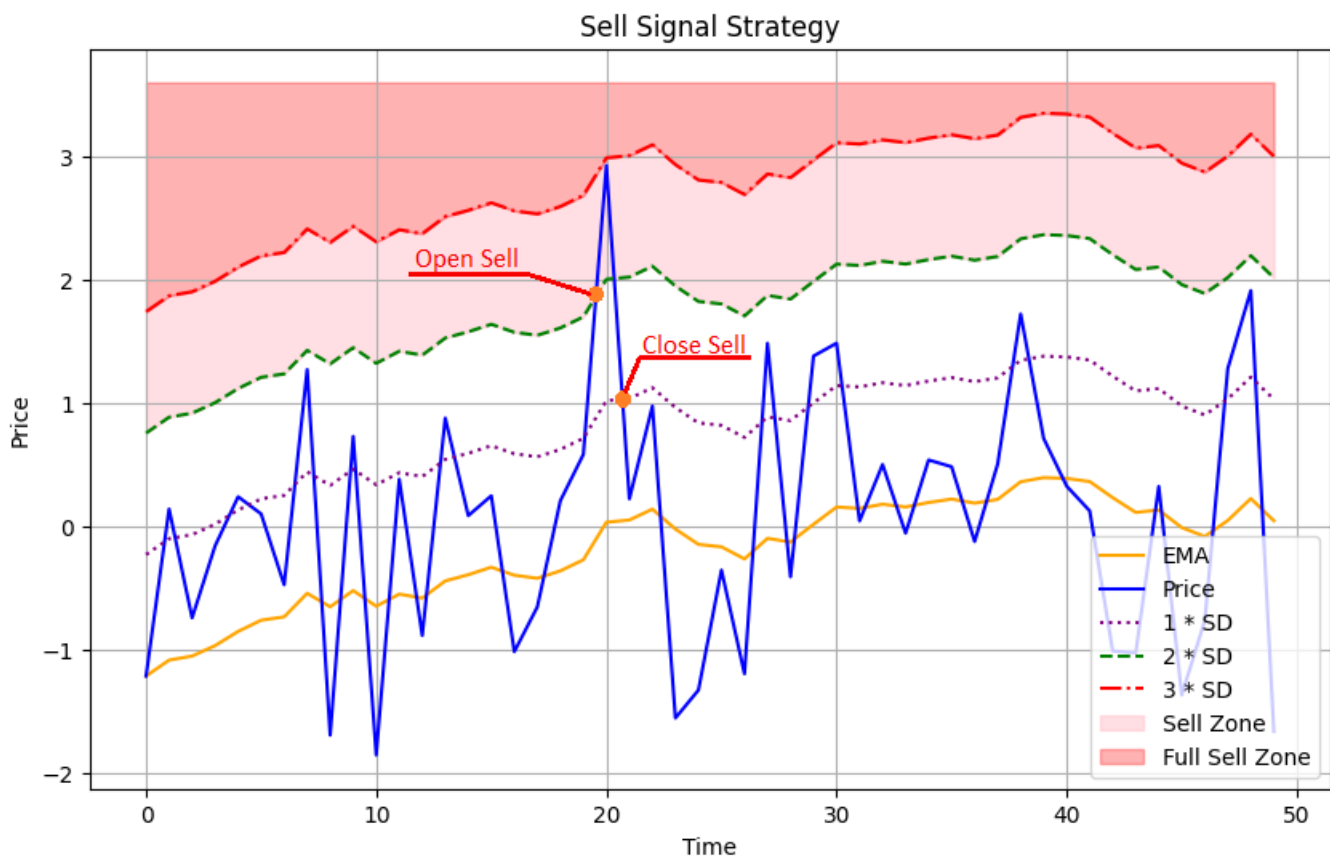
Exponential Moving Average (EMA) و Standard Deviation (SD) را با یک دوره look-back معادل نیمه عمر (half-life) مربوط به سری ترکیبی حاصل، محاسبه کنید (قیمت Close مدنظر است). اگر نیمه عمر، کمتر از 20 روز بود، look-back را اولین مضرب صحیح از نیمه عمر قرار دهید که بزرگتر مساوی 20 باشد.

شرایط ورود به پوزیشن:

- **Entry Sell Position:** زمانی که قیمت، به بیشتر از 2 SD بالای EMA رسید، به اندازه نصف واحد از رمزارز موردنظر وارد Sell Position شوید. اگر قیمت، بیشتر از 3 SD بالای EMA رفت، به اندازه نصف دیگر از رمزارز نیز وارد شوید.
- **Entry Buy Position:** زمانی که قیمت، به کمتر از 2 SD پایین EMA رسید، به اندازه نصف واحد از رمزارز، وارد Buy Position شوید. اگر قیمت، کمتر از 3 SD پایین EMA باشد، به اندازه نصف دیگر نیز وارد شوید.

شرایط خروج از پوزیشن:

- **Exit Sell Position:** هنگامی که قیمت، به کمتر از 1 SD بالای EMA رسید، Sell Position را ببندید.
- **Exit Buy Position:** وقتی قیمت، به بیشتر از 1 SD پایین EMA رسید، Buy Position را ببندید.



بخش پنجم) پیاده‌سازی و ارزیابی: (15 نمره)

➤ اعمال استراتژی: استراتژی را بر روی آن ده سری ترکیبی که mean reverting هستند، در بازه‌ی زمانی 2023-12-01 تا 2024-12-01 اجرا کنید.

➤ Performance Metrics

- Sharpe Ratio را برای استراتژی محاسبه و گزارش کنید.
- Equity Curve را برای Visualize کردن عملکرد استراتژی ترسیم کنید.

بخش ششم) بخش‌های سوم تا پنجم را این بار بر روی پنج سری مانا که حاصل از ترکیب سه سری قیمتی نامانا (با کمترین میزان توان هرست) هستند، با استفاده از روش آزمون Johansen تکرار کنید. (ضرایب مربوط به هر سری را گزارش دهید. مثبت یا منفی بودن ضرایب چه چیزی را نشان می‌دهد؟) (15 نمره)

راهنمایی: برای آزمون Johansen از تابع `coint_Johansen` موجود در کتابخانه `statsmodels` استفاده کنید.

نکات تحویل تمرین:

- این تمرین را با زبان برنامه نویسی پایتون و در قالب jupyter notebook پیاده سازی کنید.
- قبل از ارسال فایل jupyter notebook خود، حتما یک بار آن را کامل اجرا کنید.
- فایل jupyter notebook مربوط به پیاده سازی را، به همراه یک گزارش فارسی، به صورت یک فایل zip در آورده و ارسال نمایید.
- گزارش شما باید شامل موارد زیر باشد:
 - توضیحات مربوط به کدهای خود
 - توضیحات مربوط به نحوه پیاده سازی هر کدام از معیارها و تحلیل آن ها
 - جواب سوالات پرسیده شده در تمرین
 - p-value و توان هرست و نیمه عمر برای هر سری زمانی مانا (چه ترکیبی و چه غیر ترکیبی)
 - نمودارها و plot های خواسته شده در تمرین.