



دانشکده مهندسی کامپیوتر  
تمرین سری پنجم  
استاد : آقای دکتر رضا انتظاری ملکی

سید محمد مهدی رضوی - محمدرضا امین الرعیا

خرداد ۱۴۰۲

## فهرست مطالب

۳	۱	مقدمه
۳	۲	پیاده سازی با زبان <code>python</code>
۴	۱.۲	Johansen Test
۵	۲.۲	CADF Test
۶	۳	مشاهده نتایج

## ۱ مقدمه

در این تمرین ابتدا سری‌های زمانی یک سال گذشته را دانلود خواهیم کرد. سپس با استفاده از دیکشنری مقادیر `pValue` که متناظر با `CADF Test` می‌باشد را تشکیل می‌دهیم. سپس به همین منوال با استفاده از دیکشنری دیگری مقادیر `Hurst Exponent` می‌باشد را تشکیل می‌دهیم. سپس این دیکشنری‌ها را مرتب‌سازی خواهیم کرد و بهترین سری‌های ۳ تایی و ۲ تایی را تشکیل خواهیم داد.

## ۲ پیاده سازی با زبان python

با استفاده از سه تابع ویژگی‌های نصف زمان بازگشت به میانگین `halfLife` توان هرست `HurstExponent` و میزان `stationary` بودن سری زمانی را به دست می‌آوریم.

```
p_values_stocks = {}
hurst_exponent_stocks = {}
half_life_stocks = {}

def johansen_test(data , column1 , column2 , column3):
    result = statsmodels.tsa.vector_ar.vecm.coint_johansen(data[[column1 , column2 ,
        column3]],
                                                            det_order = 0 ,
                                                            k_ar_diff = 3)

    h1 = result.max_eig_stat[0]
    h2 = result.max_eig_stat[1]
    h3 = result.max_eig_stat[2]

    new_stationary_seri = h1 * data[column1] + h2 * data[column2] + h3 * data[column3]

    # Evaluate Hurst equation
    hurst , c, data = compute_Hc(new_stationary_seri , kind='price', simplified=True)

    p_value = adf(new_stationary_seri)

    key = column1 + ' , ' + column2 + ' , ' + column3
    p_values_stocks[key] = p_value
    hurst_exponent_stocks[key] = hurst

    half = half_life(new_stationary_seri)
    half_life_stocks[key] = half

    if p_value < 0.1 :
        print(f'----- pValue : {p_value} -----')
        print(f'----- hurst : {hurst} -----')
        print(f'----- halfLife : {half} -----')
```

```
def adf(ts, maxlag=1):  
    ts = np.asarray(ts)  
    nobs = ts.shape[0]  
  
    tsdiff = np.diff(ts)  
  
    tsdall = lagmat(tsdiff[:, None], maxlag, trim='both', original='in')  
    nobs = tsdall.shape[0]  
  
    tsdall[:, 0] = ts[-nobs - 1:-1]  
    tsdshort = tsdiff[-nobs:]  
  
    results = OLS(tsdshort, add_trend(tsdall[:, :maxlag + 1], 'c')).fit()  
  
    adfstat = results.tvalues[0]  
  
    pvalue = mackinnonp(adfstat, 'c', N=1)  
    return pvalue  
  
def cadf(x, y):  
    ols_result = OLS(x, y).fit()  
  
    return adf(ols_result.resid)
```

### ۳ مشاهده نتایج

بهترین نتایج مربوط به مقادیر pValue که با استفاده از johansen test به دست آمده است را در زیر مشاهده خواهید کرد که مربوط به ترکیب ۲ تایی سهام‌ها خواهد بود.

#### GOOGL , XOM

————- pValue : 0.07282683300825328 ————

————- hurst : 0.4189310404622397 ————

————- halfLife : 24.341578646977933 ————

#### GOOG , XOM

————- pValue : 0.07223405746608141 ————

————- hurst : 0.42245969005834394 ————

————- halfLife : 24.32742179592016 ————

#### XOM , TSLA

————- pValue : 0.04978805395169708 ————

————- hurst : 0.3204844136821401 ————

————- halfLife : 23.330996977287143 ————

بهترین نتایج مربوط به مقادیر pValue که با استفاده از johansen test به دست آمده است را در زیر مشاهده خواهید کرد که مربوط به ترکیب ۳ تایی سهام‌ها خواهد بود.

MSFT , UNH , AAPL

————- pValue : 0.09304485047439959 ————

————- hurst : 0.3900340831947351 ————

————- halfLife : 37.94588548744325 ————

MSFT , UNH , AMZN

————- pValue : 0.04335371437106217 ————

————- hurst : 0.37801051685434267 ————

————- halfLife : 38.273249546631284 ————

MSFT , UNH , NVDA

————- pValue : 0.09042779744899226 ————

————- hurst : 0.3730482496656353 ————

————- halfLife : 39.86413767249609 ————

MSFT , UNH , GOOGL

————- pValue : 0.04600845443577729 ————

————- hurst : 0.3737233991194106 ————

————- halfLife : 38.15855479719484 ————

MSFT , UNH , GOOG

————- pValue : 0.046191091745684566 ————

————- hurst : 0.374098654219731 ————

————- halfLife : 38.14915970376539 ————

MSFT , UNH , XOM

————- pValue : 0.05048835185251611 ————

————- hurst : 0.3677984690546793 ————

————- halfLife : 38.56780112656487 ————

MSFT , UNH , META

————- pValue : 0.09313940443692048 ————

————- hurst : 0.38293159834290075 ————

————- halfLife : 38.27672539796565 ————

MSFT , UNH , TSLA

————- pValue : 0.055019751351075785 ————

————- hurst : 0.3991135672821951 ————

————- halfLife : 37.39989863401019 ————

AMZN , XOM , NVDA

————- pValue : 0.07108064265982147 ————

————- hurst : 0.3571168724345177 ————

————- halfLife : 26.28098865103255 ————

AMZN , XOM , META

————- pValue : 0.09274951040281704 ————

————- hurst : 0.39004458854112767 ————

————- halfLife : 26.591401542311928 ————

GOOGL , XOM , AAPL

————- pValue : 0.054679347600020065 ————

————- hurst : 0.3743094446947117 ————

————- halfLife : 25.046698464881977 ————



GOOGL , XOM , MSFT

————- pValue : 0.08939931448773536 ————

————- hurst : 0.4413746703125318 ————

————- halfLife : 25.11965657271263 ————

GOOGL , XOM , AMZN

————- pValue : 0.03608540545324682 ————

————- hurst : 0.3448036852581813 ————

————- halfLife : 25.148960811999565 ————

GOOGL , XOM , NVDA

————- pValue : 0.05108627141318452 ————

————- hurst : 0.3506426683125733 ————

————- halfLife : 25.51679353776195 ————

GOOGL , XOM , GOOG

————- pValue : 0.028127644318243553 ————

————- hurst : 0.34875911796011216 ————

————- halfLife : 24.97524452492867 ————

GOOGL , XOM , META

————- pValue : 0.03071727116600479 ————

————- hurst : 0.3459215266886919 ————

————- halfLife : 24.736828949443286 ————

GOOGL , XOM , TSLA

————- pValue : 0.0739911097536133 ————

————- hurst : 0.4519679054052314 ————

————- halfLife : 24.816606761199957 ————

GOOGL , XOM , UNH

————- pValue : 0.01182868788626148 ————

————- hurst : 0.33121124546166353 ————

————- halfLife : 32.88553754488174 ————

GOOGL , UNH , XOM

————- pValue : 0.08527194474487959 ————

————- hurst : 0.4310063550339388 ————

————- halfLife : 39.281237913703514 ————

GOOG , XOM , AAPL

————- pValue : 0.05628134918980264 ————

————- hurst : 0.3823765986671917 ————

————- halfLife : 25.072950229094527 ————

GOOG , XOM , MSFT

————- pValue : 0.09113865608388472 ————

————- hurst : 0.44621624689617584 ————

————- halfLife : 25.17256310311169 ————

GOOG , XOM , AMZN

————- pValue : 0.03546327741093646 ————

————- hurst : 0.34289077165934445 ————

————- halfLife : 25.23619741713028 ————

GOOG , XOM , NVDA

————- pValue : 0.05123669300839052 ————

————- hurst : 0.34787922069017885 ————

————- halfLife : 25.534242607602472 ————

GOOG , XOM , GOOGL

————- pValue : 0.028249169744688257 ————

————- hurst : 0.3429358844568721 ————

————- halfLife : 24.99943137114528 ————

GOOG , XOM , META

————- pValue : 0.03248409073497328 ————

————- hurst : 0.33865076290421686 ————

————- halfLife : 24.674149162141017 ————

GOOG , XOM , TSLA

————- pValue : 0.0665209607365573 ————

————- hurst : 0.44215035040654405 ————

————- halfLife : 24.742334037808803 ————

GOOG , XOM , UNH

————- pValue : 0.011631889998707925 ————

————- hurst : 0.3353863194960599 ————

————- halfLife : 32.94168204739266 ————

GOOG , UNH , XOM

————- pValue : 0.0857661312036378 ————

————- hurst : 0.43275733724848 ————

————- halfLife : 39.366031618834434 ————

XOM , AMZN , NVDA

————- pValue : 0.05836346188111261 ————

————- hurst : 0.31389351004432725 ————

————- halfLife : 26.58478936428499 ————

XOM , AMZN , GOOGL

————- pValue : 0.041487927056323044 ————

————- hurst : 0.2873797556493613 ————

————- halfLife : 27.190602010005172 ————

XOM , AMZN , GOOG

————- pValue : 0.04182577682971546 ————

————- hurst : 0.2891804243322591 ————

————- halfLife : 27.139949557166464 ————

XOM , AMZN , META

————- pValue : 0.0535215077098553 ————

————- hurst : 0.30661864941396294 ————

————- halfLife : 27.059161042313747 ————

XOM , AMZN , TSLA

————- pValue : 0.05716839109805934 ————

————- hurst : 0.31629469534218385 ————

————- halfLife : 27.4289208129047 ————

XOM , AMZN , UNH

————- pValue : 0.04672214189829081 ————

————- hurst : 0.3681454398877223 ————

————- halfLife : 32.8361002704669 ————

XOM , GOOGL , AMZN

————- pValue : 0.045485178701972544 ————

————- hurst : 0.3642635012722615 ————

————- halfLife : 28.99954471619347 ————

XOM , GOOGL , GOOG

————- pValue : 0.05346195996261209 ————

————- hurst : 0.4039506785563106 ————

————- halfLife : 29.029537150296605 ————

XOM , GOOGL , TSLA

————- pValue : 0.036362802398793394 ————

————- hurst : 0.396141885857402 ————

————- halfLife : 23.959854618855157 ————

XOM , GOOGL , UNH

————- pValue : 0.029885400898401394 ————

————- hurst : 0.3946506666509267 ————

————- halfLife : 37.09552757812322 ————

XOM , GOOG , AMZN

————- pValue : 0.04384619718924804 ————

————- hurst : 0.36141859449547076 ————

————- halfLife : 28.95296329209735 ————

XOM , GOOG , GOOGL

————- pValue : 0.05324258318292657 ————

————- hurst : 0.4027435981828109 ————

————- halfLife : 29.07347996869576 ————

XOM , GOOG , TSLA

————- pValue : 0.03676994769601082 ————

————- hurst : 0.3950128256383393 ————

————- halfLife : 24.081220329808076 ————

XOM , GOOG , UNH

————- pValue : 0.028630592925908638 ————

————- hurst : 0.3934042635308678 ————

————- halfLife : 37.113791758458035 ————

XOM , TSLA , AAPL

————- pValue : 0.0983494574381617 ————

————- hurst : 0.43476266221304954 ————

————- halfLife : 22.731394176840904 ————

XOM , UNH , AAPL

————- pValue : 0.07975639663711032 ————

————- hurst : 0.4824219198061749 ————

————- halfLife : 39.84166563691917 ————

XOM , UNH , MSFT

————- pValue : 0.06396592825058603 ————  
————- hurst : 0.4668975004183908 ————  
————- halfLife : 40.322603598341956 ————

XOM , UNH , AMZN

————- pValue : 0.06977107231214662 ————  
————- hurst : 0.46984172882595754 ————  
————- halfLife : 39.41726203982678 ————

XOM , UNH , NVDA

————- pValue : 0.07360548243220695 ————  
————- hurst : 0.4811987729376293 ————  
————- halfLife : 38.98929485832281 ————

XOM , UNH , GOOGL

————- pValue : 0.056195678450536246 ————  
————- hurst : 0.4639262041746008 ————  
————- halfLife : 39.273009133335364 ————

XOM , UNH , GOOG

————- pValue : 0.05627408229338875 ————  
————- hurst : 0.46363834943283794 ————  
————- halfLife : 39.291574834346754 ————

XOM , UNH , META

————- pValue : 0.07586033659795109 ————  
————- hurst : 0.4852540431436584 ————  
————- halfLife : 39.36137720703672 ————

UNH , MSFT , AAPL

————- pValue : 0.07549927888623066 ————

————- hurst : 0.419474533461206 ————

————- halfLife : 39.132869822241986 ————

UNH , MSFT , AMZN

————- pValue : 0.04614206602909042 ————

————- hurst : 0.40657884733797767 ————

————- halfLife : 38.75295318540544 ————

UNH , MSFT , NVDA

————- pValue : 0.04052545021393349 ————

————- hurst : 0.40481731633142526 ————

————- halfLife : 38.186218721003506 ————

UNH , MSFT , GOOGL

————- pValue : 0.04881343301497273 ————

————- hurst : 0.4082231902224972 ————

————- halfLife : 38.77961111573319 ————

UNH , MSFT , GOOG

————- pValue : 0.048941500143505894 ————

————- hurst : 0.40829649935253337 ————

————- halfLife : 38.784474188139136 ————

UNH , MSFT , XOM

————- pValue : 0.05048465713643869 ————

————- hurst : 0.4104806219416261 ————

————- halfLife : 38.9923836925736 ————

UNH , MSFT , META

————- pValue : 0.0645844559276999 ————

————- hurst : 0.41282540608071605 ————

————- halfLife : 38.687574419652485 ————

UNH , MSFT , TSLA

————- pValue : 0.062358111142053134 ————

————- hurst : 0.4122356498010328 ————

————- halfLife : 38.89978781478463 ————

UNH , NVDA , META

————- pValue : 0.08770310092332323 ————

————- hurst : 0.41350942719436884 ————

————- halfLife : 37.945963382179784 ————

UNH , XOM , AAPL

————- pValue : 0.09770581009665752 ————

————- hurst : 0.45958942046865175 ————

————- halfLife : 38.929846272400624 ————

UNH , XOM , MSFT

————- pValue : 0.08077030440696065 ————  
————- hurst : 0.4449800625362592 ————  
————- halfLife : 38.93684059501566 ————

UNH , XOM , AMZN

————- pValue : 0.09551977943671064 ————  
————- hurst : 0.4578058251655652 ————  
————- halfLife : 39.290898389113146 ————

UNH , XOM , NVDA

————- pValue : 0.09041394200955066 ————  
————- hurst : 0.46146356909413344 ————  
————- halfLife : 38.575076466059166 ————

UNH , XOM , GOOGL

————- pValue : 0.08764696764519353 ————  
————- hurst : 0.44720394204542274 ————  
————- halfLife : 39.06350297706961 ————

UNH , XOM , GOOG

————- pValue : 0.08703100610617587 ————  
————- hurst : 0.447533538263003 ————  
————- halfLife : 39.07770813438271 ————

UNH , XOM , META

————- pValue : 0.09537489196723525 ————  
————- hurst : 0.45581085933554877 ————  
————- halfLife : 38.53532225024389 ————

UNH , META , AAPL

————- pValue : 0.05445718885530413 ————

————- hurst : 0.4113121185783953 ————

————- halfLife : 36.38489934817447 ————

UNH , META , MSFT

————- pValue : 0.037156813098498415 ————

————- hurst : 0.4018700587761272 ————

————- halfLife : 35.97641332092231 ————

UNH , META , AMZN

————- pValue : 0.07403256408971826 ————

————- hurst : 0.38380625141328895 ————

————- halfLife : 36.90725986380867 ————

UNH , META , NVDA

————- pValue : 0.03806068318358447 ————

————- hurst : 0.3988462830549933 ————

————- halfLife : 36.1951207555022 ————

UNH , META , GOOGL

————- pValue : 0.0392754880775524 ————

————- hurst : 0.3916095867240497 ————

————- halfLife : 35.835118227091534 ————

UNH , META , GOOG

————- pValue : 0.03794848601936852 ————

————- hurst : 0.3918603948695573 ————

————- halfLife : 35.783065340720526 ————

UNH , META , XOM

————- pValue : 0.03505275592587331 ————

————- hurst : 0.39301389019820154 ————

————- halfLife : 35.72620602015151 ————

UNH , META , TSLA

————- pValue : 0.07360310022471213 ————

————- hurst : 0.3869183207225794 ————

————- halfLife : 36.4155838114396 ————