

Homework 1 (due date: 5th September 2019)

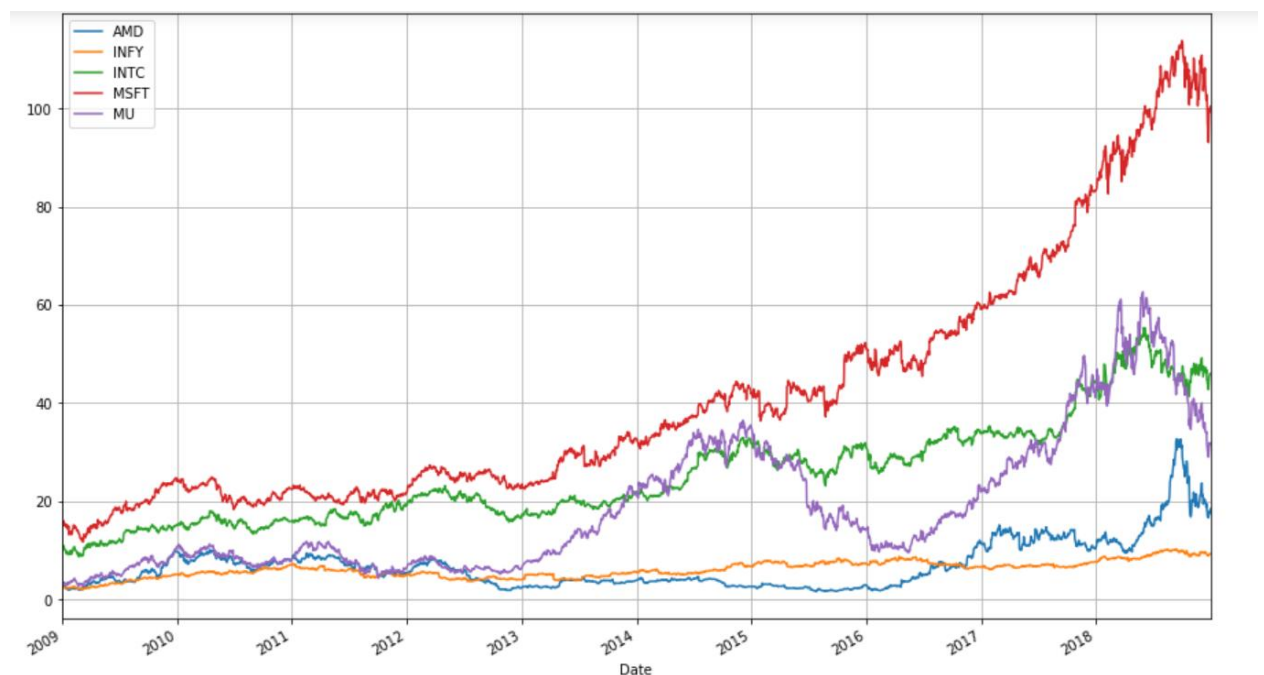
1. Pick 5 stocks from US market and write a Python code to load historical between 2009-2019 data from Yahoo Finance. Each of students must not choose the same set of stocks.

```
data = yf.download("AMD INTC INFY MSFT MU",start="2009-01-01",end="2019-01-01")
data.fillna(method='bfill',inplace=True)
```

- Advanced Micro Devices (AMD)
- Intel (INTC)
- Infosys (INFY)
- Microsoft Corporation (MSFT)
- Micron Technology (MU)

2. Plot historical prices, simple daily returns, and log daily returns of 5 stocks, and describe what you have observed.

Historical Prices Graph

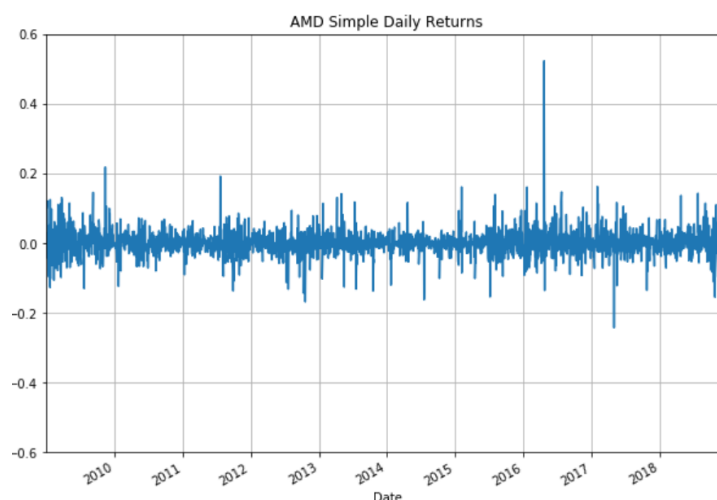


ในที่นี้ใช้ราคา Adj Close ในการ plot กราฟ historical prices เมื่อสังเกตจากกราฟสามารถสรุปข้อสังเกตได้ดังนี้

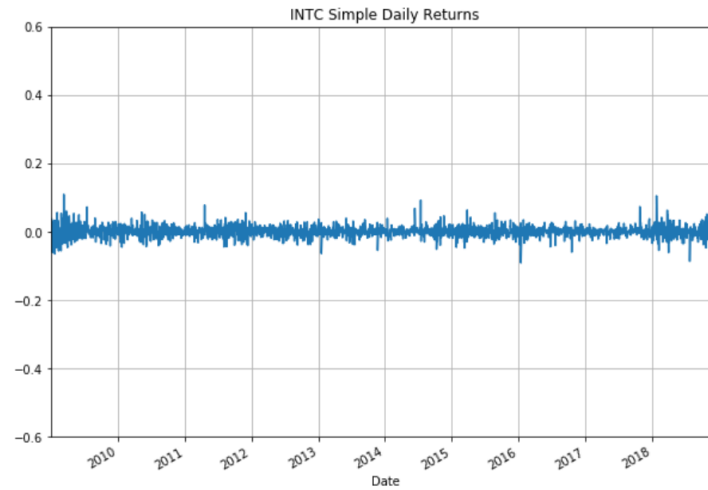
- 1) กราฟของ Microsoft Corporation มีราคา stock ณ ช่วงเวลาใด ๆ สูงกว่า stock อื่นที่ยกมา และแนวโน้มขาขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2009 ถึง 2018 และมีเริ่มลดต่ำลงช่วงท้ายปีของปี 2018
- 2) กราฟ Intel , Microsoft Corporation , Micron Technology มีลักษณะขึ้นลงคล้ายกันในช่วงกลางปี 2017 ถึงกลางปี 2018
- 3) กราฟของ Intel มีแนวโน้มเป็นขาขึ้น
- 4) กราฟของ Intel และ Micron Technology มียอดสูงสุดในช่วงกลางปี 2018
- 5) กราฟ Infosys มีลักษณะคล้ายเส้นตรง หมายความว่ามีความผันผวนของราคาต่ำมาก
- 6) กราฟของ Advanced Micro Devices มีลักษณะคล้ายเส้นตรงตั้งแต่ปี 2009 ถึง 2016 หลังจากนั้นกราฟมีแนวโน้มขาขึ้น และแกว่งขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ กลางปี 2018

Simple Daily Returns

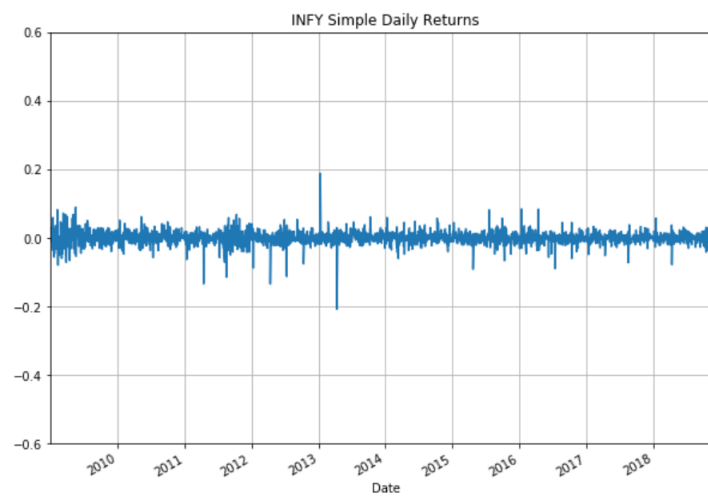
กราฟมีลักษณะเป็น Time Series ที่มีความถี่สูงเนื่องจากเป็นการคำนวณเป็นรายวัน โดยวันแรกคือวันที่ 1 Jan 2009 ในการคำนวณ Simple Returns ต้องใช้ราคาของวันก่อนหน้า ซึ่งข้อมูลที่ดาวนโหลดมาวันแรกคือวันสุดท้ายของปี 2008 ซึ่งทำให้การคำนวณผลตอบแทนของวันแรกไม่คลาดเคลื่อน



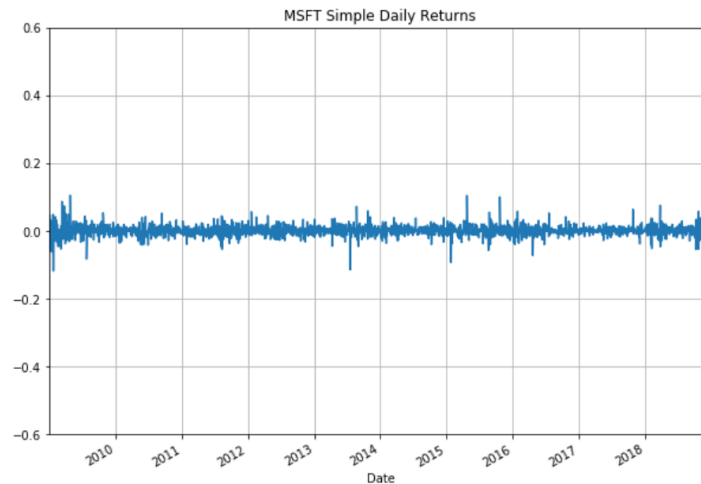
กราฟของ AMD ให้มีค่า return ณ ช่วงเวลาระหว่างต้นปี 2016 ถึงกลางปี 2016 สูงโดดอย่างเห็นได้ชัด
และกราฟโดยรวมค่า return ค่อนข้างผันผวน



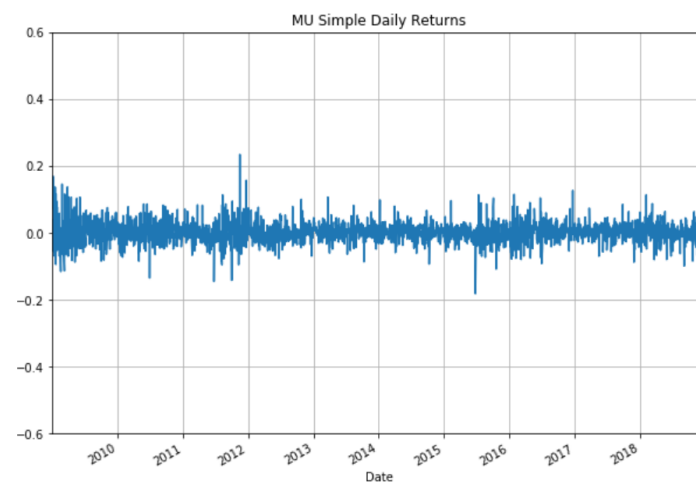
กราฟของ INTC มีค่า Return ที่ไม่ผันผวนมากนักและไม่มีค่าโดด



กราฟของ INFY มีค่า Return ที่ไม่ผันผวนมากนัก จุดที่น่าสนใจคือมีค่าสูงโดดเล็กน้อยในช่วงต้นปี 2013 และตกลงใน % ที่เท่า ๆ กันในช่วงก่อนกลางปี 2013



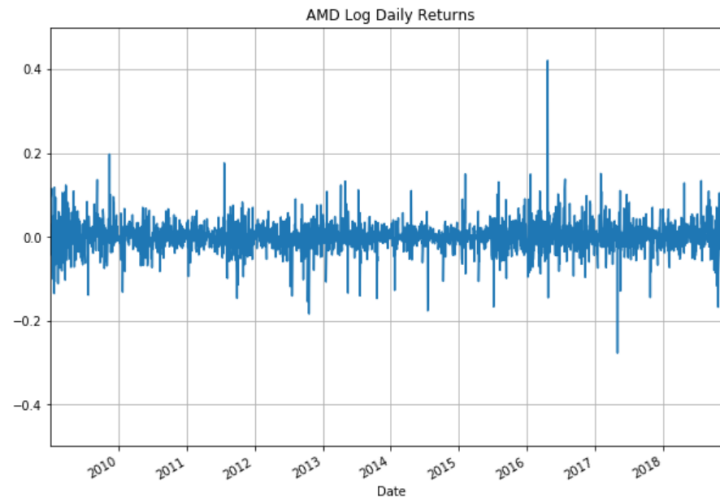
กราฟของ MSFT มีค่า Return ที่ไม่ผันผวนมากนักและไม่มีค่าโดด



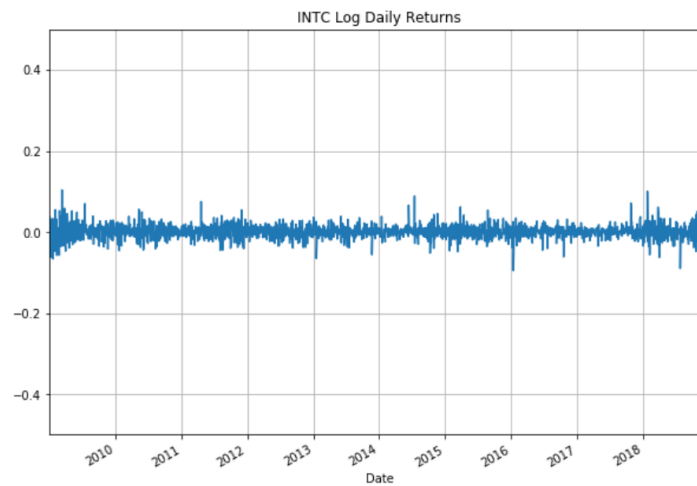
กราฟของ MU มีค่า Return ที่ผันผวนในช่วงเวลาไล่เลี่ยกันมาตั้งแต่ปี 2009 ถึงปี 2019
แต่ผันผวนน้อยกว่า AMD

Log Return

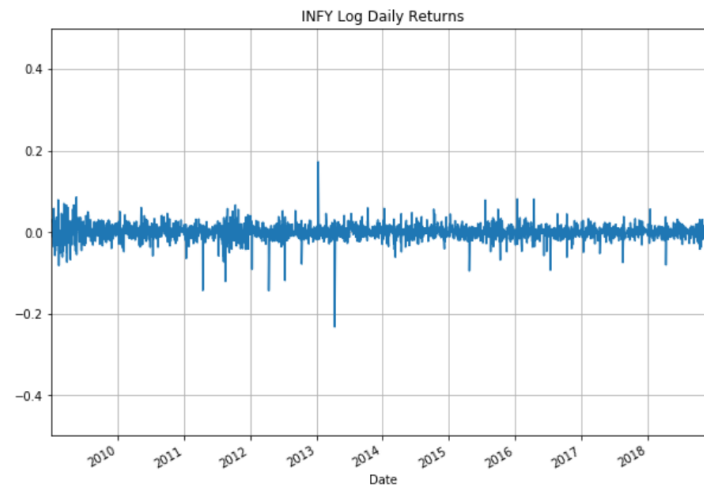
Log return มีการ take logarithm ในฟังก์ชันคำนวณ ทำให้มีคุณสมบัติในการคำนวณผ่านช่วงเวลา หากต้องการคิด Return รายวัน เลือกใช้ log return จะให้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า



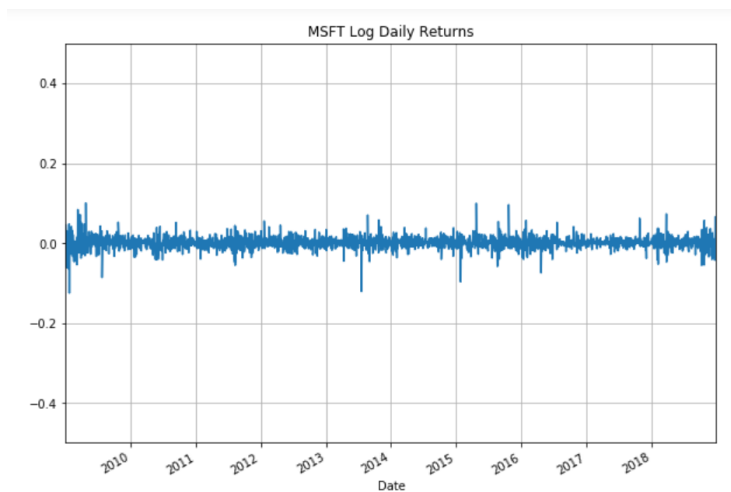
กราฟของ AMD มีความผันผวนมากขึ้นกว่า Simple return และค่าโดดทั้งบวกและลบมีขนาดโตขึ้น
สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น



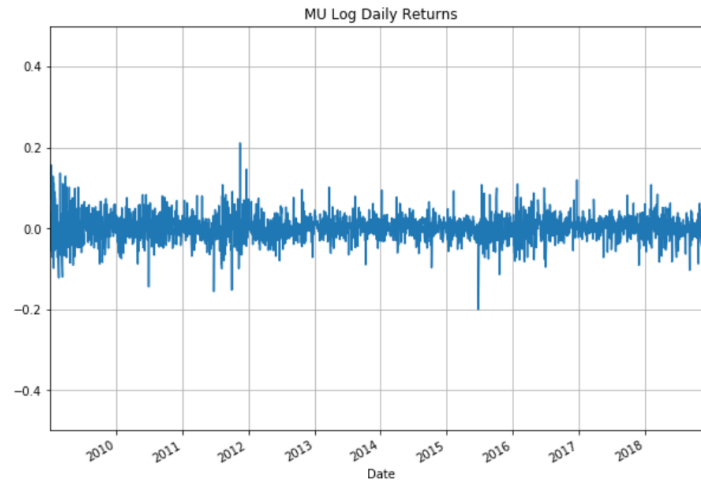
กราฟ INTC มีลักษณะไม่ต่างจาก Simple Daily Return มากนัก



กราฟ INFY สามารถมองเห็นค่าโดดได้ชัดขึ้น โดนเฉพาะค่าโดดทางลบในช่วงก่อนกลางปี 2013
ซึ่งหากสังเกตจากกราฟ Simple Daily Returns ขนาดจะใกล้เคียงกับค่าโดดทางบวกในช่วงต้นปี
แต่ในกราฟนี้สังเกตเห็นว่าค่าโดดทางลบมีขนาดโตกว่า



กราฟ MSFT มีลักษณะไม่ต่างจาก Simple Daily Return มากนัก

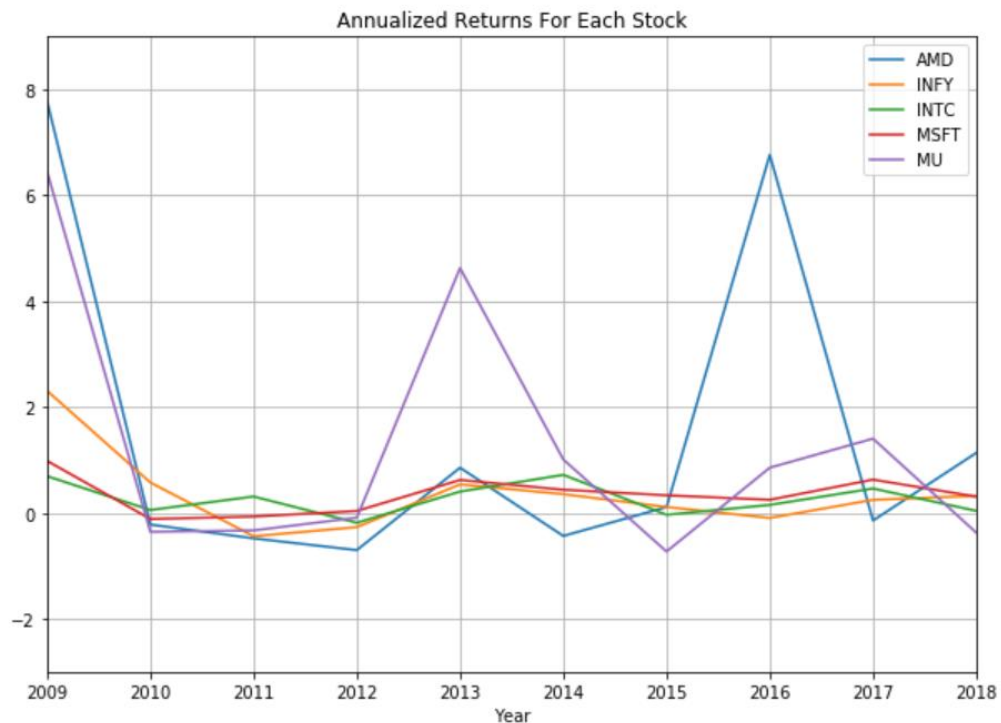


กราฟ MU มีความถี่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก แสดงถึงความผันผวนของค่า Return
ส่วนค่าโดตก็มีขนาดโต เห็นได้ชัดเจนขึ้น

3. Check how many days in a year in the historical data and plot annualize returns.

ลิสต์ด้านล่างแสดงปีและจำนวนวันในปีนั้น และกราฟแสดง annualize returns

[[2009, 252], [2010, 251], [2011, 251], [2012, 249], [2013, 251], [2014, 251], [2015, 251], [2016, 251], [2017, 250], [2018, 250]]



4. Compute covariances and correlation efficient of daily returns of 5 stocks and show as a matrix table and a heat map. Describe what you have observed.

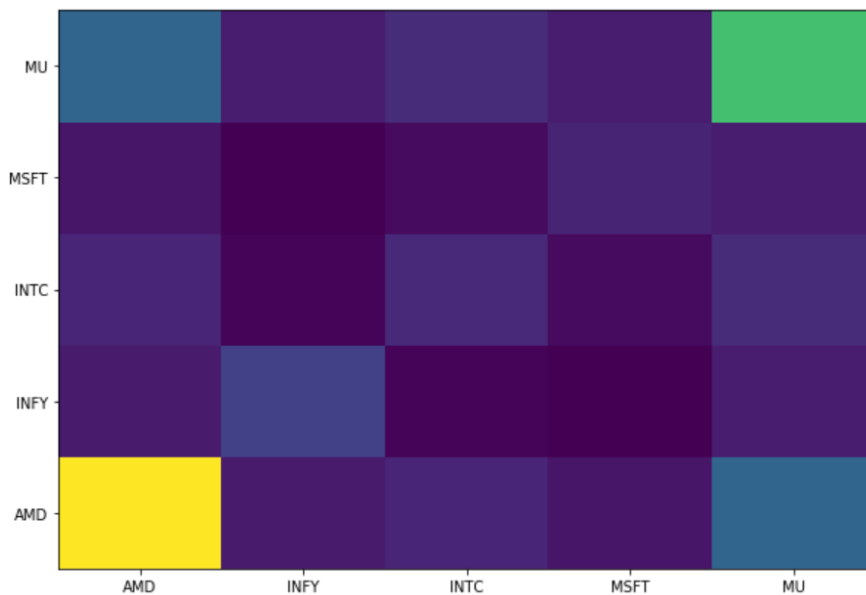
Covariance

เป็นการวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงของสองตัวแปรว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามกันมากน้อยเพียงใด หาก Covariance มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าตัวแปรเปลี่ยนแปลงโดยอิสระต่อกัน

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
AMD	0.001418	0.000205	0.000248	0.000186	0.000532
INFY	0.000205	0.000357	0.000125	0.000112	0.000211
INTC	0.000248	0.000125	0.000264	0.000148	0.000275
MSFT	0.000186	0.000112	0.000148	0.000244	0.000210
MU	0.000532	0.000211	0.000275	0.000210	0.001029

Heat map ของ Covariance

สีน้ำเงินเข้มหมายถึงตัวแปรเปลี่ยนแปลงตามกันน้อย และสีน้ำเงินที่อ่อนลงมา แสดงถึงการที่ตัวแปรเปลี่ยนแปลงตามกัน



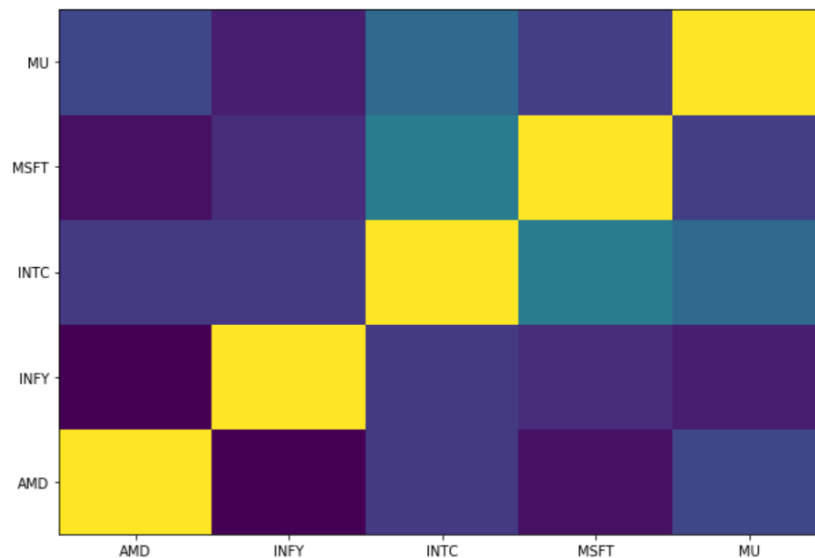
Correlation

ข้อแตกต่างของ Covariance และ Correlation คือ Correlation จะมีการหารค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในตัวแปรเอง ทำให้ค่าที่ได้ไม่ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนภายใน และค่าจะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เสมอ โดยค่าสหสัมพันธ์เป็น 1 แสดงว่า x มีความสัมพันธ์กับ y ทางบวกโดยสมบูรณ์ ถ้าเป็น -1 หมายถึง x มีความสัมพันธ์กับ y ทางลบโดยสมบูรณ์

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
AMD	1.000000	0.288176	0.405214	0.316022	0.440009
INFY	0.288176	1.000000	0.405909	0.379104	0.348256
INTC	0.405214	0.405909	1.000000	0.581764	0.527428
MSFT	0.316022	0.379104	0.581764	1.000000	0.418657
MU	0.440009	0.348256	0.527428	0.418657	1.000000

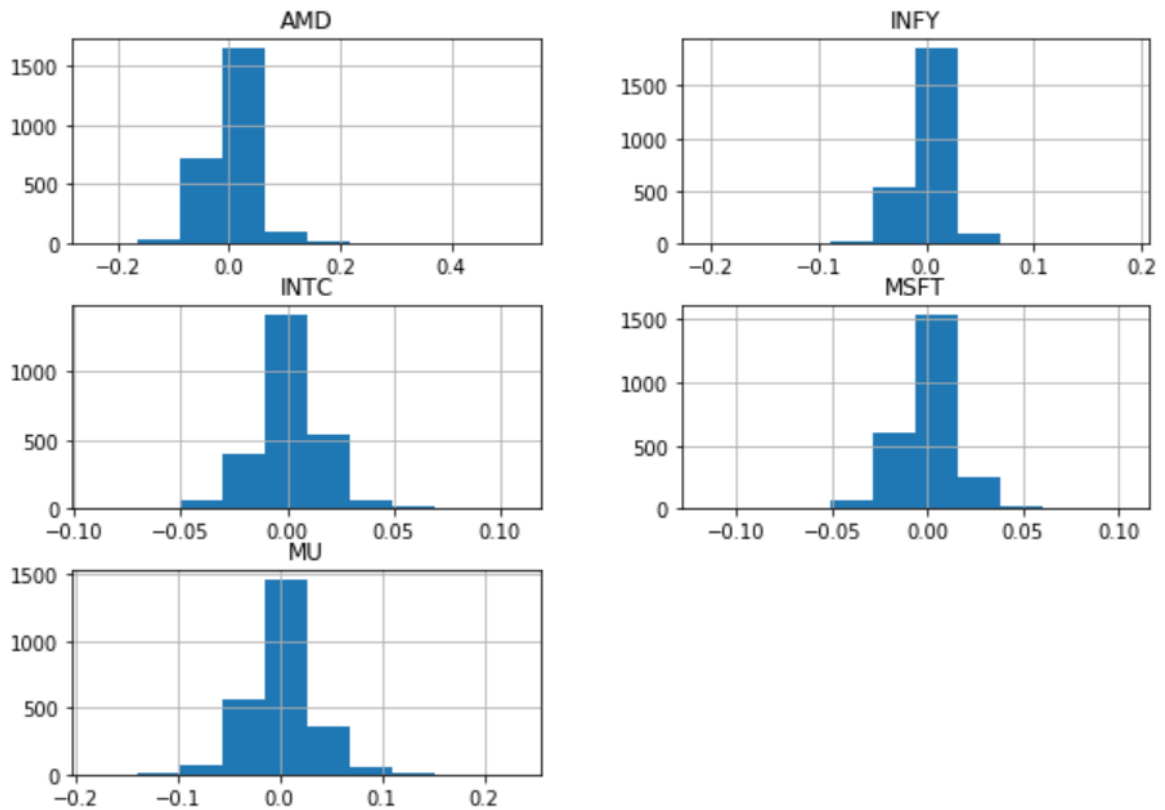
Heatmap ของ Correlation

สีน้ำเงินเข้มหมายถึงขึ้นต่อกันน้อย แต่ถ้าหากเป็นสีอ่อนและผสมสีเหลือง หมายถึงตัวแปรทั้งสองมีความขึ้นต่อกัน



5. Plot histograms of daily return, calculate mean, variance, skewness, kurtosis, and verify if the distribution is normal. Find out what is a good method to verify by yourself.

Histogram แสดง daily return ของแต่ละ Stock



จากการสังเกต Histogram พบว่าทุกกราฟมีลักษณะเป็น normal distribution และกราฟของ AMD เบ้ขวาเล็กน้อย

	Mean	Variance	Skewness	Kurtosis
Stock				
AMD	0.001549	0.001418	1.111151	17.754559
INFY	0.000752	0.000357	-0.635824	14.565992
INTC	0.000721	0.000264	0.216840	4.036787
MSFT	0.000878	0.000244	0.051479	7.311674
MU	0.001501	0.001029	0.292863	3.627926

ตารางด้านบนแสดงค่า Mean ,Variance ,Skewness และ Kurtosis ที่คำนวณได้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- 1) Mean หรือค่าเฉลี่ยของแต่ละ stock นำมาเรียงลำดับกันได้ดังนี้

$$AMD > MU > MSFT > INFY > INTC$$

- 2) Variance เป็นค่าที่แสดงการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าแต่ละ stock มีค่าความแปรปรวนที่ต่ำ เมื่อเรียงลำดับค่าความแปรปรวนของข้อมูลจะได้ดังนี้

$$AMD > MU > INFY > INTC > MSFT$$

- 3) Skewness คือค่าความเบ้ของ distribution พบว่า MSFT มีค่าเข้าใกล้ 0 มากที่สุด (ข้อมูลมีลักษณะสมมาตร) ในขณะที่ AMD มีค่าห่างจาก 0 มากที่สุด และเป็นค่าบวก หมายความว่า distribution เบ้ขวา (ข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าน้อย) และ INFY ได้ค่าติดลบเล็กน้อย หมายความว่า distribution เบ้ซ้ายเล็กน้อย (ข้อมูลส่วนใหญ่มีค่ามาก)

- 4) Kurtosis คือค่าความโด่ง ให้ค่า Kurtosis ที่คำนวณได้แทนด้วย $K(X)$ เมื่อพิจารณาประเภทของ Kurtosis จาก $K(X) - 3$ พบว่าทุก Stock มีค่า $K(X) - 3 > 0$ หรือก็คือเป็น Kurtosis ประเภท Leptokurtic (more peaked and fatter tails)

6. Implement [example 2.4](#) on page 53 with your 5 stocks. Find the upper bound and lower bound of prices if $T = 5, 21, 63, 250$ days. Analyze your results. What can you observe and conclude?

ตารางแสดงค่า Z_T ที่คำนวณได้จากสูตร $Z_T = \frac{\ln(\frac{P_T}{P_0}) - \mu r T}{\sigma \sqrt{T}}$ ของแต่ละ Stock

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
#days					
5	-0.292446	-1.146498	0.034843	-0.010700	-0.228329
21	-0.002014	-0.028153	0.041053	0.033433	-0.050577
63	-0.010718	-0.005530	-0.002041	0.000000	-0.014030
250	-0.008168	-0.008331	-0.003928	-0.005374	-0.007392

พบว่าค่า Z_T มีค่าอยู่ระหว่าง $-z < Z_T < z$ โดยที่ $z = 1.96$ และจะได้ค่าความน่าจะเป็น คือ $P(-z < Z_T < z) = 0.95$ หรือมีช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งหมายความว่าจะมีค่าที่ผิดพลาดจากการคำนวณ 5%

จากนั้นนำค่า $z = 1.96$ ไปคำนวณหา Upper bound และ Lower bound จากสูตร

$$P_0 \exp(\mu rT - z\sigma r\sqrt{T}) < P_T < P_0 \exp(\mu rT + z\sigma r\sqrt{T})$$

(Lower bound)

(Upper bound)

	stock	Lower bound	Upper bound
#days			
5	AMD	2.256274	4.225050
21	AMD	1.218056	4.787034
63	AMD	1.233868	9.071662
250	AMD	2.509650	47.317981
5	INFY	2.479696	2.654994
21	INFY	1.874073	3.295928
63	INFY	1.465332	4.298640
250	INFY	2.396151	11.617279
5	INTC	8.695846	13.057651
21	INTC	6.967030	12.934228
63	INTC	6.472709	19.555482
250	INTC	7.562152	32.020431
5	MSFT	12.949522	19.201114
21	MSFT	9.377023	20.072180
63	MSFT	8.992268	27.376421
250	MSFT	12.444355	53.505147
5	MU	2.536692	5.470712
21	MU	2.109434	7.856745
63	MU	1.608714	12.756762
250	MU	2.609639	45.183038

จากการสังเกตพบว่า ยิ่งค่า T (จำนวนวัน) ที่ใช้คำนวณมีค่าเยอะขึ้น ค่า lower bound และ upper bound ก็จะห่างกันมากขึ้น หมายความว่าค่าประมาณของ P_T หรือ price series of stock ก็จะมีช่วงที่กว้างขึ้น

7. Find historical volatility from your daily historical data and annualize it.

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
Year					
2009	0.094748	0.052518	0.023543	0.030778	0.087804
2010	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2011	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2012	0.096544	0.053081	0.022845	0.031040	0.085406
2013	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2014	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2015	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2016	0.095131	0.052375	0.023006	0.031711	0.086417
2017	0.095838	0.052851	0.022715	0.031339	0.084483
2018	0.095838	0.052851	0.022715	0.031339	0.084483

ตารางแสดง historical volatility จาก daily historical data ซึ่งในที่นี้ต้องการประมาณราคาเป็น
ช่วงเวลาตั้งแต่ต้นปีถึงท้ายปีใด ๆ

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
Year					
2009	1.504077	0.833692	0.373737	0.488580	1.393842
2010	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2011	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2012	1.523436	0.837598	0.360492	0.489806	1.347680
2013	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2014	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2015	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2016	1.507159	0.829771	0.364484	0.502390	1.369102
2017	1.515331	0.835647	0.359158	0.495509	1.335798
2018	1.515331	0.835647	0.359158	0.495509	1.335798

ตารางแสดง annualized historical volatility จาก daily historical data

ที่เก็บ data เป็นจำนวน h ครั้งต่อปี

8. Compute range-based volatility by Parkinson, and Garman and Klass.

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
Year					
2009	0.010935	0.007492	0.008362	0.007763	0.017025
2010	0.018034	0.011412	0.012284	0.012202	0.016759
2011	0.019433	0.012387	0.009574	0.009278	0.023470
2012	0.017950	0.011485	0.009025	0.007369	0.015989
2013	0.013619	0.018563	0.011866	0.010820	0.017454
2014	0.015874	0.010147	0.007989	0.009622	0.014417
2015	0.014513	0.012817	0.010793	0.011351	0.015457
2016	0.016388	0.011859	0.011833	0.008488	0.017565
2017	0.014344	0.012653	0.012349	0.008286	0.019629
2018	0.015773	0.010982	0.011967	0.009997	0.013248

ตารางแสดงค่า range-based volatility ของ Parkinson

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
Year					
2009	0.014900	0.008235	0.010362	0.007936	0.012660
2010	0.013956	0.010055	0.010204	0.009102	0.013275
2011	0.012516	0.008201	0.012646	0.008424	0.019735
2012	0.020323	0.010364	0.007475	0.008590	0.017064
2013	0.018049	0.017011	0.016398	0.016364	0.024586
2014	0.015325	0.011947	0.008201	0.007242	0.009617
2015	0.020109	0.018120	0.015992	0.016717	0.020129
2016	0.023943	0.013261	0.016601	0.011730	0.024270
2017	0.018351	0.014591	0.013902	0.006931	0.021787
2018	0.023234	0.016387	0.016942	0.014456	0.013393

ตารางแสดงค่า range-based volatility ของ Garman and Klass.

9. Compute EWMA volatility using $\lambda=0.94$.

	AMD	INFY	INTC	MSFT	MU
Year					
2009	0.001123	0.001317	0.001534	0.001665	0.002486
2010	0.000240	0.000368	0.000432	0.000522	0.001011
2011	0.001273	0.001789	0.002159	0.002319	0.004938
2012	0.001429	0.001587	0.001744	0.001883	0.002557
2013	0.000302	0.000434	0.000586	0.000739	0.001261
2014	0.000412	0.000661	0.000876	0.001076	0.001387
2015	0.001394	0.001623	0.001815	0.002050	0.002755
2016	0.001475	0.001603	0.001754	0.001886	0.002346
2017	0.000849	0.000983	0.001243	0.001415	0.002088
2018	0.002714	0.003022	0.003485	0.003970	0.004989

ตารางแสดงค่า EWMA volatility โดยใช้ $\lambda = 0.94$