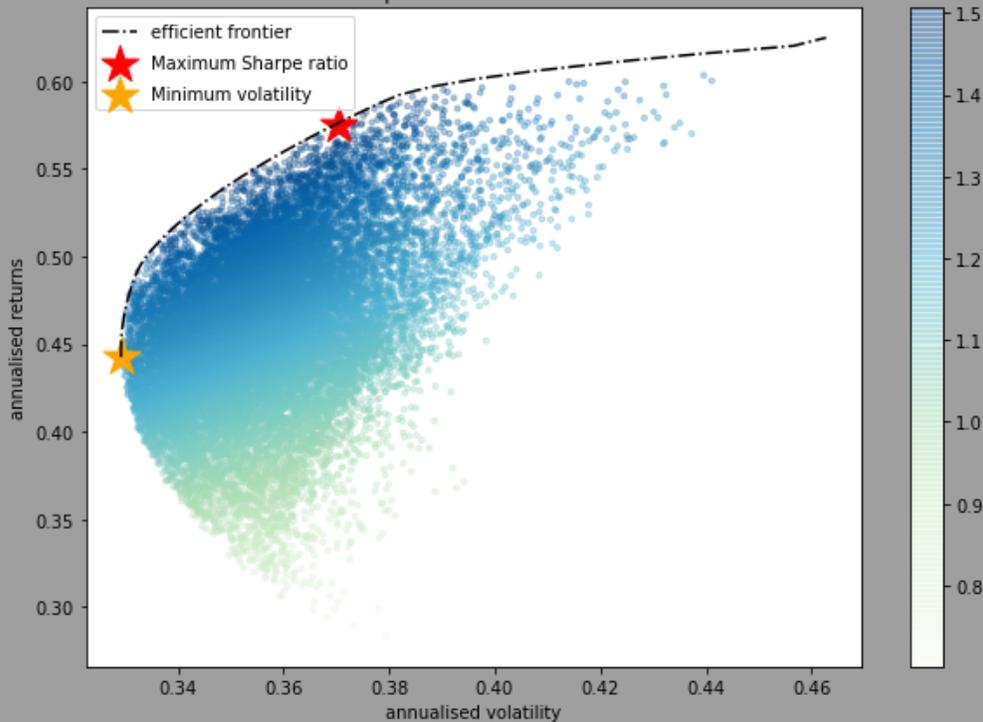


GB
730

如何分配股票资产构建一个股票投资组合?

基于马科维茨投资组合选择理论

Simulated Portfolio Optimization based on Efficient Frontier



GEN BUS 730: 建模和最优化方法
教授: Jordan Tong

赵昱喆
yuzhe.zhao@wisc.edu

Wisconsin School of Business
2020.12.14

两个问题

假设你有一笔钱并想要将其投资于股票市场。当你面向股票市场成千上万的股票的时候，你自然而然的会问两个问题：

- 我应该选择投资哪些股票？
- 我应该如何分配多少资金在不同的股票上？

马科维茨投资组合选择模型

- 是一个投资组合最优化模型。由Harry Markowitz 最早于1952年在发表于Journal of Finance的论文《Portfolio Selection》中提出。之后，马科维茨由于在投资组合理论的杰出贡献获得了诺贝尔奖。
- 它通过分析给定证券资产的不同种投资组合方式去寻找最有效的投资组合。它通过以下两种方式帮助投资者选择投资组合：
 - 找出给定证券资产的有效前沿
 - 找出有效前沿上的最优投资组合
- 参考论文连接：https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf



这个模型解决了三个问题：

1. 如何找到给定股票的最大化夏普比率投资组合和最小化风险投资组合？
2. 如何基于给定风险水平找到最大化回报的投资组合？
3. 如何基于给定要求回报找到最小化风险的投资组合？

分析工具



通过雅虎财经的api接口自动收集股票数据

- 此程序会自动从雅虎财经收集过去一年的股票数据用于构建模型。
- 使用者可以通过修改选项2和选项3去定制用于构建模型的数据的时间周期。

```
# Option 2: manually input end date, automatically calculate start date.
'''
end_date = input('Please enter today in YYYY/MM/DD format:')
def find_start_date(end_date):
    start_date = end_date.split('/')
    start_date = [str(int(start_date[0])-1),start_date[1],str(int(start_date[2])+1)]
    start_date = '/'.join(start_date)
    return start_date
start_date = find_start_date(end_date)
'''

# Option 3: manually input start data and end date.
#start_date = input('Please enter the start date in YYYY/MM/DD format:')
#end_date = input('Please enter the end date in YYYY/MM/DD format:')
```



如何找到给定股票的最大化夏普比率投资组合和最小化风险投资组合？

1. 蒙特卡洛模拟

- 对投资于各股票的资金权重进行大量的随机模拟, 然后基于模拟的权重计算年化回报率和风险波动率

2. 找到模拟结果中的最大夏普比率投资组合和最小化波动率投资组合, 并使用Python的matplotlib包将结果可视化

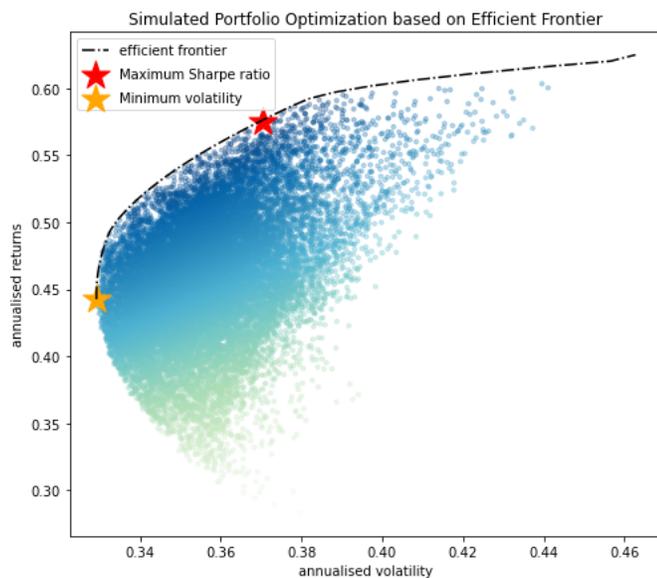


Chart 1

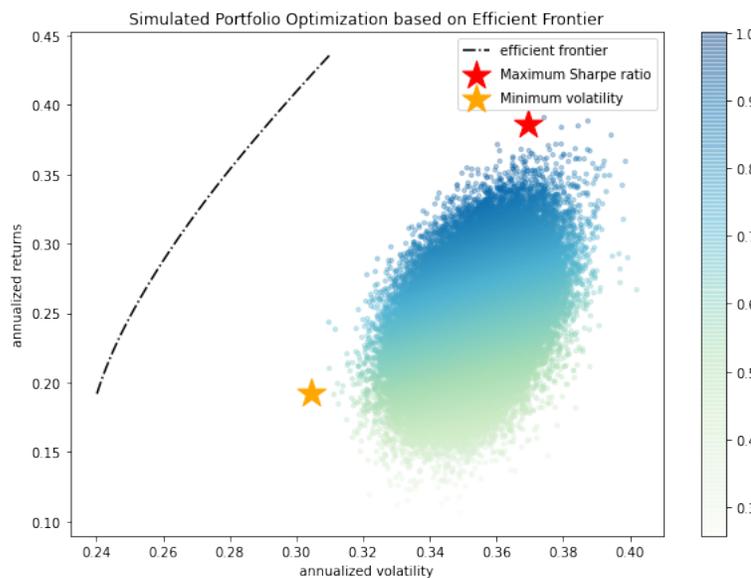


Chart 2

表1: 4支股票25,000次模拟

表2: 25支股票100,000次模拟

表2的模拟结果（蓝色部分）与有效前沿边界（黑色的线）的距离较远，这是因为100,000次的模拟次数对于25支股票来说过于少了。

数据时间区间: 2019/12/16 – 2020/12/11

如何基于给定风险水平找到最大化回报的投资组合？

1. 使用Pyomo非线性求解器ipopt解决一个二次问题

- 目标: 最大化投资组合的年化回报率
- 决策变量: 投资于各股票的权重
- 限制条件:
 - a) 所有决策变量的和等于1
 - b) 投资组合的风险需要比所要求的最大风险水平小



2. 案例：在要求最高风险水平为26%的情况下，为25个股票资产构建投资组合，所得最大年回报率是28.76%，各股票资产所占权重如下：

The Maximum Rate of Return for a Given Volatility Rate

Annualized Return: 28.76%

Annualized Volatility: 26.0%

Asset Allocation: ['AAPL 0.0%', 'AMZN 37.06%', 'FB 0.0%', 'GOOGL 0.0%', 'JNJ 8.57%', 'PG 0.0%', 'NVDA 0.0%', 'HD 0.0%', 'VZ 44.64%', 'PYPL 3.06%', 'NFLX 6.66%', 'DIS 0.0%', 'MRK 0.0%']

* Results corrected to two decimal places

如何基于给定要求回报找到最小化风险的投资组合？

1. 使用Pyomo非线性求解器ipopt解决一个二次问题

- 目标: 最小化投资组合的风险
- 决策变量: 投资于各股票的权重
- 限制条件:
 - a) 所有决策变量的和等于1
 - b) 投资组合的年化回报率比所要求的最小回报率大



2. 案例：在要求回报是28%的前提下，为25个股票资产构建投资组合，所得的最小化的风险是25.8%，各股票资产所占权重如下：

The Minimum Volatility Rate for a Given Rate of Return

Annualized Return: 28.0%

Annualized Volatility: 25.8%

Asset Allocation: ['AAPL 0.0%', 'MSFT 0.0%', 'AMZN 36.29%', 'FB 0.0%', 'GOOGL 0.0%', 'JNJ 8.81%', 'PG 0.0%', 'V 0.0%', 'NVDA 0.0%', 'HD 0.0%', 'MA 0.0%', 'JPM 0.0%', 'UNH 0.0%', 'VZ 45.74%', 'ADBE 0.0%', 'CRM 0.0%', 'PYPL 2.53%', 'NFLX 6.63%', 'DIS 0.0%', 'INTC 0.0%', 'MRK 0.0%', 'T 0.0%']

* Results corrected to two decimal places

数据时间区间: 2019/12/16 – 2020/12/11

参考文献:

1. Markowitz, H.M. (1952) Portfolio Selection. Journal of Finance, 7, 77-91.
2. Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2013). Chapter 6: Efficient Diversification. In Essentials of investments (9th Global Edition ed., pp. 164-166). New York, NY: McGraw-Hill Education.
3. Dash, S. (2020, November 08). Portfolio Optimization with Python using Efficient Frontier with Practical Examples. Retrieved December 11, 2020, from <https://www.machinelearningplus.com/machine-learning/portfolio-optimization-python-example>
4. Ricky, T. (2019, February 26). [Advanced] How to Find the Optimized Portfolio with Python. Retrieved December 10, 2020, from <https://cloud.tencent.com/developer/article/1395644>
5. Neves, F. (2018, October 14). Plotting Markowitz Efficient Frontier with Python. Retrieved December 12, 2020, from <https://towardsdatascience.com/python-markowitz-optimization-b5e1623060f5>
6. Clark, K. (2020, November 17). Where to Find a List of the Stocks in the S&P 500. Retrieved December 12, 2020, from <https://www.investopedia.com/ask/answers/08/find-stocks-in-sp500.asp>
7. Chen, J. (2020, September 11). Modern Portfolio Theory (MPT). Retrieved December 14, 2020, from <https://www.investopedia.com/terms/m/modernportfoliotheory.asp>

