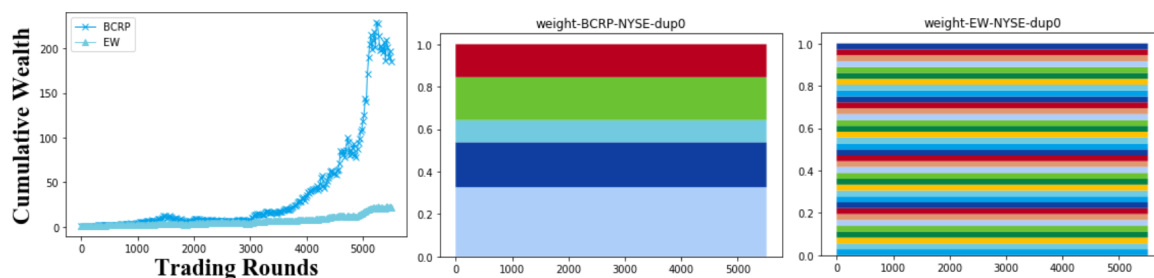


exp 4 - 智能投顾

评价指标

1. cumulative_wealth: 累积财富，即使用该算法进行智能投顾后可以获得的累积财富。
2. sharpe_ratio: 夏普比率，即将收益与风险综合考虑后的最大收益风险比值。
3. volatility: 不稳定性，即该算法的风险与不确定性。
4. max_drawdown: 最大回撤率，即用来描述算法投资可能出现的最糟糕的情况。

EW策略

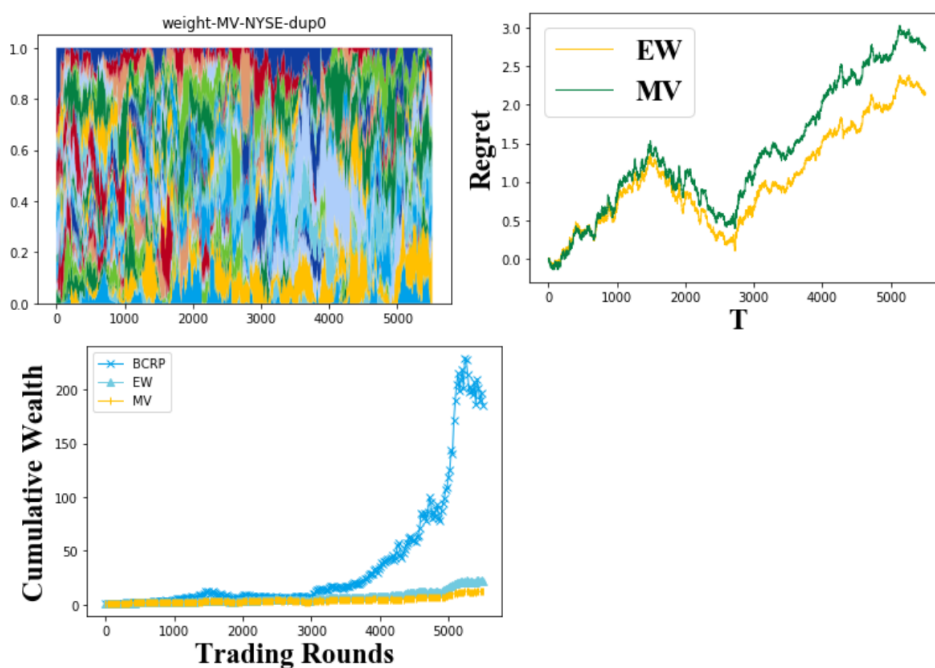


由图可见，EW策略比较平缓，累积财富很少。四项指标评价如下：

```
-----cumulative_wealth-----
      BCRP      EW
NYSE  189.538  22.1792
-----sharpe_ratio-----
      BCRP      EW
NYSE  0.0419127  0.0353906
-----volatility-----
      BCRP      EW
NYSE  0.0227124  0.0158916
-----max_drawdown-----
      BCRP      EW
NYSE  0.617625  0.365959
```

即，累积财富很少，夏普比率较小，优点是稳定性好，最大回撤率小。

MV策略



由图可见，MV算法遗憾界随时间进行越来越高，而累积财富较于EW更低，四项指标如下：

```

-----cumulative_wealth-----
      BCRP      EW      MV
NYSE  189.538  22.1792  12.2691
-----sharpe_ratio-----
      BCRP      EW      MV
NYSE  0.0419127  0.0353906  0.0299021
-----volatility-----
      BCRP      EW      MV
NYSE  0.0227124  0.0158916  0.0152145
-----max_drawdown-----XQ--
      BCRP      EW      MV
NYSE  0.617625  0.365959  0.462819

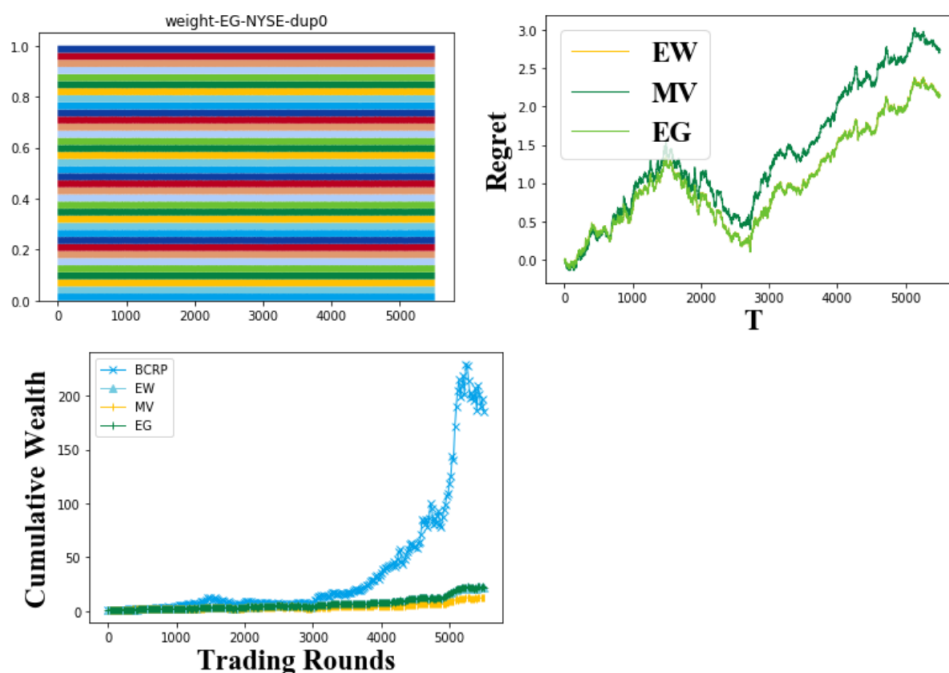
```

即累积财富最小，夏普比率最小，但是稳定性最高，而最大回撤率介于两者之间。

EG算法

在PPT中的EG算法中的符号不是很明确，于是找到论文去理解。使用了论文中的公式。

$$w_i^{t+1} = \frac{w_i^t \exp\left(\eta \frac{x_i^t}{\mathbf{w}^t \cdot \mathbf{x}^t}\right)}{Z_t}, \quad Z_t = \sum_{1 \leq i \leq N} w_i^t \exp\left(\eta \frac{x_i^t}{\mathbf{w}^t \cdot \mathbf{x}^t}\right).$$



由图可见，EG算法的遗憾界先低后高，而累积财富最小，四项指标如下：

```

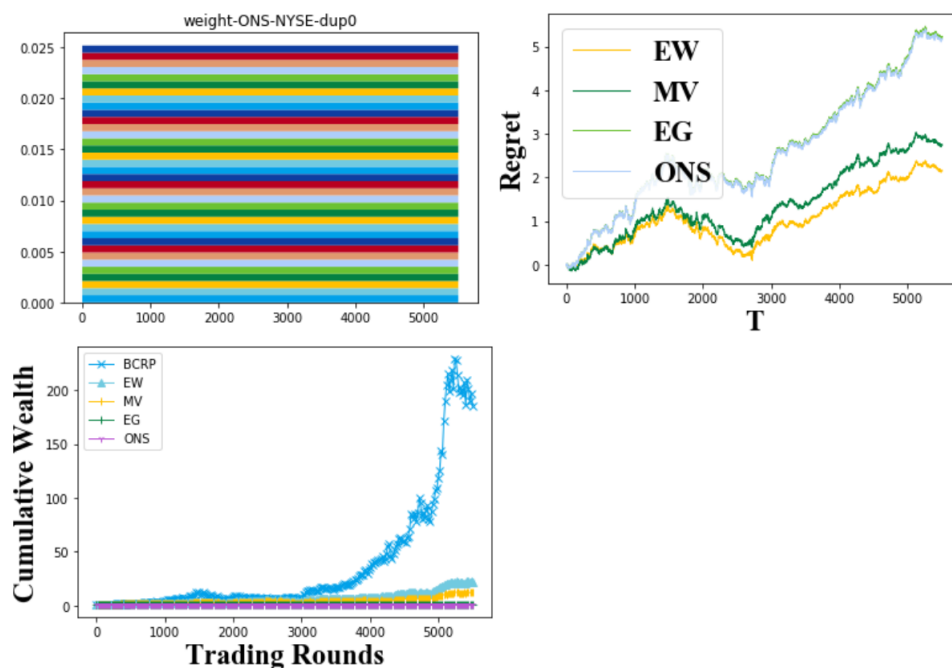
-----cumulative_wealth-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  189.538  22.1792  12.2691  22.3061
-----sharpe_ratio-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.0419127  0.0353906  0.0299021  0.03545
-----volatility-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.0227124  0.0158916  0.0152145  0.0158942
-----max_drawdown-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.617625  0.365959  0.462819  0.366944

```

即累积财富第二，夏普比率第二，最大回撤率较小，而稳定性也较好。

这与论文结论有较大出入，估计是由于算法实现过程中由于对cvxpy, cvxopt等函数使用不当造成的，而EG算法的实现与MV不同，MV使用了cvxopt中的二次规划，但是EG算法形式有别，故使用了递推方式。而递推公式得出的结果矩阵大小不同，故采用了缩放的方式进行计算。

ONS算法



由图可见，ONS算法与EG算法表现非常相似，原因在于，对于ONS算法也同样没有使用cvxopt包中的函数，而是使用递推方式：

- On period 1, use the uniform portfolio $\mathbf{p}_1 = \frac{1}{n}\mathbf{1}$.
- On period $t > 1$: Play strategy $\tilde{\mathbf{p}}_t \triangleq (1 - \eta)\mathbf{p}_t + \eta \cdot \frac{1}{n}\mathbf{1}$, such that:

$$\mathbf{p}_t = \Pi_{S_n}^{\mathbf{A}_{t-1}} (\delta \mathbf{A}_{t-1}^{-1} \mathbf{b}_{t-1})$$

四项指标如下：

```
-----cumulative_wealth-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  189.538  22.1792  12.2691  22.3061
-----sharpe_ratio-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.0419127  0.0353906  0.0299021  0.03545
-----volatility-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.0227124  0.0158916  0.0152145  0.0158942
-----max_drawdown-----
      BCRP      EW      MV      EG
NYSE  0.617625  0.365959  0.462819  0.366944
```

同样与论文的结论有很大出入，是由于对ONS具体算法了解不太清晰。

总结

在以上实验中，主要内容为实现三种算法，对于MV算法，内容比较容易理解，也比较容易做，对于EG算法和ONS算法，在查阅论文的过程中找到的循环求解的算法方程，但是在使用代码实现时，求解过程中总是出现矩阵大小不合适的情况，比如EG算法中，按照算法得出的结果是长度为n的一维向量，n为context["R"]的长度，而不是股票数量m，无法进行，只能切割m个作为输出，而在ONS算法对A的求解中，利用二次偏导求解的结果同样是长度为n的一维向量，而不是(m,m)的矩阵，无法使用opt包进行优化，所以只能做一次循环，直接切割输出答案，所以结果与初始条件即1/m类似，所以与EW算法的结果类似。

