Finanças quantitativas e Gerenciamento de Risco – 2020/1

Lista de exercícios 3
Prof. Cristiano Arbex Valle
Entrega: Via Moodle

Instruções

(a) Nesta lista, você pode escolher uma entre as Questões 1, 2 e 3. Se estiver animado, pode fazer duas delas ou as três. Em todas utilizaremos os mesmos dados da Q2 da Lista 2 (in-sample em 2019, out-of-sample em 2020). Na Q1 e Q2 utilize rebalanceamento diário e sem recálculo de estratégia.

(b) Não é necessário entregar o código, apenas as respostas finais.

Questão 1 Vamos resolver o modelo de Markowitz com a função utilidade quadrática (que na verdade é derivada da função utilidade exponencial). Considere o modelo dado no slide 14 de Black-Litterman, com $\lambda = 3.07$. Note que ao implementar este modelo em algum pacote (tipo o `quadprog`) não é necessário dividir por 2 pois normalmente isto está embutido nos *solvers*. Calcule $\boldsymbol{\Sigma}$ através dos dados históricos.

(a) Encontre o portfolio P1 que otimiza o modelo acima, calculando $\boldsymbol{\mu}$ a partir dos retornos históricos. Calcule μ_{P1} e σ_{P1}.

(b) Encontre o portfolio P2 utilizando $\boldsymbol{\mu}$ como o vetor de retornos implícitos necessários para obter o portfolio de mercado no problema irrestrito (slides 18 e 19). Para os pesos do mercado, utilize o arquivo fornecido aqui[1]. Calcule μ_{P2} e σ_{P2}.

(c) Suponha que você possuia uma bola de cristal no final de 2019, e sabia que, até Agosto de 2020, os retornos médios diários dos ativos `WEGE3` e `MRFG3` seriam 0.0055754 e 0.0037247. Utilize o modelo de Black-Litterman com estas previsões para encontrar um novo vetor de retornos esperados $\boldsymbol{\mu}$, e encontre o portfolio P3. Calcule μ_{P3} e σ_{P3}. Considere $\tau = 0.025$.

(d) Calcule as séries out-of-sample dos três portfolios assumindo um investimento inicial de R$1. Plote um gráfico comparativo com a performance dos mesmos no período *out-of-sample*. Inclua também a série do índice `iBov` - normalize o `iBov` para começar de 1. Calcule também o retorno médio diário, o desvio padrão diário e o valor final das séries *out-of-sample* para cada portfolio.

Questão 2 Nesta questão vamos comparar a performance de dois modelos: Markowitz (minimizando variância) e CVaR (Slide 58 de Downside Risk) com $\alpha = 5\%$. Em ambos os modelos, utilize 0.01% (0.0001) como retorno mínimo diário e 15% como peso máximo que um ativo qualquer pode ter no portfolio. Para o Markowitz, calcule $\boldsymbol{\mu}$ e $\boldsymbol{\Sigma}$ através dos dados históricos. Para o CVaR, utilize a matriz de retornos *in-sample* como cenários (pela minha resolução foram 249 cenários). Para as séries *out-of-sample* dos dois portfolios:

(a) Plote um gráfico comparativo com a performance dos portfolios (simulando investimento inicial de R$1) e do índice `iBov` normalizado para começar de 1.

(b) Complete a tabela abaixo:

Portfolio	**Retorno esperado**	**Desvio padrão**	**CVaR 5%**	**Sharpe ratio**	**STARR ratio 5%**	**Drawdown máximo**
IBOV						
Markowitz						
CVaR						

[1] https://homepages.dcc.ufmg.br/~arbex/portfolios/marketPortfolio.csv

Questão 3 Nesta questão incluiremos aspectos práticos nos portfolios, fazendo uma simulação mais realista. Escolha o modelo de seleção de portfolios que quiser. Faça rebalanceamento a cada 5 dias com recálculo de estratégia, ou seja, resolvendo o modelo novamente para ter uma nova solução. Utilize como período *in-sample* uma janela deslizante do mesmo tamanho dos dados *in-sample* originais. Inclua também as seguintes restrições no modelo de otimização:

- Peso máximo de 10% por ativo.
- Se o ativo for escolhido, peso mínimo de 0.5%.
- Turnover máximo de 30% por rebalanceamento.
- Após escolher os pesos ótimos, simule as compras e vendas a partir do modelo que minimiza custos de transação (Slide 32 de Simulação). Você pode escolher como investimento inicial o valor que quiser (ex.: R$500 mil).
- Se estiver animado, restrinja as compras e vendas para serem sempre em lotes de 100 (substituindo o modelo do Slide 32 pelo do Slide 61).

Plote o gráfico de performance do seu portfolio, e calcule algumas métricas de performance. Você pode, se quiser, experimentar com diferentes parâmetros para as restrições acima e ver como afetam a performance do portfolio.

Desafio Considere o modelo de otimização abaixo. O modelo assume, para cada ativo i, um portfolio atual composto por X_i ações e proporções desejadas w_i^*, encontradas previamente, indicando como devemos dividir o novo portfolio. Considere também P_i como o preço atual de i e f como o custo aplicado a cada transação e expresso como uma porcentagem do valor negociado.

O modelo utiliza variáveis x_i indicando quantas ações de i teremos após as negociações e G_i indicando o valor financeiro gasto para alterarmos a composição de i de X_i para x_i ações. Este modelo garante que gastaremos o mínimo possível nestes custos.

$$
\begin{array}{lrcll}
\min & \multicolumn{3}{l}{\displaystyle\sum_{i=1}^{N} G_i} & \\
\text{sujeito a} & P_i x_i & = & w_i^* \left(\displaystyle\sum_{i=1}^{N} X_i P_i - \sum_{j=1}^{N} G_j \right) & i = 1, \ldots, N \\
& G_i & \geq & (x_i - X_i) P_i f & i = 1, \ldots, N \\
& G_i & \geq & (X_i - x_i) P_i f & i = 1, \ldots, N
\end{array}
$$

O modelo inclui apenas custos variáveis (uma porcentagem do valor a ser negociado). Considere que, além do custo variável, temos um custo fixo h, expresso em moeda, a ser aplicado a cada negociação. Este valor é independente do tamanho da negociação. Altere o modelo acima para que inclua o custo fixo.