

UM ESTUDO SOBRE O MODELO DE MARKOWITZ

Aluno: Daniel dos Santos Marques
Orientador: Eduardo Sany Laber

Introdução

Foi feito um estudo da aplicação do modelo de Markowitz, modelo esse que serve de base para a Teoria de Portfolio Moderna [2], onde se busca a melhor composição de ativos satisfazendo restrições de retorno sob o menor risco possível. Também foram vistos métodos de Aprendizado de Máquina para captação de padrões e melhor estimativa dos retornos dos ativos. Estas estimativas foram então utilizadas em conjunto com o modelo de Markowitz.

Objetivos

Estudar a aplicação da Teoria de Portfolio Moderna em ativos da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BMF) assim como estudar métodos de Aprendizado de Máquina e sua possível utilização em conjunto com o modelo de Markowitz. Além disso, tivemos como objetivo estudar ferramentas computacionais utilizadas nas áreas de otimização e aprendizado de máquina

Metodologia

O Modelo de Markowitz pode ser escrito matematicamente como um problema de programação quadrática, onde deseja-se minimizar uma função de risco sob restrição de retorno, sendo a variável de decisão a quantia a ser alocada em cada ativo. Nesse modelo diz-se que o risco de uma ação é a variância de seu retorno diário. É medido também a correlação entre dois ativos e diz-se que ela equivale a covariância entre os retornos diários dos papéis. Pares de ações altamente correlacionados geram risco maior.

É necessário também calcular estimativas para os retornos de cada ativo. Existem muitas formas de fazer isto, um exemplo bastante simples é calcular a média aritmética dos últimos retornos de uma ação. Outras opções são a média geométrica, média móvel dos últimos k retornos (onde k é decidido pelo usuário).

Uma tecnologia mais sofisticada para o problema de estimação de retorno é a tecnologia de Aprendizado de Máquina. Pode-se encarar a tarefa de estimação de retorno como uma tarefa de classificação, tarefa que é amplamente estudada na área de aprendizado de máquina [1]. Decidimos pela utilização das árvores de decisão como método de classificação devido a sua eficiência computacional e a facilidade de interpretação dos modelos produzidos.

Como a implementação de árvores de decisão pode ser muito complexa e não fazia parte do objetivo do projeto procuramos um software para auxiliar na tarefa. O programa escolhido foi o Weka [3], nele tem-se acesso a vários algoritmos de árvore de decisão onde é possível escolher qual deles melhor se adequa ao problema. O tipo de árvore escolhido foi o J48 pois apresentou bons resultados e se adequa bem ao problema proposto.

Em posse dos modelos acima descritos, foi possível criar um ambiente computacional para aplicar a teoria em dados da Bolsa de Valores. Utilizando o software Matlab foi possível criar um sistema capaz de capturar os dados previamente obtidos da Bovespa, aplicar o Modelo de Markowitz durante um período de tempo, e observar os resultados.

Um dos motivos para a escolha do Matlab foi sua fácil integração com outros programas como Weka, e a sua enorme gama de aplicações. Nele é possível trabalhar com programação

quadrática e aprendizado de máquina em um mesmo pacote, tornando assim mais simples e rápida a construção do sistema.

No entanto, alguns problemas surgiram durante a execução dos testes. O principal foi o alto tempo computacional necessário para fazer as simulações. Para resolver esse problema foi utilizado o software Mosek[4]. Este programa foi decisivo para a conclusão dos testes pois ele se acopla facilmente ao sistema em Matlab e é capaz de resolver problemas de programação quadrática muito rapidamente.

Para medir a qualidade dos modelos utilizados e fazer uma comparação entre eles foram utilizados diversas métricas. As principais foram o retorno total obtido, a variância do patrimônio durante o período de teste, drawdown, eficiência das aplicações entre outros. A eficiência de um modelo foi medida dividindo o volume de dinheiro movimentado diariamente pelo retorno total. Desta forma foi possível observar quais modelos tinham maior retorno por real investido.

Conclusões

O estudo da Teoria de Portfolio Moderna proporcionou um maior entendimento de vários aspectos do mercado financeiro como a gerência de portfolios e do próprio funcionamento da bolsa de valores. Além disso, o estudo desta teoria permitiu que o aluno se familiarizasse com técnicas de programação quadrática e os métodos de estimativa de retorno que utilizavam médias aritméticas e geométricas.

As aplicações de Aprendizado de Máquina revelaram uma área antes desconhecida pelo aluno porém de grande importância em vários problemas. Sua utilização no modelo de Markowitz apresenta bons resultados e aparenta ser uma boa forma de resolver problemas clássicos de estimativa de retorno.

O desenvolvimento do sistema permitiu que o aluno pudesse ter contato com softwares importantes para aplicações em engenharia e finanças. A simulação do mercado foi essencial para melhor entendimento da Bolsa de Valores.

Referências

1 - TAN, Pang-Ning, STEINBACH, Michael e KUMAR, Vipin. **Introduction to Data Mining**. Addison Wesley, 2006.

2 – ELTON, Edwin, GRUBER, Martin, Brown, Stephen e Goetzmann, William. **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis** 5 ed. New York: Wiley, 1995.

3- www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/

4-www.mosek.com/