

Resumen del Artículo: Portfolio Optimization – A Comparative Study

Javier Horacio Pérez Ricárdez

8 de octubre del 2024

El artículo titulado “**Optimización de Portafolios – Un Estudio Comparativo**” se enfoca en comparar tres métodos diferentes de optimización de portafolios: **Portafolio de Media-Varianza (MVP)**, **Paridad de Riesgo Jerárquica (HRP)**, y un **portafolio basado en Autoencoders**. Estos métodos se aplican a datos históricos de precios de acciones del índice de la Bolsa Nacional de Valores (NSE) de India, cubriendo varios sectores.

1. Secciones clave y conceptos

1.1. Optimización de Portafolios

El objetivo central es crear un portafolio de inversión que equilibre el riesgo y el retorno, es decir, que busque maximizar las ganancias mientras minimiza los riesgos. Los tres enfoques de optimización comparados en este estudio se aplican a acciones de 10 sectores, como energía, materias primas, manufactura, etc.

1.2. Métodos de Optimización

- **Portafolio de Media-Varianza (MVP)**: Este es un método tradicional propuesto por Markowitz, que utiliza la matriz de covarianza de los retornos de las acciones para minimizar el riesgo. Se centra en encontrar la mejor asignación de activos (acciones) para lograr el mayor retorno ajustado por riesgo, generalmente medido con el *Ratio de Sharpe*.
- **Paridad de Riesgo Jerárquica (HRP)**: Un método más avanzado que agrupa acciones en clústeres y asigna el peso inversamente proporcional a su riesgo, sin necesidad de invertir la matriz de covarianza (una limitación del MVP). Utiliza conceptos de teoría de grafos y aprendizaje automático.
- **Portafolio basado en Autoencoders**: Este es un enfoque de aprendizaje automático que utiliza un autoencoder (un tipo de red neuronal) para identificar características clave a partir de precios históricos de acciones y asigna pesos a las acciones según estas características. Este método de aprendizaje no supervisado puede comprimir datos y reconstruirlos eficientemente, lo que conduce a un diseño de portafolio compacto y efectivo.

1.3. Datos y Metodología

El estudio utiliza datos de acciones desde el 1 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2021 para entrenar los modelos, y prueba los portafolios con datos del año 2022. El método de **media-varianza** calcula los retornos esperados, riesgos y covarianzas, mientras que **HRP** agrupa acciones y ajusta los pesos utilizando una matriz de covarianza cuasi-diagonal. El **autoencoder** aprende patrones de los datos de acciones y asigna pesos basados en la extracción de características.

1.4. Evaluación del Desempeño

El desempeño de cada portafolio se analiza en función de los **retornos anuales**, la **volatilidad** y el **Ratio de Sharpe**. El **MVP** generalmente rinde bien en términos de retornos ajustados por riesgo (Ratio de Sharpe), mientras que los portafolios basados en **autoencoder** suelen proporcionar los retornos anuales más altos, aunque con mayor volatilidad. **HRP** ofrece un balance entre riesgo y retorno.

2. Conclusión

El estudio concluye que los diferentes métodos de optimización de portafolios funcionan mejor dependiendo del objetivo del inversor. Para obtener **mayores retornos**, el **portafolio basado en autoencoders** es la mejor opción. Sin embargo, para inversores que priorizan los **retornos ajustados por riesgo**, el **portafolio de media-varianza** es superior.

3. Sectores y sus Tickers

A continuación se presentan los sectores y los *tickers* de las acciones utilizadas en el estudio para comparar los tres métodos de optimización de portafolios.

3.1. Sector de Commodities (Materias Primas)

- Reliance Industries (RELIANCE)
- UltraTech Cement (ULTRACEMCO)
- Tata Steel (TATASTEEL)
- NTPC (NTPC)
- JSW Steel (JSWSTEEL)
- Oil & Natural Gas Corporation (ONGC)
- Grasim Industries (GRASIM)
- Hindalco Industries (HINDALCO)
- Coal India (COALINDIA)
- UPL (UPL)

3.2. Sector de Energía

- Reliance Industries (RELIANCE)
- NTPC (NTPC)
- Power Grid Corporation of India (POWERGRID)
- Oil & Natural Gas Corporation (ONGC)
- Tata Power Company (TATAPOWER)
- Bharat Petroleum Corporation (BPCL)
- Indian Oil Corporation (IOC)
- GAIL India (GAIL)
- Adani Transmission (ADANITRANS)
- Adani Green Energy (ADANIGREEN)

3.3. Sector de Manufactura

- Sun Pharmaceuticals Industries (SUNPHARMA)
- Reliance Industries (RELIANCE)
- Mahindra & Mahindra (M&M)
- Tata Steel (TATASTEEL)
- Maruti Suzuki (MARUTI)
- JSW Steel (JSWSTEEL)
- Hindalco Industries (HINDALCO)
- Tata Motors (TATAMOTORS)
- Dr. Reddy's Laboratories (DRREDDY)
- Cipla (CIPLA)

3.4. Sector de Servicios

- HDFC Bank (HDFCBANK)
- ICICI Bank (ICICIBANK)
- Infosys (INFY)
- Housing Development Finance Corporation (HDFC)
- Tata Consultancy Services (TCS)
- Kotak Mahindra Bank (KOTAKBANK)
- Axis Bank (AXISBANK)
- State Bank of India (SBIN)
- Bharti Airtel (BHARTIARTL)
- Bajaj Finance (BAJFINANCE)

3.5. Sector de MNC (Multinacionales)

- Maruti Suzuki (MARUTI)
- Hindustan Unilever (HINDUNILVR)
- Nestle India (NESTLEIND)
- Britannia Industries (BRITANNIA)
- Vedanta (VEDL)
- Siemens (SIEMENS)
- Ambuja Cements (AMBUJACEM)
- United Spirits (MCDOWELL-N)
- Cummins India (CUMMINSIND)
- Ashok Leyland (ASHOKLEY)

3.6. Sector de Transporte y Logística

- Mahindra & Mahindra (M&M)
- Maruti Suzuki (MARUTI)
- Tata Motors (TATAMOTORS)
- Adani Ports and Special Economic Zone (ADANI PORTS)
- Eicher Motors (EICHERMOT)
- Bajaj Auto (BAJAJ-AUTO)
- Hero MotoCorp (HEROMOTOCO)
- Tube Investments of India (TIINDIA)
- TVS Motor Company (TVSMOTOR)
- Ashok Leyland (ASHOKLEY)

3.7. Sector de Infraestructura

- Reliance Industries (RELIANCE)
- Larsen & Toubro (LT)
- Bharti Airtel (BHARTIARTL)
- UltraTech Cement (ULTRACEMCO)
- NTPC (NTPC)
- Power Grid Corporation of India (POWERGRID)
- Oil & Natural Gas Corporation (ONGC)
- Grasim Industries (GRASIM)
- Apollo Hospitals Enterprise (APOLLOHOSP)
- Adani Ports and Special Economic Zone (ADANI PORTS)

3.8. Sector de Vivienda

- Larsen & Toubro (LT)
- Asian Paints (ASIANPAINT)
- HDFC Bank (HDFCBANK)
- ICICI Bank (ICICIBANK)
- UltraTech Cement (ULTRACEMCO)
- Tata Steel (TATASTEEL)
- NTPC (NTPC)
- Housing Development Finance Corporation (HDFC)
- JSW Steel (JSWSTEEL)
- Grasim Industries (GRASIM)

3.9. Sector de Consumo

- ITC (ITC)
- Hindustan Unilever (HINDUNILVR)
- Bharti Airtel (BHARTIARTL)
- Asian Paints (ASIANPAINT)
- Mahindra & Mahindra (M&M)
- Maruti Suzuki (MARUTI)
- Titan Company (TITAN)
- Nestle India (NESTLEIND)
- Britannia Industries (BRITANNIA)
- Avenue Supermarts (DMART)

3.10. Sector NIFTY 100 ESG (Ambiental, Social y Gobernanza)

- Infosys (INFY)
- Tata Consultancy Services (TCS)
- Housing Development Finance Corporation (HDFC)
- HCL Technologies (HCLTECH)
- ICICI Bank (ICICIBANK)
- Bharti Airtel (BHARTIARTL)
- Tech Mahindra (TECHM)
- Kotak Mahindra Bank (KOTAKBANK)
- Bajaj Finance (BAJFINANCE)
- Titan Company (TITAN)

Optimización de Portafolios usando Media-Varianza (MVP)

Javier Horacio Pérez Ricárdez

7 de octubre del 2024

1. Introducción

Este documento describe el proceso de optimización de portafolios utilizando el modelo de Media-Varianza (MVP).

2. Paso 1: Selección de Tickers y Fechas

En este paso, se seleccionan los activos financieros (tickers) y el rango de fechas para obtener datos históricos.

2.1. Títulos seleccionados

Los tickers disponibles son:

- RELIANCE.NS
- ULTRACEMCO.NS
- TATASTEEL.NS
- NTPC.NS
- JSWSTEEL.NS
- ONGC.NS
- GRASIM.NS
- HINDALCO.NS
- COALINDIA.NS
- UPL.NS

3. Paso 2: Obtención de Datos

Se descargan los precios ajustados de los activos seleccionados desde Yahoo Finance. A partir de estos precios, se calculan los rendimientos logarítmicos diarios, la matriz de covarianza y la matriz de correlaciones.

3.1. Rendimientos Logarítmicos

Los rendimientos logarítmicos se calculan utilizando la siguiente fórmula:

$$R_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

donde:

- R_t es el rendimiento logarítmico en el tiempo t .
- P_t es el precio ajustado en el tiempo t .
- P_{t-1} es el precio ajustado en el tiempo $t - 1$.

3.2. Matriz de Covarianza

La matriz de covarianza se calcula como:

$$\Sigma = \text{cov}(R) \quad (2)$$

donde R es la matriz de rendimientos logarítmicos.

3.3. Matriz de Correlaciones

La matriz de correlaciones se calcula como:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

donde:

- $\text{cov}(R_i, R_j)$ es la covarianza entre los rendimientos de los activos i y j .
- σ_i y σ_j son las desviaciones estándar de los rendimientos de los activos i y j , respectivamente.

4. Paso 3: Optimización del Portafolio

La optimización del portafolio se realiza para maximizar el rendimiento esperado del portafolio para un nivel de riesgo (volatilidad) dado.

4.1. Modelo Matemático de Optimización

El problema de optimización puede ser formulado como sigue:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar} \quad \mu^T w - \frac{\lambda}{2} w^T \Sigma w \\ &\text{Sujeto a} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ &\quad \quad \quad w_i \geq 0 \quad \forall i \end{aligned}$$

donde:

- w es el vector de pesos del portafolio.
- μ es el vector de rendimientos esperados de los activos.
- Σ es la matriz de covarianza de los rendimientos de los activos.

- λ es el coeficiente de aversión al riesgo.
- n es el número total de activos en el portafolio.

El objetivo es maximizar el rendimiento esperado del portafolio, ajustado por el riesgo representado por la varianza (o volatilidad) del portafolio.

4.2. Cálculo del Rendimiento y Riesgo del Portafolio

El rendimiento del portafolio se calcula como:

$$\text{Rendimiento del Portafolio} = \sum_{i=1}^n w_i R_i \quad (4)$$

donde:

- w_i es el peso del activo i .
- R_i es el rendimiento del activo i .

4.3. Cálculo de la Volatilidad del Portafolio

La volatilidad del portafolio se calcula como:

$$\text{Volatilidad del Portafolio} = \sqrt{w^T \Sigma w} \quad (5)$$

donde w es el vector de pesos del portafolio y Σ es la matriz de covarianza.

4.4. Ratio de Sharpe

El Ratio de Sharpe se calcula como:

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\text{Rendimiento del Portafolio} - r_f}{\text{Volatilidad del Portafolio}} \quad (6)$$

donde r_f es la tasa libre de riesgo.

5. Paso 4: Pesos del Portafolio Óptimo

Se presentan los pesos finales calculados para cada activo, que se utilizarán en el portafolio optimizado.

6. Paso 5: Prueba del Portafolio con Datos de 2022

Se descarga la información de los activos para el año 2022 y se calcula el rendimiento del portafolio optimizado utilizando los pesos finales.

6.1. Rendimiento del Portafolio

El rendimiento del portafolio en 2022 se calcula utilizando la misma fórmula mencionada anteriormente.

Optimización de Portafolios usando Paridad de Riesgo Jerárquica (HRP)

Javier Horacio Pérez Ricárdez

5 de octubre del 2024

1. Introducción

Este documento detalla el proceso de optimización de portafolios utilizando la Paridad de Riesgo Jerárquica (HRP). A continuación, se describen los seis pasos implementados en el código.

2. Paso 1: Selección de Tickers y Fechas

En este paso, se seleccionan los activos financieros (tickers) y el rango de fechas para obtener datos históricos.

3. Paso 2: Obtención de Datos

Se descargan los precios ajustados de los activos seleccionados desde Yahoo Finance. A partir de estos precios, se calculan los rendimientos logarítmicos diarios, la matriz de covarianza y la matriz de correlaciones.

3.1. Rendimientos Logarítmicos

Los rendimientos logarítmicos se calculan usando la siguiente fórmula:

$$R_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

donde:

- R_t es el rendimiento logarítmico en el tiempo t ,
- P_t es el precio ajustado en el tiempo t ,
- P_{t-1} es el precio ajustado en el tiempo $t - 1$.

3.2. Matriz de Covarianza

La matriz de covarianza se calcula como:

$$\Sigma = \text{cov}(R)$$

donde R es la matriz de rendimientos logarítmicos.

3.3. Matriz de Correlaciones

La matriz de correlaciones se calcula como:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

donde:

- $\text{cov}(R_i, R_j)$ es la covarianza entre los rendimientos de los activos i y j ,
- σ_i y σ_j son las desviaciones estándar de los rendimientos de los activos i y j , respectivamente.

4. Paso 3: Agrupamiento Jerárquico

Se realiza un agrupamiento jerárquico utilizando la distancia de correlación (1 - correlación) para agrupar los activos. Se utiliza el método de Ward para crear un dendrograma.

4.1. Distancia de Correlación

La distancia de correlación se calcula como:

$$d_{ij} = 1 - \rho_{ij}$$

donde ρ_{ij} es la correlación entre los activos i y j .

5. Paso 4: Asignación Recursiva de Pesos

Se agrupan los activos en clústeres y se asignan pesos a cada clúster en función de la varianza de los activos dentro de ese clúster.

5.1. Cálculo de Pesos por Clúster

Los pesos de los clústeres se calculan como:

$$w_c = \frac{V_c}{V_{\text{total}}}$$

donde:

- w_c es el peso del clúster c ,
- $V_c = \sum_{i \in c} \sigma_i^{-1}$ es la suma de las inversas de las varianzas de los activos en el clúster c ,
- $V_{\text{total}} = \sum_c V_c$ es la suma total de las varianzas inversas.

5.2. Asignación de Pesos a Activos

Los pesos de los activos dentro de cada clúster se calculan como:

$$w_i = w_c \cdot \frac{\sigma_i^{-1}}{V_c}$$

donde:

- w_i es el peso del activo i ,
- w_c es el peso del clúster al que pertenece i ,
- σ_i es la desviación estándar del activo i ,
- V_c es la suma de las inversas de las varianzas de los activos en el clúster c .

6. Paso 5: Pesos del Portafolio Optimizado

Se presentan los pesos finales calculados para cada activo, que se utilizarán en el portafolio optimizado.

7. Paso 6: Prueba del Portafolio con Datos de 2022

Se descarga la información de los activos para el año 2022 y se calcula el rendimiento del portafolio optimizado utilizando los pesos finales.

7.1. Rendimiento del Portafolio

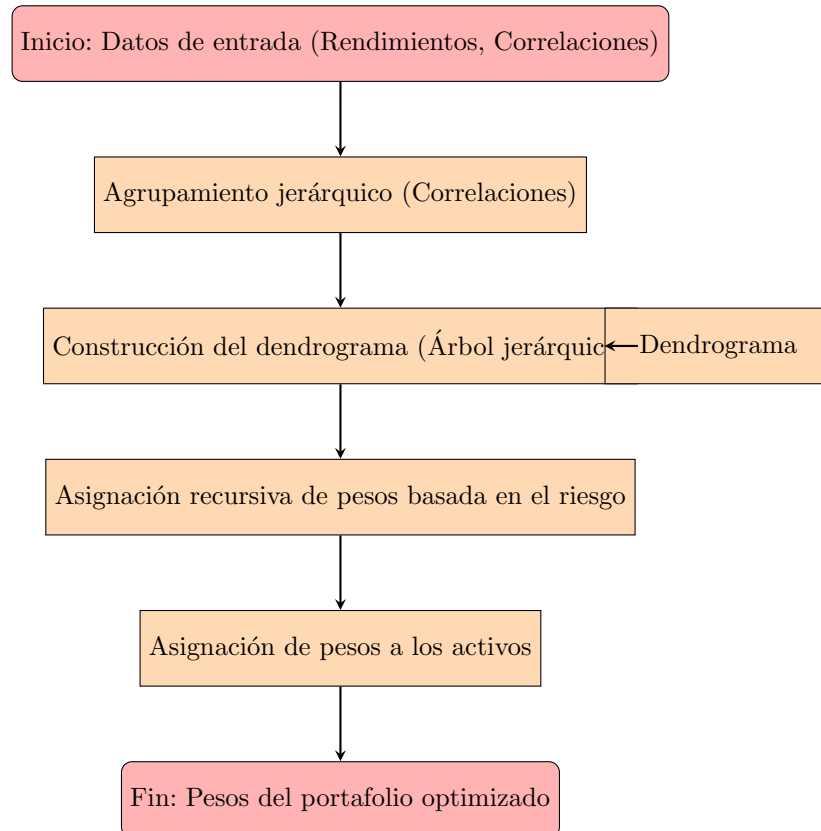
El rendimiento del portafolio se calcula como:

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i$$

donde:

- R_p es el rendimiento del portafolio,
- w_i es el peso del activo i ,
- R_i es el rendimiento del activo i ,
- n es el número total de activos en el portafolio.

7.2. Diagrama utilizado para: Optimización de Portafolios usando Paridad de Riesgo Jerárquica (HRP)



Referencias

- [1] Mikel Mercader Pérez, 2021. Hierarchical Risk Parity: Portfolio Optimization. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. Pág 9-10 / 13-38. [Acceso al documento](#)