Curso. “Aplicaciones de Inteligencia Artificial para Gestión de Portafolios”

Instructores: Jorge Esteban Camargo Forero y Antonio Candia Torres.

Iteraciones: Algoritmo de Hierarchical Risk Parity.

1. **Inicialización.**
2. Configurar un conjunto de conjuntos donde llamado , inicialmente estará conformando por solo un conjunto que contiene todos los activos desde el 1 hasta el N .
3. Asumir un peso unitario para cada activo:
4. **Verificar Detención.**

Si cada subconjunto de L , tiene solo un elemento (, entonces detener las iteraciones del algoritmo.

1. **Bisección.**

Para cada subconjunto de que tiene más de un elemento proceder con los siguientes pasos.

1. Realizar la bisección de en dos conjuntos: , donde |, y el orden se preserva.
2. Definir la varianza del subconjunto con la siguiente formula cuadrática:

Donde los pesos se obtienen solucionando el problema de ‘Inverse Variance Portfolio’.

El cual se puede expresar en notación matricial empleando los siguientes operadores.

Donde el operador de traza lo definimos de la siguiente manera, para una matriz:

1. Computamos el factor de reponderación para los pesos del portafolio de la siguiente manera:

De tal manera que

1. Re-escalar entonces los pesos por los factores de reponderación que obtuvimos en el inciso C .
2. Re-escalar entonces los pesos por los factores de reponderación que obtuvimos en el inciso C .
3. Repetir en ‘loop’ el paso 2.

DESARROLLO:

1. INICIALIZACIÓN
   1. CONFIGURAR CONJUNTO

Trabajamos con N activos.

Activos = {‘Tes. 0-1’, ‘Tes. 1-5’, ‘Tes. 5-10’, ‘TIPS 1-5’, ‘Corp. 1-5’, ‘SSA’}

Por facilidad en la notación usemos la siguiente notación:

{‘1’, ‘2’, ‘3’, ‘4’, ‘5’, ‘6’, ‘7’}

* 1. INICIALIZAR LOS PESOS DEL PORTAFOLIO:

Trabajamos con N activos.

Activos = {‘Tes. 0-1’, ‘Tes. 1-5’, ‘Tes. 5-10’, ‘TIPS 1-5’, ‘Corp. 0-1’, ‘Corp. 1-5’, ‘SSA’}

Matriz de Covarianzas Original

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tes. 0-1 | Tes. 1-5 | TIPS 1-5 | Corp 1-5 | SSA | MBS |
| Tes. 0-1 | 8.8E-06 | 3.9E-05 | 3.1E-05 | 2.9E-05 | 3.7E-05 | 4.2E-05 |
| Tes. 1-5 | 3.9E-05 | 4.4E-04 | 3.8E-04 | 4.0E-04 | 4.1E-04 | 6.1E-04 |
| TIPS 1-5 | 3.1E-05 | 3.8E-04 | 7.4E-04 | 4.4E-04 | 3.6E-04 | 6.0E-04 |
| Corp 1-5 | 2.9E-05 | 4.0E-04 | 4.4E-04 | 6.0E-04 | 3.8E-04 | 6.4E-04 |
| SSA | 3.7E-05 | 4.1E-04 | 3.6E-04 | 3.8E-04 | 4.0E-04 | 5.7E-04 |
| MBS | 4.2E-05 | 6.1E-04 | 6.0E-04 | 6.4E-04 | 5.7E-04 | 1.4E-03 |

Matriz de Covarianzas Reordenada.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tes. 0-1 | TIPS 1-5 | MBS | Corp 1-5 | Tes. 1-5 | SSA |
| Tes. 0-1 | 8.8E-06 | 3.9E-05 | 3.1E-05 | 2.9E-05 | 3.7E-05 | 4.2E-05 |
| TIPS 1-5 | 3.9E-05 | 4.4E-04 | 3.8E-04 | 4.0E-04 | 4.1E-04 | 6.1E-04 |
| MBS | 3.1E-05 | 3.8E-04 | 7.4E-04 | 4.4E-04 | 3.6E-04 | 6.0E-04 |
| Corp 1-5 | 2.9E-05 | 4.0E-04 | 4.4E-04 | 6.0E-04 | 3.8E-04 | 6.4E-04 |
| Tes. 1-5 | 3.7E-05 | 4.1E-04 | 3.6E-04 | 3.8E-04 | 4.0E-04 | 5.7E-04 |
| SSA | 4.2E-05 | 6.1E-04 | 6.0E-04 | 6.4E-04 | 5.7E-04 | 1.4E-03 |

### ITERACIÓN 0 ###

1. VERIFICAR DETENCIÓN.

Verificamos que el algoritmo no se detenga esto implica revisar que halla al menos un conjunto con más de un elemento.

Como todavía hay al menos un elemento procedemos con la iteración del algoritmo.

1. Bisección.

Para cada subconjunto que tiene más de un elemento proceder con los siguientes pasos.

1. Bisección de en dos conjuntos

Luego de usar estos dos

En Python por como esta programado la función de Integer el orden en el que se acabe formando el algoritmo va a depender de la magnitud del entero.

Si son cinco activos en el grupo se acaba redondeando al menor entero (5/2 redondea a 2) de la misma manera que (7/2 redondea a 3) en Python list[:3] significa los primero tres elementos por lo que la lista final queda de la forma:

Procedemos entonces con la bisección de los elementos de acuerdo con la formula

De esta manera procedemos entonces a computar las formas cuadráticas para los sets que tenemos, la matriz de varianzas y covarianzas en puntos básicos es la siguiente:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tes. 0-1 | Tes. 1-5 | TIPS 1-5 | Corp 1-5 | SSA | MBS |
| Tes. 0-1 | 8.83E-06 | 3.93E-05 | 3.10E-05 | 2.94E-05 | 3.73E-05 | 4.21E-05 |
| Tes. 1-5 | 3.93E-05 | 0.000437 | 0.000376 | 0.000399 | 0.000408 | 0.000607 |
| TIPS 1-5 | 3.10E-05 | 0.000376 | 0.000737 | 0.000436 | 0.00036 | 0.000598 |
| Corp 1-5 | 2.94E-05 | 0.000399 | 0.000436 | 0.000596 | 0.000384 | 0.000643 |
| SSA | 3.73E-05 | 0.000408 | 0.00036 | 0.000384 | 0.000403 | 0.000565 |
| MBS | 4.21E-05 | 0.000607 | 0.000598 | 0.000643 | 0.000565 | 0.001429 |

Obtenemos entonces los pesos de las variables resolviendo el problema de *inverse variance portfolio* para la primera partición:

Obtenemos los de las variables resolviendo el problema de *inverse variance portfolio* para la segunda partición.

Encontramos entonces los pesos óptimos para las variables:

Tenemos entonces que definir las siguientes matrices definidas para cada conjunto :

D. Responderar los pesos de acuerdo a los factores de reponderación obtenidos.

# ITERACIÓN 2

2. VERIFICAR DETENECIÓN.

Como podemos verificar la magnitud de la norma de los conjuntos es superior a 1.

3. BISECCIÓN:

En este caso ya hay más de un subconjunto por lo que es necesario aplicar las iteraciones sobre cada subconjunto:

Bisección subconjunto: . Se aplica la bisección sobre el conjunto aplicando la siguiente bisección: . La varianza del subconjunto es simplemente la varianza del activo de tesoros 0-1: . La varianza del subconjunto la obtenemos resolviendo el problema del ‘Inverse Variance Portfolio’ para obtener los pesos de ambas clases de activos: . Con estos pesos obtenemos una varianza de 0.0007545. Podemos entonces finalmente obtener los factores de reponderación con estas varianzas.

Bisección subconjunto: . Se aplica la bisección sobre el conjunto aplicando la siguiente bisección: . La varianza del subconjunto de 3 es

Actualizamos los pesos con los factores de reponderación encontrados.

Note que ya hemos llegado a los pesos finales del algoritmo.

# ITERACIÓN 3

2. VERIFICAR DETENCIÓN.

Como podemos verificar la magnitud de la norma de los conjuntos es superior a 1. Por ende, el algoritmo todavía no se detiene.

3. BISECCIÓN.

En este caso ya hay más de un subconjunto por lo que es necesario aplicar las iteraciones sobre cada subconjunto:

Bisección subconjunto: . La varianza del activo 2 es: 0.62774, mientras que la varianza del activo 5 es: 0.3722592. Obtenemos con estas varianzas los siguientes factores de reponderación: .

Bisección subconjunto: (3,4) obtenemos con estas varianzas los siguientes factores de reponderación: