

Capítulo 4

Etapa de predicción de valores de ganancia de retorno

Para predecir el precio de la ganancia de retorno del siguiente día, $n-1$ valores de retorno son extraídos de la serie de tiempo financiera para que se establezca una señal unidimensional $n-1$

$$\mathbf{x}_T = [R_i, R_{i+1}, \dots, R_{i+n-2}]^T \in \mathbb{R}^{n-1}.$$

Un diccionario truncado $\mathbf{D}_T = [\mathbf{d}_{1T}, \mathbf{d}_{2T}, \dots, \mathbf{d}_{kT}] \in \mathbb{R}^{(n-1)*k}$ es generado proyectando el diccionario aprendido $\mathbf{D} \in \mathbb{R}^{n*k}$ en un espacio de dimensión inferior $(n-1)*k$. Por consiguiente la dimensionalidad de cada átomo inicial $\mathbf{d}_i \in \mathbb{R}^n$ es reducida por uno, donde el nuevo átomo proyectado $\mathbf{d}_{iT} \in \mathbb{R}^{n-1}$ es caracterizado por tener la última entrada del átomo inicial siendo eliminado.

Un átomo proyectado consiste de $(n-1)$ - dimensiones del vector característica $\mathbf{d}_{iT} = [R_i, R_{i+1}, \dots, R_{i+n-2}]^T$.

El diccionario truncado está dado por:

$$\mathbf{D}_T = [\mathbf{d}_{1T}, \mathbf{d}_{2T}, \dots, \mathbf{d}_{kT}] = \begin{bmatrix} R_1 & R_2 & \cdots & R_{\ell-n+1} \\ R_2 & R_3 & \cdots & R_{\ell-n+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{n-1} & R_n & \cdots & R_{\ell-1} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Dado un conjunto de $n-1$ precio diario de valores de retorno, $\mathbf{x}_T = [R_i, R_{i+1}, \dots, R_{i+n-2}]^T \in \mathbb{R}^{n-1}$ su representación esparsiva $\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^k$ sobre el diccionario proyectado \mathbf{D}_T es calculado aplicando el Matching Pursuit.

$$\boldsymbol{\alpha} = \arg \min_{\boldsymbol{\alpha}} \|\mathbf{x}_T - \mathbf{D}_T \boldsymbol{\alpha}\|_2^2 \quad (14)$$

Para predecir el precio del valor de retorno del siguiente día, el código esparsivo $\alpha \in \mathbb{R}^k$ reconstruye $\mathbf{x}_T \in \mathbb{R}^{n-1}$ sobre $\mathbf{D}_T \in \mathbb{R}^{(n-1)*k}$ usado para reconstruir la señal $\mathbf{x} = [R_i, R_{i+1}, \dots, R_{i+n-2}, R_{i+n-1}]^T \in \mathbb{R}^n$ sobre el diccionario entrenado $\mathbf{D} \in \mathbb{R}^{n*k}$ de acuerdo a:

$$\mathbf{x} = \mathbf{D} \alpha \quad (15)$$

Donde la última entrada R_{i+n-1} en \mathbf{x} especifica la predicción del precio del valor de retorno.

Para predecir nuevos valores, el modelo tiene que ser reentrenado para absorber las últimas tendencias del mercado, lo que es un comportamiento intrínseco de predictores financieros. El diccionario es entrenado basado en el proceso de añadir y eliminar de la figura 3 añadiendo nueva información a la secuencia de observación retirando los valores más antiguos para que el sistema se adapte continuamente a las tendencias más recientes del mercado.

El algoritmo que combina el entrenamiento y predicción de un predictor financiero artificial basado en la representación esparsiva sobre el aprendizaje de diccionarios consiste en los siguientes pasos:

Entrada: ℓ (número de días de entrenamiento en la secuencia de observación), n (tamaño de átomos y señales de entrenamiento), k (número de átomos), m (número de señales de entrenamiento por diccionarios de aprendizaje), L (factor esparsivo)

Salida: Valor de retorno estimado para el siguiente día de negociación que viene R_n .

Loop: para cada día de entrenamiento.

Inicialización del diccionario: se obtiene a partir de una secuencia de observación $\mathbf{d}_i \in \mathbb{R}^n; i = 1, \dots, k$.

Extracción de las señales de entrenamiento: se obtiene desde la secuencia de observación

$\mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^n; i = 1, \dots, m.$

- *Aprendizaje: Optimización del conjunto de átomos $\mathbf{d}_i \in \mathbb{R}^n; i = 1, \dots, k$ aplicando K-SVD.*
- *Proyección: Proyectar cada átomo en una dimensión inferior para eliminar su última entrada $\mathbf{d}_{T_i} \in \mathbb{R}^{n-1}; i = 1, \dots, k.$*
- *Código esparsivo: Calcula el código esparsivo $\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^k$ de un vector característica $\mathbf{x}_T \in \mathbb{R}^{n-1}$, que contiene n-1 precios de valores de retorno sobre el diccionario proyectado.*
- *Reconstrucción esparsiva: Usa el código esparsivo $\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^k$ para la reconstrucción de un vector característica en una dimensión más grande $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ sobre el diccionario óptimo \mathbf{D} de acuerdo a $\mathbf{x} = \mathbf{D} \boldsymbol{\alpha}.$*
- *Predicción: La última entrada de la señal reconstruida \mathbf{x} da el valor predicho.*