

ANTEPROYECTO FIN DE CARRERA

TÍTULO:	Plataforma de inversión bursátil con fines de investigación: adquisición de datos, creación y simulación de estrategias, optimización de parámetros y generación de resultados
TÍTULO (EN):	Stock investment platform for research purposes: data acquisition, creation and simulation of strategies, parameter optimization, and generation of results
DEPARTAMENTO:	Lenguajes y Ciencias de la Computación
CENTRO:	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
AUTOR:	Javier Matos Odut
DIRECTOR:	Francisco López Valverde

1. Introducción

El análisis bursátil consiste en el estudio del comportamiento de los mercados financieros y de los valores que lo constituyen. Este análisis aporta información relevante para la toma de decisiones en un escenario de incertidumbre. Dentro del análisis bursátil existen diferentes perspectivas que permiten estudiar el comportamiento de los mercados:

Análisis fundamental de las empresas que implica analizar su situación financiera, su solidez y ventaja competitiva además de conocer a sus competidores y mercados. Este tipo de análisis se basa en factores subjetivos y requiere de un analista experimentado.

Análisis técnico que a partir de ciertas suposiciones estudia la situación del mercado. Basa su análisis en la información facilitada por el precio de la acción, el volumen de operaciones por unidad de tiempo y el interés abierto. Se divide en análisis gráfico o chartista y análisis cuantitativo.

Análisis gráfico es una rama del análisis técnico donde la información de entrada da lugar a gráficos representativos. Estos gráficos se utilizan de base para que el analista superponga gráficos adicionales que le ayuden a obtener información sobre la conducta del mercado. Introducen algo más de rigor frente al análisis fundamental aunque sin embargo siguen dependiendo en gran medida de la subjetividad del analista.

Análisis cuantitativo es la otra rama del análisis técnico donde la información de entrada se utiliza para calcular valores concretos a partir de fórmulas bien definidas. Los valores obtenidos en la aplicación de diferentes métodos o fórmulas aportan rigor y eliminan la subjetividad en el análisis. La importancia de este tipo de análisis radica en su afinidad para ser realizado por un software al utilizar métodos objetivos y bien definidos.

Si estas técnicas de análisis son utilizadas de forma correcta aportan información sobre el mercado. Se puede utilizar esta información para intervenir en bolsa por medio de operaciones de compra y venta. El propósito es lograr el mayor beneficio posible considerando un nivel de riesgo aceptable.

En la actualidad es posible encontrar una gran cantidad de aplicaciones software que permiten realizar análisis técnico de mercados financieros: VisualChart, MultiCharts, ProRealTime, MetaTrader... Por lo general estas aplicaciones permiten a los inversores generar y probar el rendimiento de diferentes estrategias con las que empezar a interactuar en el mercado de valores. Están pensadas para usuarios con perfiles provenientes del mundo de la

economía y las finanzas de manera que optan por la facilidad de uso en sacrificio de la flexibilidad y expresividad.

También han apareciendo interfaces de programación de aplicaciones o APIs con las que algunas empresas desarrolladoras de software para finanzas otorgan más libertad a los usuarios avanzados. Este es el caso de MultiCharts SDK o MT4 API de MetaTrader entre otros. El problema está en que estas interfaces son de pago y el entorno al que dan acceso es bastante limitado.

La importancia de herramientas ricas en expresividad para desarrollar estrategias eficientes de inversión es vital. Primero porque permiten estrategias complejas y competitivas; segundo porque permiten implementar métodos de optimización avanzados con los que potenciar las estrategias diseñadas.

El problema de la elección de parámetros para métodos o funciones no se restringe al campo de las finanzas sino que es objeto de estudio en muchas áreas de la ciencia. Poder combinar métodos de inversión eficientes y configuración óptima de parámetros permite obtener mejores resultados. En el mundo financiero mejores resultados suponen la diferencia entre lograr ganancia o tener pérdidas.

El proceso de generar estrategias efectivas de inversión suele ser iterativo. Se ha de elegir la estrategia a aplicar como por ejemplo una basada en un método de análisis cuantitativo. Una vez fijado el método primero se establecen los parámetros para aplicar el método. Luego se realiza una ejecución en un entorno simulado donde se obtienen resultados. Con los resultados obtenidos de la simulación decidimos los cambios pertinentes en los parámetros de entrada con que se ejecuta la estrategia. La Figura 1 muestra el proceso tal y como fue descrito:

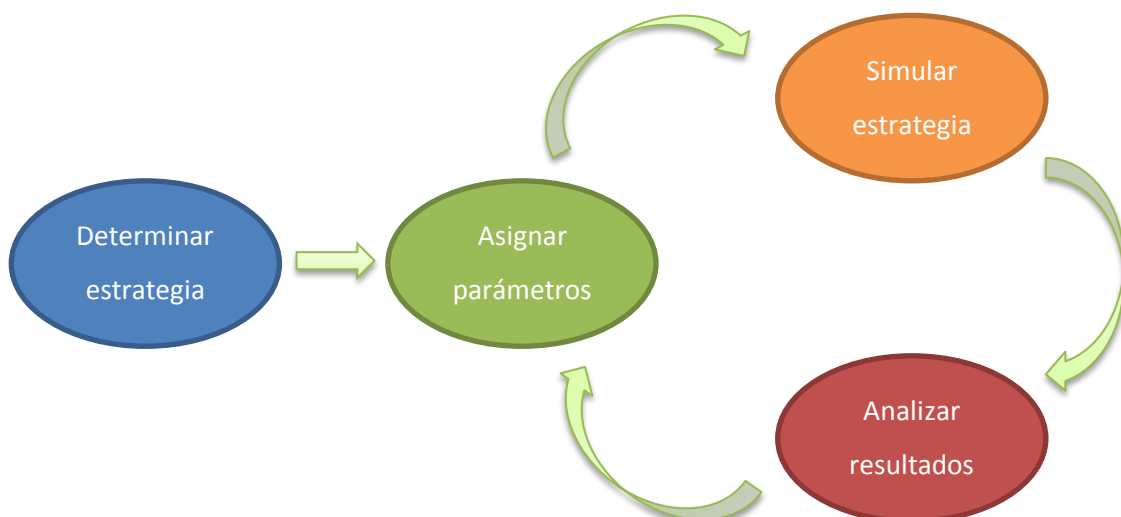


Figura: proceso de generación de estrategias eficientes de inversión

En este proyecto se hará uso de MATLAB para desarrollar un *framework* y una plataforma que permitan diseñar e implementar estrategias de inversión bursátil basadas principalmente en métodos de análisis cuantitativo.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un *framework* implementado en MATLAB para facilitar la programación de estrategias de inversión bursátil. A partir del *framework* se permitirá al usuario diseñar sus propias estrategias. Se pretende generar un producto capaz de cubrir todo el proceso necesario en el desarrollo de estrategias de inversión bursátil: adquisición de datos de cotizaciones bursátiles, creación y optimización de estrategias de inversión, asignación de parámetros, simulación y análisis de resultados.

El *framework* aportará la funcionalidad base requerida con funciones de alto nivel de abstracción. Permitirá al programador centrarse en el diseño e implementación de estrategias de inversión bursátil ignorando la dificultad subyacente de los aspectos específicos. También tendrá que ser extensible y permitir incorporar nueva funcionalidad de forma sencilla. Asimismo aprovechará el hardware sobre el que se ejecuta pudiendo realizar ejecuciones en paralelo de forma transparente al usuario. Concretamente el *framework* proporcionará la siguiente funcionalidad:

- Conectividad con los dos principales proveedores de información de valores bursátiles gratuitos: Yahoo! Finance, Google Finance.
- Conectividad con la herramienta de inversión profesional VisualChart para obtener información de valores bursátiles.
- Representación gráfica interactiva de la información obtenida de los proveedores.
- Creación de estrategias basadas en métodos típicos recogidos en la literatura sobre análisis cuantitativo.
- Creación de estrategias avanzadas basadas en técnicas de inteligencia artificial.
- Generación de señales de compra y venta para intervenir en la bolsa.
- Simulación de estrategias sobre valores reales a partir de datos históricos.
- Representación gráfica interactiva de las posiciones y actuación de las estrategias a partir de datos históricos sobre los que se ejecuta.
- Generación de informes de resultados de la simulación.
- Cálculo de parámetros a partir de métodos de optimización.

3. Metodología de trabajo

Se seguirá la metodología de trabajo del diseño incremental. Consiste en un proceso de desarrollo basado en iteraciones sucesivas que en cada ocasión incrementan la funcionalidad que implementa el software a desarrollar.

Se partirá de la definición del problema así como el conjunto inicial de objetivos a cumplir. En cada iteración del desarrollo se seleccionará un conjunto de funcionalidades concretas cuya implementación permita la consecución de uno o varios objetivos.

4. Fases de trabajo

Cabe recordar que la metodología de trabajo se basará en el diseño incremental.

Existe una serie de objetivos bien definidos en forma de funcionalidad que ha de implementar el *framework* a desarrollar. Lo adecuado para esta situación es establecer un orden de realización de los objetivos y alcanzarlos a través de las sucesivas iteraciones.

Hay dependencia entre los objetivos que se pretenden alcanzar. Es importante prestar atención a las dependencias para ordenar los objetivos de forma adecuada. Por ejemplo, existirán funciones para obtener información bursátil de los proveedores y también otras para representarla. Como es necesario contar con la información antes de poder representarla entonces la funcionalidad de conectar con los proveedores de información ha de ser realizada antes que la funcionalidad de representar la información en forma gráfica.

Se intenta desarrollar un producto para finanzas de manera que para comenzar será necesario familiarizarse con la problemática y la terminología. Es necesario consultar la bibliografía básica referente a análisis cuantitativo.

El producto se desarrollará sobre la plataforma MATLAB que se perfila como una opción adecuada debido a la naturaleza matemática del problema. Será necesario profundizar en esta herramienta y aprender acerca de las *toolboxes* requeridas.

Las **fases previas** al desarrollo estarán relacionadas con el proceso de aprendizaje bien sobre la naturaleza del problema o bien sobre el entorno o herramientas software que se utilizarán. A continuación se mencionan estas fases:

1. Aprender sobre inversión bursátil y técnicas cuantitativas para análisis financiero. Informarse sobre las estrategias de inversión clásicas de la literatura. Entender cómo funcionan los algoritmos que implementan estrategias de inversión bursátil.
2. Introducirse en los aspectos avanzados de MATLAB: estudiar cómo programar utilizando el paradigma de Orientación a Objetos. Aprender a utilizar las diferentes *toolboxes* requeridas en el proyecto: Financial Toolbox, Statistics Toolbox, Optimization Toolbox, Neural Network Toolbox, Parallel Computing Toolbox.

Una vez se cuenten con todas las condiciones necesarias se comenzará el desarrollo del producto en sí. Como se mencionó los objetivos se alcanzarán a través de sucesivas iteraciones a través de las **fases de trabajo** siguiendo una metodología de diseño incremental. Tras un análisis de las dependencias entre funcionalidades de los objetivos se ha establecido el siguiente orden:

1. Plantear el diseño del *framework* para respetar el encapsulamiento, la coherencia y la cohesión. Es importante contar con un buen diseño para que durante el desarrollo en las últimas iteraciones no se tengan problemas a consecuencia de malas decisiones iniciales en el diseño.
 - a. Diseñar un diagrama de clases con las entidades que representarán los objetos del problema. Hacer especial énfasis en la extensibilidad.
 - b. Establecer los métodos e interfaces de las clases que permitirán la interacción entre objetos. Hacer especial énfasis en la genericidad.
 - c. Implementar el diseño intentando favorecer el mecanismo de herencia de clases para facilitar la extensión del *framework*.
2. Conectar y descargar información bursátil desde Yahoo! Finance y Google Finance.
 - a. Analizar el formato en que la información es provista.
 - b. Generar la estructura de datos donde almacenar la información.
 - c. Implementar un sistema de transferencia y conversión adecuado.
3. Conectar y descargar información bursátil desde VisualChart.
 - a. Estudiar las características de la interfaz COM (*Component Object Model*) provista por VisualChart para la adquisición de datos.
 - b. Analizar la manera en que MATLAB puede interactuar con COM.
 - c. Crear una pasarela para comunicar MATLAB con VisualChart vía COM.
 - d. Analizar el formato en que la información es provista.
 - e. Generar la estructura de datos donde almacenar la información.
 - f. Implementar un sistema de transferencia y conversión adecuado.

4. Representación gráfica de la información.
 - a. Producir representaciones similares a las utilizadas en finanzas.
 - b. Agregar interactividad por medio de controles para el desplazamiento y zoom en los gráficos.
 - c. Implementar un sistema de dibujado de gráficos que se extienda de forma sencilla a través del mecanismo de herencia de clases.
5. Creación de estrategias basadas en métodos de análisis cuantitativo.
 - a. Plantear e implementar una jerarquía de clases apropiada para aprovechar las características de la Programación Orientada a Objetos y facilitar la implementación de estrategias utilizando el mecanismo de herencia.
 - b. Implementar las estrategias de inversión basadas en métodos de análisis cuantitativo utilizando el planteamiento de la jerarquía de clases.
 - c. Implementar estrategias combinadas a partir de estrategias simples.
6. Creación de estrategias avanzadas basadas en técnicas de inteligencia artificial.
 - a. Estudiar algunos artículos sobre la aplicación de metaheurísticas y redes neuronales al problema de generar estrategias de inversión bursátil.
 - b. Implementar algunas estrategias de inversión avanzadas basadas en trabajos de investigación.
7. Generación de señales de compra y venta para intervenir en la bolsa.
8. Simulación de estrategias sobre valores reales a partir de datos históricos.
 - a. Estudiar medidas para cuantificar la calidad de una estrategia de inversión.
 - b. Implementar lógica necesaria para someter los datos históricos a la estrategia de inversión.
 - c. Generar gráficos informativos que muestren el comportamiento de la estrategia respecto a los valores de bolsa. Mostrar así por ejemplo la posición que adopta el algoritmo de inversión a lo largo del tiempo.
 - d. Generar gráficos informativos del beneficio/pérdida relativo acumulado en la simulación de la estrategia ante los valores de bolsa.
9. Representación gráfica de las estrategias.
 - a. Diseñar y plantear las diferentes vistas que se van a presentar.
 - b. Agregar interactividad por medio de controles para el desplazamiento y zoom en los gráficos.
 - c. Implementar un sistema de dibujado de gráficos que se extienda de forma sencilla a través del mecanismo de herencia de clases.

- d. Implementar vista del comportamiento de la estrategia respecto a los valores de bolsa mostrando la posición adoptada (compra, venta o fuera de mercado).
 - e. Implementar vista del rendimiento de la estrategia como la curva de beneficio y pérdida obtenida.
 - f. Implementar otras vistas de interés sobre las diferentes estrategias.
10. Generación de informes de resultados de la simulación.
- a. Estudiar e implementar indicadores utilizados en finanzas para medir la destreza de una estrategia para invertir en bolsa: mayor racha de beneficios/pérdidas, beneficio/pérdida media por operación,...
11. Cálculo de parámetros a partir de métodos de optimización.
- a. Diseñar e implementar un mecanismo para incorporar los métodos de optimización en las clases que implementen las estrategias de inversión.
 - b. Diseñar e implementar un mecanismo para incorporar funciones de evaluación de estrategias para cuantificar la aptitud de dicha estrategia.
 - c. Implementar algoritmos de optimización basados en metaheurísticas: algoritmo genético, algoritmo memético, temple simulado...

5. Medios materiales

Para la realización del proyecto se hará uso de las siguientes herramientas y recursos:

- PC compatible
 - Procesador Intel i7 920 con 8 cauces de ejecución simultáneos
 - 4 GB de memoria principal
- Conexión a Internet
- Sistema operativo Microsoft Windows 7
- Software de desarrollo MATLAB R2010b
 - Financial Toolbox
 - Statistics Toolbox
 - Optimization Toolbox
 - Neural Network Toolbox
 - Parallel Computing Toolbox

6. Bibliografía consultada

- [1] John J. Murphy. *Análisis Técnico de los Mercados Financieros*. Ediciones Gestión, 2000.
- [2] David Leinweber. *Nerds on Wall Street ~ Math, Machines and Wired Markets*. John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [3] Daniel Fernández Gómez. *Estrategias de inversión bursátil basadas en factores estadísticos*. Proyecto fin de carrera, 2009.
- [4] Juan Hornedo López-Ibor. *Sistema de inversión en bolsa a corto plazo*. Proyecto fin de carrera, 2008.
- [5] *MATLAB 7 Getting Started Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf
- [6] *MATLAB 7 Object-Oriented Programming*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/matlab_oop.pdf
- [7] *Financial Toolbox 3 User's Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/finance/finance.pdf
- [8] *Statistics Toolbox 7 User's Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/stats/stats.pdf
- [9] *Optimization Toolbox 5 User's Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/optim/optim_tb.pdf
- [10] *Neural Network Toolbox 7 User's Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/nnet/nnet.pdf
- [11] *Parallel Computing Toolbox 5 User's Guide*. Mathworks, 2010.
http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/distcomp/distcomp.pdf
- [12] *Catálogo de conceptos estadísticos*. VisualChart, 2010.
http://www.visualchart.com/MarketMonitor/EP/VC5/Images/Descargas/CATALOGO_CONCEPTOS_ESTADISTICOS.pdf
- [13] *Catálogo de indicadores*. VisualChart, 2010.
http://www.visualchart.com/MarketMonitor/EP/VC5/Images/Descargas/CATALOGO_DE_INDICADORES.pdf
- [14] *Manual de sistemas de trading*. VisualChart, 2010.
http://www.visualchart.com/MarketMonitor/EP/VC5/Images/Descargas/SISTEMAS_TRADING.pdf
- [15] *Trading Tools*. VisualChart, 2010.
http://www.visualchart.com/MarketMonitor/EP/VC5/Images/Descargas/TRADING_TOOLS.pdf
- [16] *Desarrollo de Estrategias VBA y PDV*. VisualChart, 2010.
http://www.visualchart.com/MarketMonitor/EP/VC5/Images/Descargas/D_ESTRATEGIAS.pdf
- [17] *LIFFE Options, a guide to trading strategies*. liffe, 2002.