

Modelo de Inteligencia Artificial aplicados al Trading Algorítmico

Hernán Merlino, Eduardo Diez, Hernán Amatriain, Nicolás Pérez, Santiago Bianco, Sebastian Martins

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Explotación de Información
Grupo de Ingeniería de Explotación de Información y Grupo Investigación en Sistemas de Información

Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús
29 de Septiembre 3901 (1826) Remedios de Escalada, Lanús, Argentina. Tel +54 11 5533 5600 Ext. 5194
hmerlino@gmail.com, hamatriain@gmail.com

RESUMEN

El constante aumento en el uso de modelos computacionales en la industria financiera específicamente en el trading de valores [Boehmer, Fong & We, 2015; Chaboud, Hjalmsrsson, 2015] ha traído como consecuencia errores en los modelos dado a la mala codificación de los programas involucrados.

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de un modelo de inteligencia artificial que tome decisiones de compra y venta de valores bursátiles en forma automática (trading algorítmico) y pueda presentar una performance similar a un operador humano. De forma adicional, para la construcción del modelo propuesto se realizará una experimentación controlada, haciendo uso de los patrones de error más comunes, incorporando a la propuesta un modelo de auditoria para la evaluación de los algoritmos utilizados en trading algorítmico.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Trading Algorítmico, Valores Bursátiles, Formación de Recursos Humanos.

CONTEXTO

El Proyecto articula líneas de investigación del Grupo de Investigación en Sistemas de Información y el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Arquitecturas Complejas de la Licenciatura en Sistemas del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico de la Universidad Nacional de Lanús. Dentro de la mencionada Universidad, el Proyecto está inscripto con el número 80020170200007LA.

FUNDAMENTACION

En la actualidad el 75% de las transacciones bursátiles que se hacen en el mundo son ejecutadas por sistemas computacionales, comúnmente llamados robots; es aquí donde se ha detectado una vacancia de conocimiento que amerita la dedicación de recursos y esfuerzos al mismo, pues estos robots son artefactos software codificados por un programador, esto hace que exista la probabilidad de errores en el código que pueden producir colapsos en el sistema financiero. Esto ya ha pasado en el pasado reciente, flash crash 2010, pero lo más importante que se incrementarán las probabilidades, pues cada vez más se utiliza estos modelos computacionales.

Se han hecho estudios sobre el análisis de sentimiento para la implementación de modelos de este tipo [Kleinnijenhuis, Schultz y Oegema, 2013], permitiendo incluir a la opinión de internautas en los modelos de toma de decisiones sobre compra y venta de valores. Por otra se ha trabajado en el descubrimiento de reglas aplicando modelos evolutivos [Hua, Liu, Zhanga, 2015] que interactúan con los modelos basados en sentimientos.

También se ha encontrado evidencia sobre trabajos en modelos de evaluación de performance de trading algorítmico [Cooper, Ong & Van Vliet, 2015], los cuales permiten una vez estos se encuentren en producción medir su rendimiento; a esto se le agrega los modelos de evaluación de la calidad de los mercados y el trading algorítmico [Scholtus, Dijk, Frijns, 2014], estos últimos hacen especial referencia a la volatilidad que inyectan al mercado los modelos de trading algorítmico. También se ha trabajado en modelos para la detección de precios [Brogaard, Hendershott, Riordan 2014; Viljoen, Westerholm & Zheng

2016; Brogaard, Hendershott, Riordan, 2016], haciendo un intento de detectar la volatilidad dada por los mercados.

Otro conjunto de investigadores han trabajado en técnicas para la selección de porfolio [Berutich, López & Luna, 2016] mediante modelos computacionales, estos intentan obtener una cartera de inversiones optimas sin el sesgo cognitivo que suelen aplicar los seres humanos a estas.

Un aporte sustancial al problema en cuestión lo ha hecho Jakob Arnoldi [Arnoldi, 2015] demostrando como el trading algorítmico modifica hoy en día el precio de la acciones, bonos o mercado en el que se encuentre operando este tipo de modelos; por otra parte, Eric Allen [Alen, 2002] ha descripto las principales características y patrones en los errores en la codificación de software.

Continuando con la línea de investigación en el área del trading algorítmico, se pueden mencionar aportes por parte de [Hasbrouck & Gideon, 2013; Evans, Pappas & Xhafa, 2013; Tarun et.al.,2013; Arnoldi, 2015; Nuij et.al., 2015] donde hacen mención a los cambios producidos en los precios de los valores por el uso de modelos de trading algorítmico.

Es de destacar que al momento de llevar adelante el proceso de revisión sistemática para este proyecto no se ha podido detectar trabajos que integren el trading algorítmico y la detección de errores en el código de los mismos. En este contexto, se define como objetivo general del presente proyecto es el desarrollo de un modelo de inteligencia artificial que tome decisiones de compra y venta de valores bursátiles en forma automática (trading algorítmico) y pueda presentar una performance similar a un operador humano.

La relevancia de la investigación está dada en tres sentidos en el área científica al momento de realizar la investigación documental no se ha encontrado una aproximación de este tipo al problema, si similares como se detalla en los siguientes apartados. Social, las próximas crisis económicas no se producirán por guerras o desastres naturales, sino por los errores en la forma de hacer transacciones automática, y la sociedad en su conjunto pedirá explicaciones sobre porque han perdido sus ahorros, es ahí

donde la universidad deberá dar explicaciones y en el mejor de los casos, advertir antes que esto suceda. El tercer pilar es en el terreno educativo, cuanto más se sepa sobre este tema, se lo podrá controlar mejor.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Objetivo general o marco de referencia

El problema al que se enfrenta la sociedad en su conjunto es, como se dijo en el apartado anterior, el 75% de las transacciones bursátiles que se hacen en el mundo son ejecutadas por sistemas computacionales, en consecuencia es muy alto el porcentaje de errores de codificación al que están expuestos los sistemas financieros.

Por esto, el objetivo principal es el del desarrollo de un modelo de inteligencia artificial para la toma de decisiones en la compra y venta de acciones y otros valores en la bolsa de comercio, este nos permitirá generar las simulaciones necesarias para reconocer los patrones de error y poder hacer un aporte sustancial al área de incumbencia del mismo.

Estrictamente, los aportes que se espera de esta investigación son: (a) modelo de simulación de algoritmos basados en inteligencia artificial para compra y venta de acciones y otros valores en la bolsa de comercio; (b) Detección de patrones de errores en este modelo de algoritmo y (c) presentar un modelo de auditoria que permite reducir el impacto ante la presencia de estos en los sistemas de trading algorítmico.

Objetivos Específicos:

Objetivo Especifico 1: Desarrollar un Proceso de Construcción de Algoritmos Basados en Inteligencia Artificial para la toma de decisiones en la compra y venta de Acciones en la bolsa de comercio.

Objetivo Especifico 2: Reconocimiento de los patrones de errores más comúnmente realizadas

en el desarrollo de modelos de trading algorítmico.

Objetivo Especifico 3: Desarrollar un Proceso de Auditoria para la evaluación de los algoritmos utilizados en trading algorítmico.

Metodología:

Para construir el conocimiento asociado al presente proyecto de investigación, se seguirá un enfoque de investigación clásico [Riveros y Rosas, 1985; Creswell, 2002] con énfasis en la producción de tecnologías [Sábato y Mackenzie, 1982]; identificando métodos, materiales y abordaje metodológico necesarios para desarrollar el proyecto:

Métodos:

Revisiones Sistemáticas:

Las revisiones sistemáticas [Argimón, 2004] de artículos científicos siguen un método explícito para resumir la información sobre determinado tema o problema. Se diferencia de las revisiones narrativas en que provienen de una pregunta estructurada y de un protocolo previamente realizado.

Prototipado Evolutivo Experimental (Método de la Ingeniería):

El prototipado evolutivo experimental [Basili, 1993] consiste en desarrollar una solución inicial para un determinado problema, generando su refinamiento de manera evolutiva por prueba de aplicación de dicha solución a casos de estudio (problemáticas) de complejidad creciente. El proceso de refinamiento concluye al estabilizarse el prototipo en evolución.

Materiales:

Para el desarrollo de los formalismos y procesos propuestos se utilizarán:

- Formalismos de modelado conceptual usuales en la Ingeniería de Software [Rumbaugh et al., 1999; Jacobson et al., 2013] y en la Ingeniería del Conocimiento [García-Martínez y Britos, 2004].

- Modelos de Proceso usuales en Ingeniería de Software [IEEE, 1997; ANSI/IEEE, 2007; Oktaba et al., 2007].
- Normativas de Mercados de Capitalesvientes sobre las responsabilidades del Estado [Ley 26831 de Mercados de Capitales, 2012].

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera tener las versiones de los siguientes productos: (i) Proceso de Construcción de Algoritmos Basados en Inteligencia Artificial, (ii) Modelo de reconocimiento de los patrones de errores comúnmente realizadas en el desarrollo de modelos de trading algorítmico, (iii) Proceso de Auditoria para la evaluación de los algoritmos utilizados en trading algorítmico.

REFERENCIAS

- Eric Allen. Bug Patterns In Java. Apress; Softcover reprint of the original 1st ed. Edition. ISBN-10: 1590590619. 2002.
- Joel Hasbrouck, Gideon Saar. Low-latency trading. Journal of Financial Markets. Volume 16, Issue 4, November 2013, Pages 646-679. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2013.05.003>
- Chordia, Tarun and Goyal, Amit and Lehmann, Bruce N. and Saar, Gideon, High-Frequency Trading (June 2013). Johnson School Research Paper Series No. #20-2013. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2278347> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2278347>
- Wijnand Nuij, Viorel Milea, Frederik Hogenboom, Flavius Frasinca, Uzay Kaymak. An Automated Framework for Incorporating News into Stock Trading Strategies. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (Volume: 26, Issue: 4, April 2014) DOI: 10.1109/TKDE.2013.133
- Cain Evans, Konstantinos Pappas, Fatos Xhafa. Utilizing artificial neural networks and genetic algorithms to build an algo-trading model for intra-day foreign exchange speculation. Mathematical and Computer Modelling Volume 58, Issues 5–6, September

- 2013, Pages 1249-1266. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2013.02.002>.
- Jan Kleinnijenhuis, Friederike Schultz, Dirk Oegema. Financial news and market panics in the age of high-frequency sentiment trading algorithms. *Journalism*. First Published February 10, 2013.
 - ALAIN P. CHABOUD, BENJAMIN CHIQUOINE, ERIK HJALMARSSON, CLARA VEGA Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market. *Journal of Finance*. DOI: 10.1111/jofi.12186.
 - Ekkehart Boehmer, Kingsley Y. L. Fong, J. (Julie) Wu. International Evidence on Algorithmic Trading. AFA 2013 San Diego Meetings Paper. Date Written: September 17, 2013.
 - Martin Scholtus, Dickvan Dijk, Bart Frijns. Speed, algorithmic trading, and market quality around macroeconomic news announcements. *Journal of Banking & Finance* Volume 38, January 2014, Pages 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.09.016>
 - Jonathan Brogaard Terrence Hendershott Ryan Riordan. High-Frequency Trading and Price Discovery. *The Review of Financial Studies*, Volume 27, Issue 8, 1 August 2014, Pages 2267–2306, <https://doi.org/10.1093/rfs/hhu032>.
 - Jakob Arnoldi. Computer Algorithms, Market Manipulation and the Institutionalization of High Frequency Trading. *Journal of Theory, Culture & Society*. First Published February 26, 2015
 - Yong Hua, Kang Liu, Xiangzhou Zhanga, Lijun Sub, E.W.T. Ngaic, Mei Liu. Application of evolutionary computation for rule discovery in stock algorithmic trading: A literature review. *Applied Soft Computing* Volume 36, November 2015, Pages 534-551. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.07.008>.
 - Cooper, Ricky; Ong, Michael; Van Vliet, Ben. Multi-scale capability: A better approach to performance measurement for algorithmic trading. *Journal: Algorithmic Finance*, vol. 4, no. 1-2, pp. 53-68, 2015. DOI: 10.3233/AF-150043.
 - José Manuel Berutich, Francisco López, Francisco Luna, David Quintana. Robust technical trading strategies using GP for algorithmic portfolio selection. *Expert Systems with Applications* Volume 46, 15 March 2016, Pages 307-315. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.10.040>.
 - Jonathan Brogaard, Terrence Hendershott, Ryan Riordan. Price Discovery Without Trading: Evidence from Limit Orders. *Finance Down Under 2017 Building on the Best from the Cellars of Finance*. Date Written: March 2016.
 - Tina Viljoen, P. Joakim Westerholm, Hui Zheng Algorithmic Trading, Liquidity, and Price Discovery: An Intraday Analysis of the SPI 200 Futures. *The Financial Review*. DOI: 10.1111/fire.12034.