



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Tecnología, Investigación y Academia

Algoritmos evolutivos para la adquisición de TI en la empresa

Evolutionary Algorithms for IT Acquisition in Companies

Sergio Bayona¹

Para citar este artículo: Bayona, S. (2017). Algoritmos evolutivos para la adquisición de TI en la empresa. *TIA*, 5(2), pp. 243-249.

Resumen

Este artículo defiende la aplicación de la inteligencia artificial y, más específicamente, de los algoritmos evolutivos en la gestión del TI, para esto primero se da una breve introducción a la inteligencia artificial y después se ahonda en los algoritmos evolutivos; posteriormente, se hace una introducción a la gestión del TI dentro de las organizaciones. Se revisan también varios resultados de investigaciones previas para optimizar el proceso de cotización del desarrollo de software, usando algoritmos evolutivos y otras técnicas de inteligencia artificial; en seguida, se abordan los algoritmos evolutivos para la adquisición de hardware, explicando que es un tema poco tratado, no obstante, se presentan algunos trabajos relacionados. Finalmente, se concluye que estas técnicas tienen un gran potencial para las organizaciones, ya que, revisando los resultados obtenidos, su aplicación no es solo viable, sino beneficiosa para cualquier organización que ha alcanzado cierto grado de madurez en TI.

Palabras clave: algoritmos evolutivos, gestión de TI, *hardware*.

Abstract

Este artículo defiende la aplicación de la inteligencia artificial y, más específicamente, algoritmos evolutivos en la gestión de TI. Para ello, se da una breve introducción a la inteligencia artificial y luego se profundiza en los algoritmos evolutivos. Posteriormente se realiza una introducción a la gestión de TI dentro de las organizaciones. También revisamos varios resultados de investigaciones anteriores para optimizar el proceso de desarrollo de software, utilizando algoritmos evolutivos y otras técnicas de desarrollo de software de inteligencia artificial. A continuación, se discuten los algoritmos evolutivos para la adquisición de hardware, explicando que se trata de un tema no tratado, sin embargo se presentan algunos trabajos relacionados. Finalmente, concluimos que estas técnicas tienen un gran potencial para las organizaciones, ya que, al revisar los resultados obtenidos, su aplicación no sólo es viable, sino beneficiosa para cualquier organización que haya alcanzado un cierto grado de madurez en TI.

Keywords: evolutive algorithm, IT managment, hardware.

¹ Ingeniero de sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; AXA Colpatria Seguros Generales S.A., Colombia. Correo electrónico: sergioalejo@gmail.com

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Fecha de recepción:
20-11-2016

Fecha de aceptación:
13-06-2017

ISSN: 2344-8288

Vol. 5 No. 2

Julio - diciembre 2017

Bogotá-Colombia

INTRODUCCIÓN

Con el auge y crecimiento de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) [3], se ha expandido de forma constante el mercado tanto de dispositivos de *hardware*, compuesto principalmente de equipos y partes informáticas, así como el *software* que se ejecuta sobre dichas máquinas. Es en este escenario que las empresas, los gobiernos, las entidades académicas y muchos otros tipos de sociedades y personas particulares han requerido introducirse en este mercado, atentos a los nuevos productos y servicios ofrecidos por las TIC.

Como en cualquier otro mercado, la adquisición de tecnología —más específicamente de *hardware* y *software*— puede realizarse de forma poco formal, pero para organizaciones de cierto tamaño o con serias restricciones financieras la informalidad no es una opción [13]; no tener un proceso planificado y controlado en el que se evalúen y satisfagan las necesidades reales de tecnología a precios comedidos, puede significar una diferencia competitiva vital en el mercado o, incluso, puede poner en dificultades financieras a muchas organizaciones hasta el punto de su disolución.

Si bien existen muchas formas sistematizadas para manejar este proceso de forma coordinada con los intereses de las organizaciones, se encuentra que este proceso puede llegar a tener bastante complejidad [14], ya que encontrar y analizar todos los escenarios posibles de planes de adquisición de tecnología, incluso a mediano plazo, puede llegar a ser más costoso en tiempo y recursos que la elección usando el juicio de los encargados del proceso. El problema con dicho proceso manual es que puede pasar por alto soluciones mejores, esto lleva a pensar que técnicas de búsqueda como los algoritmos evolutivos podrían proporcionar alternativas que recomienden los mejores escenarios, y así, que la persona o personas encargadas de tomar las decisiones puedan realizar procesos de

adquisición, evaluando más de un par de opciones y, por tanto, llegando a tomar decisiones que repercutan positivamente en la satisfacción de las necesidades tecnológicas con costos aceptables para los planes de la organización.

CONTENIDO

La inteligencia artificial

Como apunta María Sosa en [6], no existe una definición unificada de la inteligencia artificial actualmente, a pesar de que de esta se ha empezado a hablar académicamente desde 1956, y con muchos antecedentes que se remontan a la antigüedad; no obstante, es posible definirla informalmente como “la capacidad de programas de computador para operar en la misma forma en que el pensamiento humano ejecuta sus procesos de aprendizaje y reconocimiento” [6].

Para lograr su objetivo, la inteligencia artificial se ha dividido en varias áreas de investigación, donde diferentes técnicas han sido desarrolladas y aplicadas con éxito a diferentes problemas de la ciencia y la tecnología, algunas de estas técnicas son [10]:

- Sistemas expertos.
- Razonamiento basado en casos.
- Visión artificial.
- Redes neuronales.
- Algoritmos genéticos.
- Programación genética.
- Redes bayesianas.
- Soporte a vectores de regresión.
- Sistemas de inferencia borrosos.
- Lógica difusa.
- Árboles de decisión.

Y otros que buscan en su conjunto imitar diferentes aspectos del pensamiento humano o de la naturaleza, con el fin de aplicarlos en

problemas reales cuya solución no es viable por ser demasiado costosa en términos computacionales, o para predecir futuros comportamientos como es el caso de [11].

Los algoritmos evolutivos

Los algoritmos evolutivos son un grupo de técnicas diferentes que buscan encontrar soluciones a problemas de búsqueda y optimización, modelando para ello las posibles soluciones al problema como individuos de una población, dándole a dicha población una función que emule la selección natural [1] y la capacidad de generar nuevos individuos. Al aplicar el proceso de selección varias veces en la población, se logra escoger los mejores individuos para, por funciones de mutación o recombinación, ir obteniendo mejores generaciones; este proceso se itera hasta que un candidato ideal es encontrado o hasta que se alcanza un límite impuesto por el problema.

Los elementos esenciales para un algoritmo evolutivo son mencionados a continuación.

- Genotipo: la codificación, que representará los parámetros del problema en forma de cadena.
- Cromosoma: cadena codificada de parámetros en cualquier formato.
- Gen: versión codificada de un parámetro del problema a ser resuelto.
- Alelo: valor que un gen puede asumir en un momento dado.
- Locus: la posición que el gen ocupa en el cromosoma.
- Fenotipo: versión del problema del genotipo, esperando para ser evaluada.
- Adecuación biológica: valor real que indica la calidad de una solución individual al problema.
- Entorno: el espacio de soluciones del problema se representa como una función que indica la pertinencia de los fenotipos.
- Población: es el conjunto de individuos o posibles soluciones.

- Selección: política para seleccionar un individuo de la población, generalmente aplicando una función de optimización.
- Mezcla: operación que fusiona los genotipos de dos individuos seleccionados para obtener un individuo "hijo".
- Mutación: operación que de forma aleatoria cambia uno o más alelos del genotipo.

Los algoritmos evolutivos han sido usados para toda una variedad de problemas de optimización, desde la estimación de costos de proyectos de desarrollo de *software* [4], [7], [8], [10], hasta simulaciones de finanzas y comportamientos de mercado [12]; todos los trabajos anteriores dan cuenta de la vigencia que tienen los algoritmos evolutivos para resolver problemas relacionados con la ingeniería y, más específicamente, con el gobierno de TIC como el presentado en este proyecto.

La gestión del TI

La adquisición de tecnología es un proceso presente en las organizaciones como consecuencia de la adopción de las TIC en la economía mundial, principalmente en la labor de apoyar tareas de gestión y comunicación de la información que tradicionalmente se hacían de forma manual; dicho proceso ha adquirido tal relevancia que se menciona en modelos de gobierno como COBIT, que menciona entre su definición del principio de adquisición lo siguiente:

Las soluciones tecnológicas existen para soportar los procesos de negocio y, por lo tanto, deberemos tener cuidado de no considerar las soluciones TI como algo aislado o solamente como un servicio o proyecto tecnológico. Por otra parte, una elección inadecuada de la arquitectura tecnológica, fallos a la hora de mantener una infraestructura técnica actual y apropiada o una ausencia de recursos humanos cualificados pueden dar como resultado un proyecto fracasado, una incapacidad para soportar las operaciones del negocio o una reducción en el valor del negocio. Las adquisiciones de recursos tecnológicos deberían ser consideradas como una parte más del extenso proceso de cambio de negocio posibilitado por las TI. La tecnología

adquirida también debe soportar y operar con los procesos de negocio e infraestructuras TI existentes y planificados. La implementación no es sólo una cuestión tecnológica, sino también una combinación de cambios organizativos, procesos de negocio revisados, formación y facilitación del cambio. [2]

Como se deduce de la definición de COBIT, el proceso de adquisición de tecnología puede llegar a abarcar muchas variables e incluso reducir el valor de una empresa; por ello, es necesario conocer y analizar la mayoría de escenarios disponibles, por ejemplo, cuando se habla del proceso de adquisición de *hardware*, es necesario tener en cuenta que la compra no siempre es la solución correcta al momento de adquirir tecnología, ya que se deben considerar factores como la vida proyectada del sistema. En general, se recomienda que si se va usar un sistema por más de cinco años se recurra a la compra, en otros escenarios puede ser viable el arrendamiento o el

alquiler si los costos brindados por el proveedor lo permiten, además permite invertir el dinero en otras áreas de las organizaciones [13].

El proceso de adquisición de tecnología, y en particular de *hardware*, se realiza de forma diferente en las organizaciones, pero es posible tomar como base un diagrama sencillo para entender las partes que componen dicho proceso (Figura 1).

En la Figura 1 se puede ver como un paso esencial en cualquier proceso de compra de *hardware* — y también de *software*— la evaluación de las diferentes opciones que puede tener una organización en un momento dado, ya que de dicha evaluación saldrá el insumo para la toma de decisiones que se realiza inmediatamente después; es por ello por lo que el presente proyecto propone atacar directamente esta tarea para la optimización del proceso en general.

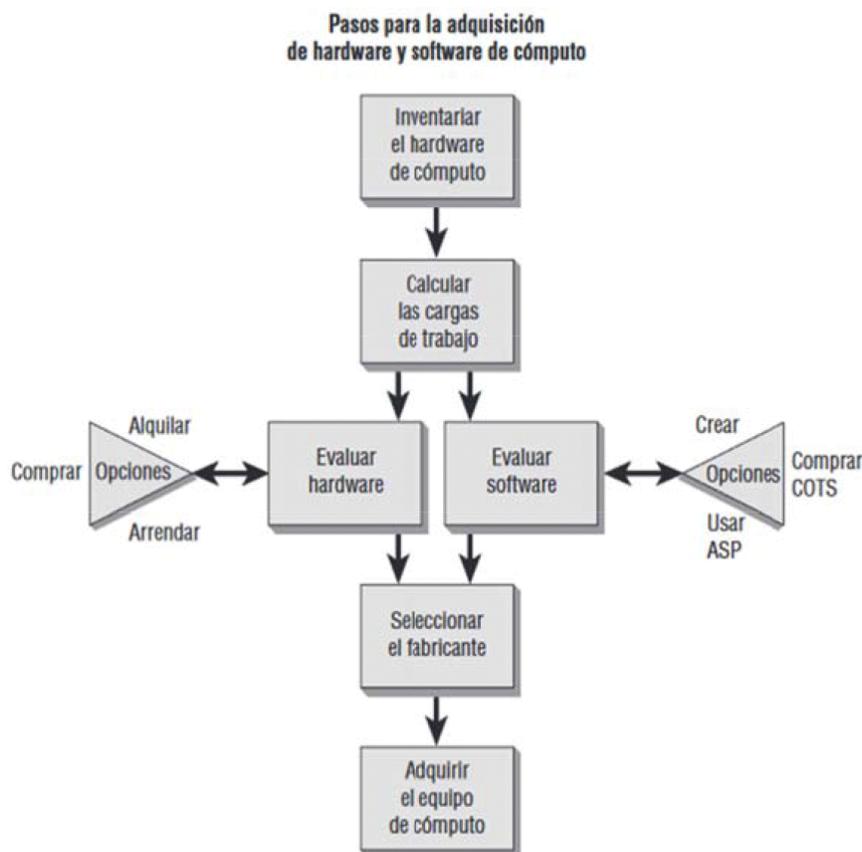


Figura 1. Pasos para la selección de *hardware* y *software*

Fuente: [15].

La estimación de proyectos de desarrollo de *software*

Actualmente se han hecho investigaciones para aplicar algoritmos evolutivos en el proceso de costos de proyectos de *software*, el cual es un proceso extremadamente complejo y que suele hacerse dentro de las empresas usando la metodología del experto, que puede no ser la adecuada, sobre todo en proyectos muy complejos o con escenarios desconocidos para los expertos; por ejemplo, en [4] lo que se busca con estas aproximaciones es, dadas las restricciones de un proyecto de desarrollo de *software*, que un algoritmo evolutivo encuentre unas variables de costo ideales para el proyecto, usando para ello el modelo propuesto por COCOMO. A pesar de las dificultades intrínsecas de estimar esfuerzos de un proyecto de *software*, los resultados del proyecto son bastante positivas: aplicando el modelo sobre la base de un proyecto real, se logró una precisión del 98,91% al comparar el esfuerzo estimado por el algoritmo contra los datos obtenidos en el proyecto real.

Los algoritmos evolutivos han sido incluso comparados contra otras técnicas de la inteligencia artificial como son las redes neuronales [5], donde se concluye que, si bien las redes neuronales convergen con mayor éxito hacia una respuesta correcta, el nivel de precisión que dan los algoritmos evolutivos al aplicarse al problema de la estimación de costos de *software* es mucho mayor, es decir, que brindan mayor confiabilidad para este problema en particular.

Por supuesto, esto no quiere decir que ya se haya alcanzado el grado de perfección en estas técnicas como se explica en [5], en algunos casos el *know-how* de un administrador de proyectos ha dado mejores resultados que la aplicación de un algoritmo evolutivo. En este artículo, los autores deducen que esto se da por la dificultad de crear un modelo de estimación de *software* que considere el problema del costo-relación, por ejemplo, en modelos como COCOMO se considera que el

esfuerzo está estrechamente ligado al tamaño en líneas de código del *software* a construir, cuando en la práctica no es siempre así, por lo que para algunos proyectos de *software* los modelos de estimación basados en tamaño de código fuente dan resultados desfasados de la realidad y, en consecuencia, un algoritmo evolutivo que implemente dichos modelos va a alejarse mucho de la realidad y no va a producir estimaciones fiables.

La estimación de proyectos de adquisición de *hardware*

Al contrario que en el caso del desarrollo de *software*, no se encuentran muchos estudios sobre estimación de compra o adquisición de *hardware*, es posible encontrar trabajos que versan sobre la aplicación de algoritmos evolutivos en otros escenarios relacionados, por ejemplo, en [9] se detalla la aplicación de un algoritmo llamado MOGAC para la síntesis del *hardware* y *software* usando chips en sistemas embebidos, si bien este es un problema más relacionado con la electrónica de componentes que con TI, lo interesante del estudio es que incluye en la función de desempeño del sistema evolutivo su costo, demostrando la viabilidad de realizar procesos de estimación de costo en procesos productivos como el que ocupa MOGAC.

Otros estudios como [12] logran modelar un sistema de interacciones económicas usando un algoritmo evolutivo; sin embargo, según reconocen los autores, los resultados son ambiguos en tanto se modelaron en parte relaciones sociales que hacen difícil interpretar los resultados.

Como se puede inferir de las referencias consultadas, el problema de la adquisición del *hardware* es adecuado para ser representado y automatizado como un algoritmo evolutivo, además, brinda mejoras a un proceso que implica cierto riesgo para la empresa en términos de costo y competitividad por la tensión de necesidades de sus clientes internos, por lo que trabajos hechos

sobre este punto deberían ser bienvenidos y de provecho para la academia y la industria.

CONCLUSIONES

Los algoritmos evolutivos son una herramienta valiosa para diferentes procesos manuales que se realizan dentro de la administración de TIC en las empresas, un ejemplo de lo anterior es la estimación de costos en proyectos de desarrollo de *software*.

Por otro lado, la gestión de recursos de *hardware* es un campo menos explorado pero promisorio para los investigadores, si bien la inclusión de técnicas como los algoritmos evolutivos no garantizan que la respuesta sea siempre óptima, sí permiten revisar toda una gama de variables que es humanamente muy difícil de manejar, de allí el valor de la aplicación de estas técnicas en este contexto.

RECOMENDACIONES

Como se desprende del artículo, la integración entre la gestión del TI y la inteligencia artificial es un campo promisorio para la investigación y el desarrollo, de allí que se recomiende revisar las investigaciones en curso y realizar trabajos derivados tanto en el ámbito académico como en el comercial.

REFERENCIAS

- [1] Torres, E. (1999). *Análisis y diseño de algoritmos genéticos paralelos distribuidos*. (Tesis doctoral). Universidad de Málaga, E. T. S. De Ingeniería Informática, Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Málaga.
- [2] ISACA. (2012). *COBIT 5, Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de la Empresa*. Recuperado de www.isaca.org/cobit

- [3] Devoto, M. (2001). *Comercio electrónico y firma digital. La regulación del ciberespacio y las estrategias globales*. Buenos Aires: Editorial La Ley, Sociedad Anónima.
- [4] Singh, B., and Misra, A. (2012). Software Effort Estimation by Genetic Algorithm Tuned Parameters of Modified Constructive Cost Model for Nasa Software Projects. *International Journal of Computer Applications*, 59(9).
- [5] Burgess, C., and Lefley, M. (2001). *Can Genetic Programming Improve Software Effort Estimation? A Comparative Evaluation*. *Information and Software Technology*, 43.
- [6] Sosa, M. (2016). *Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial*. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/viewFile/3518/2252>,
- [7] Majid, A. and Ahmad, J. (2016). *A New Hybrid For Software Cost Estimation Using Particle Swarm Optimization And Differential Evolution Algorithms*. Recuperado de <http://aircconline.com/iej/V4N1/4116iej06.pdf>
- [8] Dolado, J. (2001). On the Problem of the Software Cost Function. *Information And Software Technology*, 43, 2001.
- [9] Dick, R. and Jha, N. (1998). MOGAC: A Multiobjective Genetic Algorithm for Hardware-Software Cosynthesis of Distributed Embedded Systems. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 17(10).
- [10] Ferreira, G., Lío, D., Quintero, L. y Vargas, J. (2014, octubre-diciembre). Estimación del esfuerzo en proyectos de software utilizando técnicas de inteligencia artificial. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 8(4), 1-20.
- [11] Simanca, F. y Abuchar, A. (2016). *AEI - Algoritmo de Evaluación Inteligente*. Recuperado de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4006/1/VE14.129.pdf>
- [12] Wadekar, S. and Gokhale, S. (1999). Exploring Cost and Reliability Tradeoffs in Architectural Alternatives Using a Genetic Algorithm. *Software Reliability Engineering, 1999. Proceedings. 10th International Symposium on* (pp. 104-113). IEEE.

- [13] Fellner, A. (2016). *Gestión del costo de tecnología de la información: costo total de propiedad*. Recuperado de <http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/SanLuis2006/area3d.pdf>
- [14] Centro Universitario de Negocios del Bajío (2016). *Adquisición de software y hardware*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/admoninformaticacun/planificacion-centro-de-computo/adquisicion-software-y-hardware>
- [15] UAL. (2016). *Preparación de la propuesta de sistemas*. Recuperado de http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Dise%F1os_Sistemas_Informacion/Pdf/10%20Capitulo%2010_Preparacion%20de%20la%20Propuesta%20de%20Sistemas.pdf