

**ALGORITMOS GENÉTICOS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS
EMPRESARIALES**

GENETIC ALGORITHMMS FOR BUSINESS PROBLEM SOLVING

Daniel Martínez Urrutia
daniel.martinez@ucsg.edu.ec

Facultad de Especialidades Empresariales
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
2010

Agradecimiento: Los autores desean agradecer al señor Carlos De Janón por su ayuda en este proyecto, sin su ayuda esto hubiese sido imposible.

Abstract

El mundo de los negocios está evolucionando siempre, por lo tanto se necesita estar al día con estos cambios. Este trabajo busca optimizar diferentes soluciones empresariales para la obtención de mayores utilidades. Se evalúan las elecciones en función de la utilidad proyectada a 10 años. Los resultados indican una preferencia por un mejor manejo de los recursos humanos.

Palabras clave:

Algoritmos genéticos, optimización de utilidades, costos.

Abstract

.The world of business is always evolving, therefore there is the need to keep the pace. This research we optimize different business solutions in order to obtain higher profits. We select the choices by evaluating the forecast of the profits at 10 years. The results indicate a preference for human resource management.

Key words.

Genetic Algorithms, profits optimization, costs.

ALGORITMOS GENÉTICOS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS EMPRESARIALES

Introducción

En el mundo empresarial existen muchos factores determinantes para el éxito o fracaso de una empresa, los más importantes son factores exógenos y por lo tanto incontrollables, pero hay otros que son endógenos, uno puede tomar decisiones que maximicen el valor de la empresa.

La toma de decisiones empresariales, sin embargo, está llena de incertidumbre, no se puede saber de antemano si las decisiones van a ser acertadas o no. Aquí trataremos de establecer un sistema de toma de decisiones financieras que prediga el mejor camino a tomar.

La computación evolutiva es una técnica inspirada en la naturaleza, es el desarrollo de sistemas inteligentes que emulen aspectos del comportamiento humano, tales como: aprendizaje, percepción, raciocinio, evolución y adaptación. Los algoritmos genéticos como parte de esta ciencia, se convierten en un método efectivo de búsqueda de soluciones y adicionalmente permiten la ampliación de variables a considerar; factor importante ya que esto logra una mayor capacidad de predicción de soluciones acertadas.

Toma de decisiones

La toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas de resolver diferentes situaciones de la vida,

Todas las empresas tienen problemas y tratan de descifrar cual será la respuesta correcta, de acuerdo a su preparación académica, su experiencia profesional y sobre todo su intuición.

La utilización de simulaciones computarizadas, ayuda a reducir la incertidumbre que se genera en la toma de decisiones.

El mundo empresarial está evolucionando en el mundo y Ecuador es un país que no se puede quedar atrás. Tenemos que dar el siguiente paso en la carrera hacia el desarrollo.

Proceso de toma de decisiones

En el proceso de tomas de decisiones hay mucha incertidumbre, normalmente uno no sabe de antemano si la decisión tomada es acertada. Seria muy útil contar con una simulación computarizada para cada una de nuestras decisiones, pero no es posible, el ritmo de vida en el siglo 21 no nos permite darnos estos lujos.

Digamos que usted tiene un problema en su empresa, y tiene un gran número de posibles soluciones no excluyentes. Por lo tanto usted tiene 4096 combinaciones posibles¹ de soluciones, para encontrar la solución optima a su problema.

Digamos que usted decide evaluar cada una de estas mediante un software de simulación. El software se toma 1 minuto en evaluar cada una de estas posibles combinaciones. Por lo tanto usted necesitaría casi 3 días de cálculos constantes para poder encontrar la solución óptima que usted necesita.

Objetivos de esta investigación

Esta investigación presenta la técnica de optimización por algoritmos genéticos. Esta técnica tiene la virtud de encontrar óptimos más rápido puesto que no necesita probar todas las opciones disponibles, sino que selecciona el camino apropiado para llegar a la solución. Esta

¹ Cada posibilidad puede estar activa o no estarlo por lo tanto son 2 elevado a la 12va potencia.

investigación busca ayudar a las empresas ecuatorianas a encontrar soluciones óptimas de manera más rápida y eficiente. Para lo cual se va a requerir la participación de diversas empresas para utilizar sus problemas y evaluar la velocidad de esta técnica para solucionar sus problemas.

Los algoritmos genéticos. Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinaciones genéticas), así como también a una Selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los menos aptos, que son descartados.

La empresa "Imprenta Quil" fue la única empresa que aceptó colaborar con nosotros con esta investigación. Esta empresa no posee flujos de caja, sin embargo si poseen estados de resultados, por lo tanto trabajamos con estos.

Alternativas de solución

Alternativa 1.- Pago de horas Extras. Imprenta Quil, no paga horas extras al momento, sin embargo se realizó un estudio del personal con la ayuda del Ingeniero Carlos de Janón y se estimó que la productividad podría incrementarse en un 5% mientras que los costos se incrementarían en un 10%.

Alternativa 2.- Capacitación constante de los empleados. Imprenta Quil, no invierte en la capacitación de sus empleados. Se estima que con una inversión de 7 mil dólares anuales en la capacitación de cada uno de los 25 empleados, se obtendría un incremento en la productividad del 4%.

Alternativa 3.- Premios al mejor empleado. Esta idea la originó de parte del Ingeniero Carlos de Janón, entregar un premio por mes a los empleados, originando así una motivación que incrementaría la productividad en un 1%. Esta alternativa es muy original e inusual en nuestro medio, por lo tanto es muy valiosa.

Alternativa 4.- Invertir en publicidad, actualmente Imprenta Quil no invierte en publicidad, con la ayuda del Ingeniero Carlos de Janón se estimó que invirtiendo mil dólares anuales se podría incrementar las ventas de la Imprenta en un 1%.

Alternativa 5.- Obtener nuevas impresoras Offset. Actualmente Imprenta Quil tiene impresoras del año 1976. Las impresoras Offset modernas son bastante costosas, sin embargo son capaces de ser mucho más productivas, después de varios calculos matemáticos se determinó que en una jornada de 8 horas de trabajo pueden imprimir 19200 pliegos de cartulina, en comparación con los 10 mil al día que se producen el día de hoy. En otras palabras un incremento en la productividad de casi el 40%. Además habría que prever una provisión de 1.128,69 dólares al año para repuestos.

Alternativa 6.- Reducción de personal. Actualmente Imprenta Quil tiene a 3 empleados que superan los 80 años y no resultan productivos. Se considera la opción de despedirlos.

Alternativa 7.- Nueva Línea. Se consideró la posibilidad de imprimir nuevos productos, tales como tarjetas de presentación y tarjetas conmemorativas. Se estimó que las ventas crecerían en un 2% y que los gastos para incurrir en estas líneas nuevas sería muy pequeño, apenas una vigésimo quinta parte de los costos actuales.

Empleo de los algoritmos genéticos en la toma de decisiones

Función objetivo

Sueldos	Cartulina	Publicidad	Tinta	Impresora	Rpersonal	Nlinea
0	0	1	1	0	0	0

Figura 1. Fuente: Autores.

Esta cadena cromosómica describe el proceso de activación y desactivación de las variables en esta investigación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ 386.863,81	\$ 406.207,00	\$ 426.517,35	\$ 447.843,22	\$ 470.235,38	\$ 493.747,15	\$ 518.434,51	\$ 544.356,23	\$ 571.574,04	\$ 600.152,74
Egresos	\$ 349.563,55	\$ 367.041,73	\$ 385.393,81	\$ 404.663,50	\$ 424.896,68	\$ 446.141,51	\$ 468.448,59	\$ 491.871,02	\$ 516.464,57	\$ 542.287,80
Utilidad	\$ 37.300,26	\$ 39.165,27	\$ 41.123,54	\$ 43.179,71	\$ 45.338,70	\$ 47.605,63	\$ 49.985,92	\$ 52.485,21	\$ 55.109,47	\$ 57.864,95

Figura 2. Fuente: Autores.

Esta figura representa de manera brusca una proyección del estado de pérdidas y ganancias de la empresa, asumiendo un incremento en ingresos y egresos del 5%.

Al parecer en este momento ya se tienen todos los datos para evaluar la función objetivo, sin embargo, aún no se ha establecido cómo funciona el algoritmo genético, cómo obtener más de un individuo, cómo generar la población inicial, cómo se evaluará la aptitud de las diferentes soluciones, y cómo generar nuevas poblaciones a partir de los mejores individuos hasta lograr la mejor solución.

Para comenzar, se debe establecer el método para generar la población inicial lo cual se reduce simplemente a generar tantas cadenas (individuos)

Llenándolas aleatoriamente con ceros y unos, no importa que tan cerca o lejos de la solución se encuentren, porque el siguiente paso es evaluar todos los individuos en la función objetivo (obviamente después de decodificarlos), establecer cuáles son los más aptos, mediante una función de aptitud, a los cuales se les aplicará las función de selección, mutación, cruce y elitismo. Este proceso se repetirá tantas veces como cantidad de poblaciones se desee generar.

La aptitud es un valor asignado a cada individuo de una generación según sea la diferencia entre la peor solución y éste. En este caso, como el problema se trata de minimizar, para evaluar los individuos según su aptitud y así seleccionar los que pasan, se debe realizar el siguiente procedimiento: encontrar el individuo que obtuvo el mayor costo, y luego tomar los costos de cada uno de los individuos y restárselos a éste, de esta manera, quien obtuvo menor costo tendrá mayor aptitud.

1	0	1	1	0	1	0	1	\$ 143.969,84
2	0	0	0	0	0	0	1	\$ 75.102,58
3	0	1	0	1	1	1	0	\$ 142.639,73
4	1	1	1	1	0	1	1	\$ 169.576,85
5	1	0	1	1	1	1	0	\$ 120.573,92
6	0	0	0	1	0	0	0	\$ 65.621,59
7	1	1	1	0	1	1	1	\$ 176.594,76
8	0	1	1	0	0	0	0	\$ 111.957,65
9	0	1	1	0	0	0	1	\$ 129.195,28
10	1	0	0	1	0	0	1	\$ 99.780,41
11	0	1	1	1	0	1	0	\$ 135.418,03
12	1	0	1	1	1	0	0	\$ 104.870,19
13	1	1	1	0	1	1	1	\$ 176.594,76
14	1	1	1	0	0	1	0	\$ 144.582,57
15	0	0	1	1	0	1	0	\$ 88.878,18
16	1	0	0	1	0	1	1	\$ 115.484,15
17	0	0	1	1	0	0	1	\$ 90.412,08
18	1	1	0	1	0	1	1	\$ 162.023,99
19	0	1	0	0	1	0	1	\$ 136.416,98
20	0	0	1	1	0	0	0	\$ 73.174,44

Tabla 1. Fuente Autores.

Como se puede observar el individuo 7 maximiza la función a optimizar, por lo tanto es el más apto, en cambio el individuo 6, para pasar a la siguiente generación.

Una vez se ha calculado la aptitud de cada individuo, se procede a ejecutar la función de selección; ésta cobra una vital importancia, ya que es la encargada de definir cuáles individuos pasarán a ser padres de la siguiente población. Ésta selección se realiza mediante el método de la ruleta asignándole más probabilidad de ser seleccionado a quien posea mayor aptitud.

En cuanto a la función de cruce, ésta se puede realizar de dos maneras diferentes: se puede establecer que el punto de cruce cromosoma a cromosoma, es decir se cambia un cromosoma completo de un individuo a otro y viceversa; o se establece un punto en alguna parte del cromosoma para ser intercambiada por una parte igual de otro individuo; en esta oportunidad se utilizó la segunda opción. Estos cruces se realizan de acuerdo a una probabilidad de cruce establecida según las características del problema.

Por otro lado, lo referente a la función de mutación, ésta se realiza de manera similar a la función descrita anteriormente: se puede mutar todo un cromosoma o sólo una parte de él dependiendo de un punto de mutación definido y una probabilidad asociada. La mutación simplemente consiste en cambiar los ceros por unos y viceversa en todo el cromosoma o parte del él según sea definida la función de mutación. También se debe establecer una probabilidad de mutación.

Por último para asegurar el mejoramiento continuo de las generaciones, se recurre al elitismo, el cual consiste en pasar automáticamente el mejor individuo a la siguiente generación independientemente si fue o no seleccionado.

Estas funciones (selección, mutación, cruce y elitismo), le dan diversidad a la población para tratar de no quedarse encerrado en una población que no contenga soluciones cercanas a la realidad; si bien los resultados que éstos algoritmos arrojan muchas veces no son soluciones óptimas globales, lo que se busca es que los óptimos parcialmente encontrados nos ayuden a acercarnos a soluciones reales y viable.

Resultados

1	1	1	1	0	1	0	1
2	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	1	0	1	0	1
4	1	0	1	1	1	0	1
5	0	0	0	0	1	1	1
6	0	1	1	1	1	1	1
7	1	0	1	1	1	0	1
8	1	1	0	1	0	0	1
9	0	0	0	0	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	1

Primera Generación

1	1	0	1	1	0	0	1
2	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	1	0	1	0	1
4	0	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	0	1
6	0	0	0	0	1	1	1
7	0	0	0	0	1	1	0
8	1	1	1	0	1	0	1
9	0	1	1	1	1	1	1
10	1	0	1	1	1	0	1

Segunda Generación

1	1	1	1	0	1	0	1
2	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	0	0	1	0	1
4	1	0	1	1	1	0	1
5	1	0	1	1	1	0	1
6	1	0	1	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	0	1
9	1	0	1	1	1	0	1
10	0	0	0	1	1	1	1

Tercera Generación

1	1	0	1	1	1	0	1
2	0	0	0	0	1	1	0
3	1	1	0	0	1	0	1
4	1	0	1	1	1	0	1
5	0	0	0	1	1	1	1
6	1	1	0	1	0	1	1
7	1	0	1	1	1	0	1
8	1	0	1	1	1	0	1
9	1	1	1	0	1	0	1
10	0	0	0	1	1	1	1

Cuarta Generación

1	0	0	0	1	1	1	1
2	1	0	1	1	0	1	1
3	1	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	0	1
6	1	1	0	1	0	1	1
7	1	1	1	0	1	0	1
8	1	1	1	0	1	0	1
9	0	0	0	0	1	1	0
10	0	0	0	0	1	1	0

Quinta Generación

1	1	0	1	1	1	0	1
2	0	0	0	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	1	1
4	1	1	1	0	1	0	1
5	0	1	0	0	1	1	0
6	1	1	1	0	1	0	1
7	0	0	0	1	1	1	1
8	0	0	0	1	0	1	1
9	0	0	0	0	1	1	0
10	1	0	1	1	0	1	0

Sexta Generación

1	1	0	1	1	0	0	1
2	0	0	1	0	1	1	0
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	1	0	1	0	0	1
6	0	1	0	0	1	1	0
7	0	1	0	1	0	1	1
8	0	1	0	1	0	1	1
9	1	1	1	0	1	0	1
10	1	1	0	1	0	0	1

Séptima Generación

1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	1	0	0	1
3	0	1	0	1	0	1	1
4	0	1	0	1	0	1	1
5	0	1	0	0	1	1	0
6	1	0	1	1	0	0	1
7	1	1	0	1	0	0	1
8	0	0	0	1	1	0	1
9	1	1	0	1	0	0	1
10	1	1	0	1	0	0	1

Octava Generación

1	0	1	0	1	0	1	1
2	0	1	0	1	0	1	1
3	1	1	0	1	0	0	1
4	0	1	0	1	0	1	1
5	1	0	1	1	0	0	1
6	1	0	1	1	0	0	1
7	0	1	0	1	0	1	1
8	0	0	0	1	1	0	1
9	0	1	0	1	0	1	1
10	1	1	0	1	0	0	1

Novena Generación

1	1	1	0	1	0	0	1
2	1	0	1	0	0	0	1
3	0	1	0	1	0	1	1
4	0	1	0	1	0	1	1
5	1	0	1	1	0	0	1
6	0	1	0	1	0	1	1
7	1	0	1	1	0	0	1
8	0	1	0	1	0	1	1
9	0	1	0	1	0	1	1
10	1	1	0	1	0	0	1

Décima Generación

Después de correr el modelo por diez generaciones se obtuvo lo siguiente.

Sueldos	capacitación	Publicidad	Premio	Impresoras	Reducción Personal	Nlinea	Fitness
1	1	0	1	0	0	1	\$ 113.033,70

Figura 3. Fuente: Autores.

La recomendación que se le entrega a Imprenta Quil, conciste en pagar horas extra, capacitar a los empleados, premiar al mejor empleado del mes y buscar una nueva línea de venta.

Conclusiones

Esta investigación concluye que para que una empresa ecuatoriana tenga éxito, lo mejor es invertir en el personal. Pagar horas extra, capacitar al personal, motivar a los mejores empleados y buscar nuevas líneas de negocio son las mejores opciones para nuestra empresa objetivo. Sin embargo esta investigación deja una duda pendiente. ¿Cuánto invierten las empresas ecuatorianas en capacitar al personal? Estoy seguro que la cantidad no es demasiado significativa, tal vez el gran aporte que esta investigación hace para el desarrollo del país está aquí, en las conclusiones.

Nuestro Ecuador, tiene muchos recursos naturales, pero no tiene gente educada, quienes han tenido el poder, han pensado solamente en el beneficio propio y no han pensado en la sociedad en sí. Espero que con la publicación de este documento de investigación las cosas cambien.

Referencias Bibliográficas

Artículos Científicos de Consulta

- Holland, John H (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor
- Koza, John (1992), *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, MIT Press. ISBN 0-262-11170-5
- Parisi Antonino, Parisi Franco y Cornejo Edison (2004). “Algoritmo Genético en Modelos Multivariados Recursivos en la Predicción de Índices Bursátiles en América del Norte.”
- Piñedo Pedro Y., Arco Leticia, Garcia Maria M. y Acevedo Liesner. “Algoritmo Genético en la Construcción de Funciones e Pertenencia Borrosa”
- **Parisi, Parisi y Díaz, 2006** “Modelos de Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales en la predicción de índices bursátiles asiáticos”. Cuadernos de Economía, Vol. 43 PP. 251-284, Noviembre 2006

Libros de consulta

- Murray Gell-Mann, *El Quark Y El Jaguar*
- Banzhaf, Wolfgang; Nordin, Peter; Keller, Robert; Francone, Frank (1998) *Genetic Programming - An Introduction*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.
- Goldberg, David E (1989), *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA
- Genetic Algorithms and Investment Strategies (Wiley Finance), Richard J. Bauer
- Trading on the Edge: Neural, Genetic, and Fuzzy Systems for Chaotic Financial Markets, Guido J. Deboeck
- Neural Networks in Finance: Gaining Predictive Edge in the Market, Paul D. McNelis
- Genetic Algorithms and Genetic Programming in Computational Finance, Shu-Heng Chen
- Genetic Systems Programming: Theory and Experiences, Nadia Nedjah
- Cellular Genetic Algorithms, Enrique Alba
- Handbook of Scheduling: Algorithms, Models, and Performance Analysis, Joseph Y-T. Leung
- Getting Started with MATLAB 7: A Quick Introduction for Scientists and Engineers, Rudra Pratap
- Graphics and GUIs with MATLAB, Third Edition, Patrick Marchand and O. Thomas Holland.
- Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, Stormy Attaway
- Numerical Methods in Finance and Economics: A MATLAB-Based Introduction , Paolo Brandimarte
- Stochastic Simulation and Applications in Finance with MATLAB Programs, Huu Tue Huynh