“Sistema de planificación avanzada (APS) Aplicado a la Evaluación de Inversiones en Activos Utilizando Herramientas Heurísticas y Simulación Montecarlo”

Maria Lorena Heredia Silva [1], Catherine Patricia Pazmiño Barcia [2], Rosalyn Regina Ramos Lalangui [3], Pedro Fabricio Echeverria Briones [4]

[1] Ingeniero en Computación Especialización Sistemas de Información 2005; email: lheredia@fiec.espol.edu.ec
[2] Ingeniero en Computación Especialización Sistemas de Información 2005; email:cpazmino@ceibo.fiec.espol.edu.ec
[3] Ingeniero en Computación Especialización Sistemas de Información 2005; email: rramos@ ceibo.fiec.espol.edu.ec
[4] Director de Tópico, Ingeniero en Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1998, Profesor de la Espol; email: PEchever@uniplex.com.ec

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito obtener alternativas óptimas en los factores principales que intervienen en la compra de activos fijos. Este proceso considera fundamentalmente los siguientes factores que intervienen en una compra como: Alternativas de financiamiento, Acuerdos de Pago, situación actual y Flujos de Utilidades proyectados de la empresa. Tales factores están sujetos a incertidumbre y variabilidad, lo que implica un comportamiento dinámico de las variables del problema. Debido a que es muy costoso realizar una inversión confiando solo en la estimación de valores promedios y modas, se complementa el análisis de inversión usando Simulación Montecarlo y heurísticas para la búsqueda de soluciones óptimas.

La Simulación Montecarlo es una herramienta poderosa que genera escenarios en los que intervienen el comportamiento e impacto de variables del problema. La empresa considera muchas alternativas atractivas, pero debe elegir la que mas se acople a su situación financiera y que brinde el mayor rendimiento, por consiguiente en un conjunto inmenso de posibles combinaciones de factores determinantes son imprescindibles métodos heurísticas como recocido simulado y algoritmo genético que brindan soluciones de buen rendimiento en tiempos computacionalmente razonables. Como resultado el inversionista tendrá un panorama completo de alternativas posibles que lo conducirán hacia mejores decisiones.

Palabras clave: *Análisis de Inversión, Simulación Montecarlo, Variabilidad, Incertidumbre, Escenarios, Recocido Simulado, Algoritmo Genético, Factores relacionados con la compra.*

Abstract

This project has the purpose of getting profitable alternatives considering the principal factors that are involved when a company makes investments in new assets. This process considers economical aspects such as financing alternatives, payment alternatives, economical situation of the company and projected benefits. This factors has variability and uncertainty, therefore the problem issues have a dynamic behavior. It is a great risk to invest trusting in average values, thus, the analysis are complemented using Montecarlo Simulation and Heuristics to looking for optimal solutions.

The MonteCarlo Simulation is a powerful tool that generates scenarios using the behavior and impact of the problem issues. A company considers a lot of attractive alternatives, but the economical analyst should choose the one that fit to the company situation and brings the biggest profit, consequently, it is necessary to use heuristics methods like Annealing Simulated and Genetic Algorithm, in a huge set of possible combinations of factors, for getting good solutions. As a result, the investor will have a complete vision of the possible financing and payment alternatives that will take the company to the best choices.

Introducción

Un "APS aplicado a la evaluación de inversiones en activos utilizando herramientas heurísticas y simulación Montecarlo" es una solución informática que ofrece una visión del panorama de los posibles escenarios que puedan ocurrir y que afectarían el retorno de la compra de activos, tomando en consideración el factor riesgo e impacto implícito, que deberá ser evaluado utilizando herramientas como análisis económico financiero, estadísticas, simulación Montecarlo y búsqueda heurística para ofrecer las mejores alternativas al tomador de decisiones dentro de un amplia gama de soluciones.

Esta solución tecnológica apoyara el proceso de toma de decisiones a nivel estratégico, para asegurar que las operaciones futuras de la empresa sean rentables. Además, permitirá minimizar los costos de oportunidad guiando a la gerencia hacia las mejores alternativas de adquisiones tomando en cuenta las posibles fuentes de financiamiento y formas de pago en las que se puede incurrir al momento de hacer la inversión efectiva.

Basado en la aplicación de métodos heurísticos de búsqueda de entorno y simulación Montecarlo, se busca predecir el posible comportamiento del retorno de la inversión en un activo y lograr una optimización de los factores de financiamientos y formas de pago que tienen mayor impacto en el proceso de compra, midiendo la rentabilidad de una inversión con su valor actual neto, obtenido de proyectar los respectivos flujos de caja a un momento presente.

Mediante la simulación de situaciones se trata de disminuir la incertidumbre existente en el dominio del problema, lo que disminuirá el riesgo. Se realiza análisis económico-financieros sobre la situación actual de la empresa, de manera que la evaluación de la inversión se base además en la solvencia y liquidez con la que cuenta la empresa antes de realizar la inversión.

Finalmente, el principal objetivo es brindar al tomador de decisiones los posibles escenarios que la empresa debería sostener si hiciere efectiva la inversión, objeto principal de nuestro análisis. De esta manera, un inversionista cuenta con una poderosa herramienta de análisis que le permite contemplar los altos y bajos de efectuar una inversión.

1. Definición del Problema y aplicación

El principal objetivo de realizar una inversión ha sido y será obtener el mayor nivel de rentabilidad posible con el menor riesgo. Para tratar de obtener esto, las empresas realizan análisis económicos y financieros que permitan de alguna manera estudiar el comportamiento de una inversión y medir su rentabilidad antes de que ésta sea realizada.

Este trabajo se centra en las inversiones en activos de una compañía. Las empresas acumulan las utilidades generadas durante varios periodos con el propósito de invertir en incrementos en niveles de producción y a su vez satisfacer una mayor demanda o simplemente incrementar el patrimonio de la empresa, para consolidar su capital. En ambos casos, la reutilización de la utilidades obtenidas en periodos anteriores es tomada como una inversión que además de ser común involucra un paso importante en el manejo administrativo y contable de la empresa.

En el mercado existen herramientas financieras de análisis a nivel de hardware, como calculadoras financieras o a nivel de software como la tan utilizada y conocida, Microsoft Excel. Dicha herramienta, involucra que el usuario deba tener un conocimiento previo del uso de funciones financieras además de tener que programar las hojas de cálculo que esta herramienta utiliza para poder realizar los análisis que desee.

Un "APS aplicado a la evaluación de inversiones en activos utilizando herramientas heurísticas y simulación Montecarlo" simplifica de gran manera el trabajo del tomador de decisiones, evitando que se vea involucrado en programación o estudios previos para utilizar la herramienta. Teniendo como datos de entrada al sistema las distintas inversiones a ser analizadas y los distintos financiamientos y formas de pago que intervienen en dichas inversiones. Cada financiamiento y forma de pago consta de distintas coberturas que representan porciones o porcentajes de la deuda total y sus respectivas alternativas ya sea de financiamiento o de pago que el mercado brinda al tomador de decisiones y servirán como datos de entrada al análisis de la inversión. La estructura de almacena de una inversión es representada con la estructura de datos de árbol y es ejemplificada con la figura 1.1. El esquema general de la solución es presentado en la figura 1.2

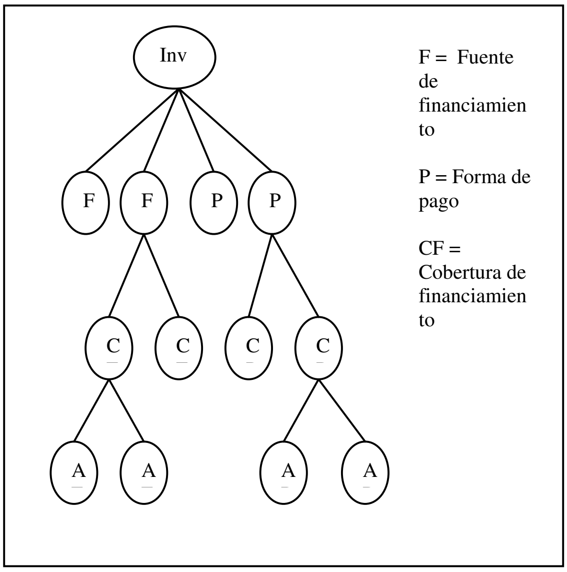

Figura 1.1 Estructura de una inversión

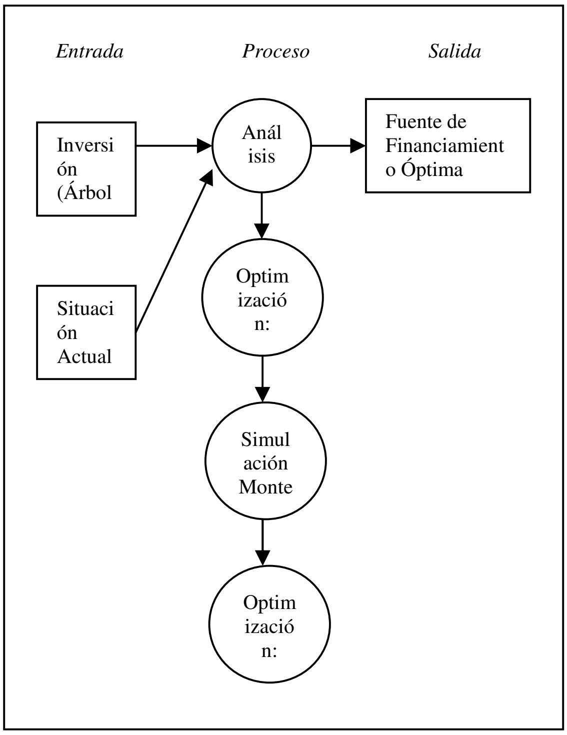

Figura 1.2 Esquema general de la solución

2. Aplicación de Recocido Simulado

Esta estrategia heurística es utilizada para resolver complejos problemas combinatorios, y cuya lógica quedó establecida a inicios de la década de los 80. El recocido simulado es un proceso computacional que refleja los pasos establecidos en el proceso físico de tratamiento térmico de materiales. En el recocido, por ejemplo, un metal es llevado a elevados niveles energéticos, hasta que alcanza su punto de fusión. Luego, gradualmente es enfriado hasta alcanzar un estado sólido, de mínima energía, previamente definido. Por su naturaleza, este algoritmo debe ser formulado como un descenso a valle en el que la función objetivo es el nivel.

El algoritmo de recocido simulado pertenece una clase de Algoritmos de búsqueda local (Local Search Algorithms) comúnmente llamada Algoritmos de Umbral [1].

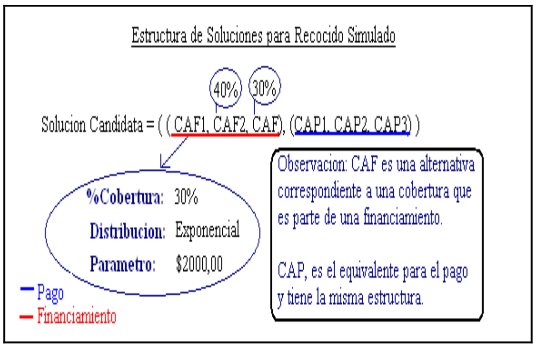

Figura2.1 Estructura de Soluciones para Recocido Simulado

El objetivo del algoritmo es obtener la combinación de alternativas de pago y fuentes de financiamiento que generen el mejor y más probable de los rendimientos o flujos de utilidades. La función de costo que maneja el algoritmo Recocido simulado trabaja sobre los resultados proporcionados por el Algoritmo genético, lo cual implica una selección entre las soluciones escogidas por el Algoritmo Genético con base en la solución candidata dada , para obtener el costo de cada combinación de financiamiento y pago que constituyen una solución candidata del recocido simulado. El costo que se evalúa en cada iteración del algoritmo es el VAN que se escoge de entre los VAN generados para cada solución candidata, usando el concepto de mediana dentro de una conjunto de datos.

Como criterio de parada se evaluara de acuerdo a un criterio aleatorio dependiente de la temperatura, numero máximo de combinaciones de alternativas de financiamiento y pago y VAN que representa el costo de cada solución candidata.

3. Simulación Montecarlo

En nuestro proyecto se utiliza el método de simulación llamado algoritmo Montecarlo para lograr estimaciones reales de las alternativas de financiamientos y alternativas de pago que el usuario desea evaluar y no con valores promedios que tienen un gran riesgo y son poco realistas. La simulación Montecarlo es una metodología mediante la cual se procesa la incertidumbre de las principales variables proyectadas en un modelo de pronósticos, a fin de estimar el impacto del riesgo sobre los resultados proyectados. También se puede decir que es una técnica mediante la cual el modelo matemático esta sujeto a varias ejecuciones de simulación, usualmente con la ayuda de una computadora[2].

Para el desarrollo de este análisis con la combinación de Forma de Financiamiento y Forma de Pago que el Recocido Simulado obtuvo. Primero, se genera un Estado de Resultados utilizando la distribución y parámetros que el usuario ingreso anteriormente de cada cuenta que intervenga en el y en el Balance General, como lo muestra la Tabla 3.1, generando valores puntuales dependiendo su distribución. Además se crean nuevas cuentas que representan la adquisición ficticia del activo (cuentas de depreciación del activo, gastos de instalación, cuenta que represente el gasto depreciación del activo y gastos adicionales) y los incrementos en ventas y gastos que se generarían al introducir ese nuevo activo a la Producción.

Cuenta	Distribución	Parámetros
Gtos. Servicio Básicos	Triangular	A:97 B:98 C: 99
Gtos. de Envió	Triangular	A:106 B:107 C: 108

Tabla 3.1 Ejemplo de cuentas con distribución y sus parámetros

A continuación se generan en la simulación los valores puntuales para el interés, plazo y Porcentaje de Descuento de la alternativa de financiamiento, cada una de las cuales posee una distribución con sus respectivos parámetros que fueron ingresados anteriormente, lo mismo ocurre para la alternativa de pago.

Tanto el Flujo de Efectivo, La formas de financiamiento y la forma de Pago con valores puntuales forman un escenario, se generaran máximo 10 escenarios y estos serán datos de entrada para el siguiente método heurística que es el Algoritmo Genético, el cual evaluara cual es el mejor escenario, esto se realizara dependiendo la cantidad total de escenarios que haya indicado el usuario.

Con esto se le permitirá evaluar la mayor cantidad de posibles escenarios de un gran espacio de posibles resultados. Esto lo hace una herramienta muy útil ya que por medio del análisis del VAN de los escenarios y herramientas estadísticas el tomador de decisiones podrá evaluar el comportamiento que tendrá la inversión.

A continuación se generan en la simulación los valores puntuales para el interés, plazo y Porcentaje de Descuento de la alternativa de financiamiento, cada una de las cuales posee una distribución con sus respectivos parámetros que fueron ingresados anteriormente, lo mismo ocurre para la alternativa de pago.

Tanto el Flujo de Efectivo, La formas de financiamiento y la forma de Pago con valores puntuales forman un escenario, se generaran máximo 10 escenarios y estos serán datos de entrada para el siguiente método heurística que es el Algoritmo Genético, el cual evaluara cual es el mejor escenario, esto se realizara dependiendo la cantidad total de escenarios que haya indicado el usuario.

Con esto se le permitirá evaluar la mayor cantidad de posibles escenarios de un gran espacio de posibles resultados. Esto lo hace una herramienta muy útil ya que por medio del análisis del VAN de los escenarios y herramientas estadísticas el tomador de decisiones podrá evaluar el comportamiento que tendrá la inversión.

4. Aplicación de Algoritmo Genético

Los algoritmos genéticos son métodos sistemáticos para la resolución de problemas de búsqueda y optimización que aplican a estos los mismos métodos de la evolución biológica: selección basada en la población, reproducción sexual y mutación [3]. Se implementa bajo el uso de las siguientes estructuras:

- Generación: formada por n cromosomas
- Cromosoma: formada por n genes
- Gen: dato simple de información
- Fitness: función de rendimiento de un cromosoma.

En la optimización de los factores de las fuentes de financiamiento (interés, plazo, periodo, descuento) y los factores de las formas de pago (interés, plazo, periodo, descuento) el procesamiento del algoritmo genético se encarga de encontrar cual es la combinación de fuente de financiamiento y forma de pago que brinde mayor rentabilidad a la inversión utilizando los valores generados con la simulación montecarlo para las variables o factores de financiamiento y pago antes mencionados y los flujos de utilidad proyectados.

Un cromosoma esta conformado de la siguiente manera:

Cromosoma = (Fuente Financiamiento, Forma Pago, Flujo de Utilidad)

El algoritmo genético recibe como datos de entrada 10 cromosomas iniciales, a los cuales se evalúa el fitness o rendimiento. Este valor es obtenido con el cálculo del valor actual neto del flujo de efectivo que representa el cromosoma (Figura4.1). Los ingresos periódicos del flujo de efectivo son las utilidades proyectadas y los egresos son las anualidades respectivas de la fuente de financiamiento y forma de pago que esta siendo evaluada. Obteniendo el valor actual de los ingresos y el valor actual de los egresos y sacando su diferencia, da como resultado el valor actual neto o rendimiento del cromosoma.

Como siguiente paso, se realiza un cruzamiento entre los cromosomas de la generación actual, de manera que se explore el espacio de soluciones, donde en un cruzamiento entre el cromosoma C_1 y C_2 se generan cuatro nuevos cromosomas que serán añadidos a la generación actual al mismo tiempo que son evaluados por la función de fitness.

Para crear una nueva generación se seleccionara a los diez cromosomas que posean el mayor fitness de entre todos los cromosomas existentes en la población.

El algoritmo genético se ejecutara hasta que el coeficiente de variación entre los cromosomas existentes dentro de la generación sea menor al 0.5.

La solución final será aquel cromosoma de la ultima generación que tenga el mayor fitness o sea que sea el flujo de efectivo (utilidades, financiamiento y pago) que brinde mayor rentabilidad a la inversión.

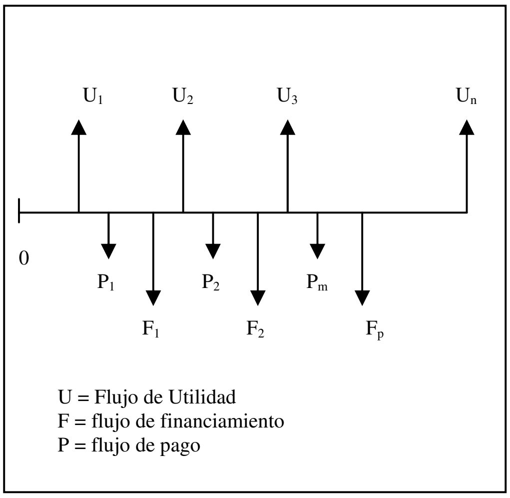

Figura 4.1 Esquema del Flujo de Efectivo

5. Resultados Obtenidos

Con la implementación de este proyecto se han obtenido mejoras notables en los resultados proporcionados por el sistema, debido a que ofrece información mas completa que estaba siendo omitida cuando solo se tomaba en consideración valores promedios.

Gracias al empleo de dos métodos heurísticas se mejoro el performance del sistema, con respecto a tiempos de respuesta debido a que no se realiza una exploración exhaustiva del conjunto de posibles soluciones el cual es muy extenso debido a la gran cantidad de escenarios generados en base al criterio a los parámetros ingresados por el usuario que pueden provenir de un experto o ser ajustado por el método de bondad de ajuste a partir de información histórica existente.

El papel del a simulación es muy importante y también demanda poder de procesamiento ya que con la información proporcionada debe generar escenarios que luego serán filtrados hacia los que son mas frecuentes y por lo tanto mas probables , de esta manera se obtiene una mayor cobertura de casos posibles.

En cuanto a restricciones los escenarios generados respetan los coeficientes de correlación entre variables para evitar escenarios inconsistentes, mientras que el algoritmo genético utiliza el criterio de ratios financieros para penalizar soluciones que n osean factibles para la situación actual de la empresa. De este modo se eliminan inconsistencias.

Finalmente una solución flexible y robusta ha sido desarrollada con el fin de apoyar la toma de decisiones en la evaluación de inversiones.

6. Conclusiones

Basado en la investigación y los resultados obtenidos en este proyecto, podemos mencionar las siguientes conclusiones:

1) El sistema puede adaptar a situaciones reales que el inversionista se pueda enfrentar como diferentes alternativas de forma de financiamiento y diversas alternativas de forma de pagos con valores que pueden variar y no siempre se mantienen constantes.

2) Dado que el espacio de búsqueda es amplio la aplicación de los métodos heurísticas escogidos disminuyen de forma significativa el tiempo de respuesta, además de que siempre trata de buscar las mejores soluciones y que se han lo mas reales posibles.

3) El Recocido Simulado nos permite realizar una exploración más rápida de todas las posibles combinaciones de forma de pago y financiamiento con el fin de obtener de la mejor combinación el escenario más probable de la inversión valiéndose del Algoritmo Genético.

4) La Simulación Montecarlo nos permite trabajar con distribuciones y de esa manera estimar el impacto del riesgo y tener una mejor percepción de los posibles escenarios que se pueden presentar.

5) El Algoritmo Genético busca el mayor rendimiento de los escenarios que tienen una forma de pago y financiamiento con valores puntuales.

Para realizar las pruebas hemos utilizado datos contables como Estados de Resultados y Balances Generales y datos de la producción como la oferta y demanda de la empresa SilvariHogar una empresa dedicada a la producción y distribución de productos de limpieza en el Ecuador.

Agradecimientos

Todo comenzó con sueño y acabo en un sistema útil y robusto, en medio de ciento de horas de programación, investigación y estudio además de largas horas de discusión y muchos momentos divertidos. Las autoras deseamos manifestar en primer lugar un agradecimiento especial a Dios ya que sin el no hubiera sido posible culminar este trabajo.

A nuestras Familias que fueron un pilar fundamental dándonos su apoyo incondicional y amor no solo durante el transcurso de este proyecto sino durante toda nuestra carrera.

También quisiéramos mostrar nuestro agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), por el conocimiento impartido durante nuestra preparación académica que hizo posible realizar un trabajo de calidad.

Referencias

a) Referencias de Internet

[1] Artículo: Inteligencia Artificial por Faustino Peraza Rodríguez
http://www.monografias.com/trabajos10/trabajos/trabajos.shtm

[3] Informática Evolutiva: Algoritmos Genéticos por Juan Julián Merelo Guervós
http://geneura.ugr.es/~jmerelo/ie/ags.htm

b) Articulo de una publicación

[2] Evaluación de Riesgo mediante Simulación Montecarlo por Alejandro Bustamante Pág. 6,7