Prácticas de Producción

Autores: Francisco Vicente Suárez Bellón, Eric Luis López Tornas.

Tutores: Gemayqzel Bouza Allende,Yeneit Delgado Kios.

Resumen:

Durante las últimas décadas, la industrializaci ón ha contribuido al deterioro medioambiental. Como resultado de esto, existe una necesidad real de que las industrias sean cada vez más eficientes en consumo de recursos naturales para mantener e levados niveles de producción. El modelo matemático que describe esa situación se ha descrito en la literatura. Este tiene una estructura jerárquica en que un líder: el estado, fija los precios para promover el reciclaje, dado que los seguidores, las empresas, minimizan los costos asociados a la obtención del recurso que necesitan ya sea mediante el reciclaje o comprándolo al líder. Este proyecto posee como objetivo el estudio de dos algoritmos para resolver el modelo en cuestión , uno de tipo Gauss-Seidel y el método de Newton.

Palabras Claves: Eco-parque industrial, Optimización bi-nivel, MPCC, Teoría de Juegos.

Abstract:

In the last decades, industrialization has contributed to deterioation of the environment. The a result of this, it is a real necessity for industries to be increasingly efficient in the consumption of natural resources to maintain high levels of production. The mathematical model that describes this situation has been described in the literature. This has a hierarchical structure in which a leader: the state, want to promote the water recycling, to make this the leader control the prices of water, so that there is a stimulus from the business sector to recycle water, where the company wants to minimize the cost with the same efficiency, where the company has to options buy the resources from the state or from the others process or company to promote the recycling. In this project aims to analyze the study of two algorithms to solve the aforementioned model, one of the Gauss-Seidel type and the other with the Newton method.

Introducción:

La modelación de los eco-parques industriales de intercambio de agua es un problema complejo con un número grande de variables como son la cantidad de agua que compra cada empresa al estado y la que es adquirida de otros procesos y empresas, además las restricciones a considerar como que tanto el agua a comprar por el líder como la adquirida por el reciclaje debe satisfacer las necesidades de cada proceso de cada empresa, siendo estas dos variables siempre positivas, además de controlar los parámetros de salida de contaminacián máxima asi como su análogo para la entrada, cumpliéndose que en para los casos en que sea aceptada la oferta hecha por parte de un provedor (otra empresa) o parte de esta, la cual es agua reciclada;

la contaminación máxima de salida suministrada debe ser menor o igual que la cantidad máxima admitida por el comprador.

. La solución planteada en este documento está dada por encontrar un equilibrio de Nash en el costo del consumo de la muestra de procesos y empresas analizar.
(En este trabajo el análisis se centra en dos empresas con un proceso por cada una.)

Nomenclatura:

x: cantidad de agua que envía la empresa 1 a la empresa 2.

y: cantidad de agua que envía la empresa 2 a la empresa 1.

z_i: cantidad de agua que envía el estado a la empresa.

$C\max I_i$: cantidad máxima de contaminante a la entrada del proceso de la empresa i

$C\max O_i$: cantidad máxima de contaminante a la salida del proceso de la empresa i

h: cantidad de horas de trabajo anual del eco-parque.

α: precio del agua fresca.

β: precio de desechar el agua.

δ: precio de bombear agua contaminada.

M_i: carga de contaminante del proceso de la empresa i.

W_i: cantidad de agua necesaria para la empresa i.

W_{zi}: cantidad de agua ofertada por el estado a la empresa i.

W_{ji}: cantidad de agua ofertada por la empresa j a la empresa i.

Modelo Matemático:

Función de costo anual para la empresa i:

$$f(t_1, t_2, z_i) = h * (\alpha z_i + \beta(z_i + t_2 - t_1) + \tfrac{\delta}{2}(t_1 + t_2))$$

Función para optimizar el costo de la empresa 1:

$$G_1(x, y, z_1) = \begin{cases} mín f(x, y, z_1) \\ S.A \begin{cases} z_1 \geq 0 \\ x \geq 0 \\ z_1 + y \geq x \\ C^1 \max O_1(z_1 + y) = C^2 \max O_2(y) + M_1 \end{cases} \end{cases}$$

Función para optimizar el costo de la empresa 2:

$$G_2(x, y, z_2) = \begin{cases} mín f(y, x, z_2) \\ S.A \begin{cases} z_2 \geq 0 \\ y \geq 0 \\ z_2 + x \geq y \\ C \max O_2 * (z_2 + x) = C \max O_1 * (x) + M_2 \end{cases} \end{cases}$$

Módelo Computacional:

El algoritmo se centra en dado unos datos iniciales sumistrados por un modelo en .xlsx en la carpeta $Data_Base$, el cual se computa para devolver las respuestas en un nuevo archivo .xlsx, en la carpeta Output donde empieza con la palabra Output y continua con el mismo nombre que tenía el archivo del cual se extrajo la información .La información antes obtenida se analiza por medio de algorit mos de programación lineal: PulP, antes de realizar dicha optimización se lleva a cabo la comprobación de las condiciones necesarias y suficientes como son: $C\max O_i <= C\max I_i\ i \neq j$; en caso de no cumplirse se toma la decisión de hacer dicha oferta como nula, análogamente se procede con después de analizado las condiciones anteriores a comprobar que: $z_i \geq 0$, $x \geq 0$, $z_j + y \geq Wi$ donde la empresa i serái la que se comenzá a analizar. El algoritmo analiza un proceso a la vez tomando como que la oferta que este le hace su contrario será aceptada por este

El algoritmo se centra en dado unos datos iniciales sumistrados por un excel. Se trata de un proceso iterativo, cada iteración optimiza el costo de una empresa y emplea el resultado como parámetro para la optimización de la siguiente empresa. Los parámetros iniciales son suministrados mediante un documento excel. Para optimizar el costo de la empresa i se toma como parámetro W_i ,W_{zi} ,W_{ji} ,α ,β, δ, h, $C\max I_i$, $C\max O_i$ y M_i . Primeramente se analiza que se cumplen las condiciones de factibilidad, de cumplir los parámetros con las restricciones $z_1 \geq 0$, $x \geq 0$, $z_1 + y \geq x$, $C^1 \max O_1(z_1 + y) = C^2 \max O_2(y) + M_1$ se suministrado al solver PulP. El cual devuelve un vector solución de cuatro componentes, el costo, z_i, el agua comprada a la empresa j y la oferta de venta de la empresa i a la empresa j. Este último componente se utiliza como parámetro para optimizar el costo de la empresa j. El ciclo de optimización se ejecutara la cantidad de veces indicada por el usuario siempre que los parámetros del problema cumplan las resticciones de sus respectivas funciones.

Ejemplos Númericos:

Parámetro	Caso					
	1		2		3	
	empresa 1	empresa 2	empresa 1	empresa 2	empresa 1	empresa 2
W_i	10000	10000	10000	10000	10000	10000
W_{zi}	10000	10000	10000	10000	10000	10000
W_{ji}	10000	10000	50000	50000	10000	10000
α	1	1	10	7.5	1	1
β	0.35	0.25	0.25	0.35	0.25	0.35
δ	1	4.5	1	1	1	1
h	10	10	10	10	10	10
$C\max I_i$	100	70	100	70	100	70
$C\max O_i$	200	90	200	90	200	90
M_i	75	50	75	50	20	25

Resultados:

Resultados	Caso		
	1	2	3
x	0	0	0
y	10000	10000	10000
z_1	0	0	0
z_2	10000	10000	100001
Costo para la empresa 1	200000	7500	75000
Costo para la empresa 2	75000	975000	500000

Debido a la dimensión del problema solo tomamos los resultados de la primera iteración del ciclo. El código se ejecuto en un PC HP Pavilion 15 con procesador AMD Ryzen 3 2300U 2.00 GHz, 12.0 GB de memoria RAM en el sistema operativo Windows 10 con configuración de 64 bits.

Proyecto de Númerica:

A continuación se expone la solución del problema de optimización usando el método de Newton. Este se encuentra implementado en la función Newton Raphson, la cual recibe como parámetros un vector de 12 componentes $f(x)$, halla la matriz jacobiana del sistema de ecucaciones y su descomposión LU usando los métodos jacobian y LUsolve respectivamente. Esta última se representará por A. El método tomara una aproximación de la solución $x^{(k)}$ para encontrar una aproximación $x^{(k+1)}$ usando la ecuación :

$$A * (x^{(k+1)} - x^{(k)}) = -f(x^{(k)}) \quad k = 0,1,2...$$

donde $x^{(0)}$ es el vector 0_{12}. El método tendrá como condición de parada $||x^{(k+1)} - x^{(k)}|| < e_1$ y $|| \frac{x^{(k+1)} - x^{(k)}}{x^{(k+1)}} || < e_2$.

Ejemplos Númericos :

Resultados	Casos		
	1	2	3
x	0	0	0
y	0.000021	0.000021	0.000021
z_1	0	0	0
z_2	0.000021	0.000021	0.000021

Bibliografía:

(1) Ramos, Manuel(2016): Water integration in eco-industrial parks using a multi-leader-follower approach.