

Instructivo para el manejo del Programa STORM

La siguiente es una interpretación del manual de Storm.

La Programación Lineal (LP) se emplea para encontrar la combinación de niveles para un grupo de actividades potenciales (las variables) que mejor utiliza una cantidad limitada de recursos.

Para aplicar LP, necesitamos una función objetivo o funcional lineal y un conjunto de ecuaciones o inecuaciones lineales (las restricciones).

En LP, todas las variables pueden tomar un valor real cualquiera (dentro de un rango).

En programación entera, todas las variables admiten valores enteros únicamente.

En programación entera mixta, admitida también por STORM, se pueden incluir los dos tipos de variables.

Ingreso de datos usando STORM:

El programa del LP tomado como ejemplo, guardado en el archivo LP.DAT , tiene la forma:

maximizar $26x_1 + 28x_2$

sujeto a $0.9 x_1 + 1.3 x_2 \leq 670$

$0.7 x_1 + 0.6 x_2 \leq 620$

$x_1 + 0.4 x_2 \leq 720$

$0.2 x_1 + 0.3 x_2 \leq 165$

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

Para leer este archivo se debe clickear en el ícono Abrir Archivo [Open File] y elegir LP.DAT que ilustra las entradas en la pantalla Editor, que, además, son iguales en LP (programación lineal) y en IP (programación entera).

La caja Parámetro Modelo

Desde la ventana Detailed View (Vista detallada), se accede a la caja Model Parameter haciendo click en el ícono correspondiente o seleccionando Parameters desde el menú Format. Si es la primera vez que se ingresan datos, esta caja será lo primero que aparezca.

Después del título usual, se necesitará ingresar:

Número de variables:

Número de restricciones: Hay que incluir todas las restricciones, excepto la no-negatividad.

Solución inicial dada: Quizás se desee iniciar el procedimiento de la solución usado por STORM con una solución de elegida, que será ingresada en la fila INIT SOLN que se encontrará en pantalla.

Si se contesta "no", esta fila será ignorada.

Tipo de objetivo (Max/Min): Se debe especificar qué tipo de optimización se busca.

Ventana Datos Detallados:

Si se están ingresando datos por primera vez, esta ventana aparecerá después que se hayan ingresado todos los datos necesarios en la caja Model Parameter y se haya hecho click en OK. Si se está leyendo un archivo de datos ya existente, esta ventana aparecerá después que se haya abierto el archivo.

En la hoja de cálculo de esta ventana hay una columna para cada variable (los nombres de cada columna pueden ser editados). Los ingresos en estas columnas se hacen en las siguientes filas:

OBJ COEFF: coeficiente de todas las variables en la función objetivo.

Constraints 1, 2, ...: en la fila provista para cada restricción, se ingresa el coeficiente de la variable.

VARBL TYPE: cada variable puede ser definida aisladamente como cualquiera de los siguientes tipos (el código a ingresar se encuentra entre paréntesis):

continua no-negativa (P)

entera no-negativa (IP)

continua no-positiva (N)

entera no-positiva (IN)

continua sin restricciones (U)

entera sin restricciones (IU)

entera cero/uno (0-1)

omitida para el problema (O)

LOWR BOUND, UPPR BOUND: estas dos filas permiten establecer un límite superior y/o inferior para la variable. Se debe asegurar que se establecen límites coherentes entre sí y con el tipo de variable. (De otro modo, se generaría un sistema incompatible). Este límite puede ser ingresado alternativamente como una restricción adicional.

La información adicional acerca de las restricciones debe ser ingresada en las filas de restricciones, en las columnas siguientes.

CONST TYPE: para elegir una de las siguientes:

menor o igual (<=)

mayor o igual (>=)

igual (=)

omitida (O)

RHS: Se deben ingresar los términos independientes

RANGE: este ingreso permite límites tanto superiores como inferiores. Por lo tanto, si queremos $b \leq a_1 x_1 + \dots + a_n x_n \leq B$, podemos especificar CONST TYPE = <=, RHS = B y RANGE = B - b

Ejecución del LP

Para ejecutar, se debe hacer click en el ícono Traffic Light o se seleccionará Execute desde el menú Process. El cuadro de diálogo LP Report permite ir directamente al resultado final o, si se prefiere, observar la salida a cada paso del algoritmo. Si no interesan los resultados intermedios, saltar a la sección siguiente.

Informes de soluciones intermedias

En cada iteración por el método Simplex, el cuadro de diálogo LP Report ofrece la opción de ir directamente al óptimo o de ir a la próxima solución. También permite revisar alguno o todos los reportes: un reporte resumido, un reporte detallado o una presentación en tabla de la solución actual. También es posible revisar los datos del problema en forma de ecuación. Los reportes seleccionados aparecerán en la ventana de reportes a la derecha del cuadro de diálogo, después de hacer click en Generate Reports.

Informes de salida para la solución óptima

Como con los pasos intermedios, la solución final está disponible en un informe resumido o detallado. Se agregarán nuevas variables, las slacks

El informe detallado muestra, para cada variable:

- Su valor en la solución. En el problema del ejemplo, estos valores son:
 $x_1 = 710.64$, $x_2 = 23.40$
- Su coeficiente de costo en la función objetivo
- Sus costos reducidos: la cantidad por la que la función objetivo se incrementará si una unidad más de esta actividad se agrega a la solución, con los cambios compensatorios de otros niveles de actividad
- Su estado: básico si es parte de la solución; si es no-básico, muestra si está en un límite superior o en uno inferior. Por ejemplo, la variable no-negativa usual (límite inferior, cero) sin otros límites está en su límite inferior cuando es no-básica

Luego se da el valor de la función objetivo.

Debajo de esto, para cada restricción, se nos informa:

- Su tipo (\leq , \geq ó $=$)
- Su término independiente (R.H.S.)
- El valor de la variable de slack o de surplus: la cantidad por la que un recurso está infrautilizado, o la cantidad por la que excedemos los requerimientos mínimos.
- El precio sombra o el precio dual (también valor marginal): la cantidad por la que la función objetivo se incrementará si el término independiente es incrementado en una unidad; es decir, si una unidad adicional de un recurso está disponible, o si un requerimiento mínimo es incrementado en una unidad. Los precios sombra son siempre cero si hay una slack positiva.

El informe resumido da sólo los valores y los costos de las variables que tienen valores distintos de cero en la solución y el valor resultado de la función objetivo.

También están disponibles otros dos reportes que aumentan la información sobre la solución óptima

Análisis de sensibilidad

Este tipo de análisis nos dice en qué rango de valores un determinado parámetro del problema puede variar, si todos los demás permanecen sin cambios, sin alterar la estructura de la solución de alguna manera.

STORM hace esto para dos tipos de parámetros. Primero, el análisis de sensibilidad de los coeficientes de costo, o cost ranking, muestra cuánto puede variar el coeficiente de una función objetivo sin alterar la solución.

Para nuestro ejemplo, el coeficiente de costo, que se supone 26, podría estar en realidad entre 19.38 y 70 y la solución óptima se mantendría (710.6, 23.4)

El segundo informe, análisis de sensibilidad de los términos independientes, muestra el intervalo sobre el cual cualquier término independiente puede variar sin cambiar el conjunto de variables parte de la solución. Por lo tanto, las 670 unidades del recurso limitado en la primera restricción podrían ser desde 648 hasta 737.7 y las mismas variables se mantendrían básicas, **si bien sus valores cambiarían**. En este rango, el valor de la función objetivo **cambia en proporción al precio sombra asociado**.

Análisis paramétrico

Este análisis revela la manera en que la solución óptima (es decir, el conjunto de variables básicas y el valor de la función objetivo) varía como función de uno de los términos independientes. Se tendrá un cuadro que permite elegir los términos independientes (o sea, las restricciones) que se quiera investigar. Después se muestra una salida que incluye los intervalos sucesivos de términos independientes, dentro del abanico promedio de valores, en el cual la base se mantiene sin cambiar. Para cada rango se dan los siguientes datos:

- El precio sombra del término independiente. Esto expresa la tasa a la que la función objetivo incrementa por un cambio de una unidad en el término independiente
- El rango de valores de la función objetivo correspondiente al intervalo de términos independientes. Estos valores se muestran justo debajo del intervalo de términos independientes
- La variable que se va y la variable que entra, a medida que se alcanza el límite del intervalo y cambia la base

Ejecución del IP

Para ejecutarlo, se debe hacer clic en el ícono Traffic Light o elegir Ejecutar del menú Process. Ya que la solución de problemas que incluyen variables enteras usa una búsqueda que demanda mucho más tiempo de procesamiento, a diferencia del simplex, el cuadro de diálogo Reporte IP ofrece varias opciones que permite controlar el tiempo de cómputo. Específicamente, se tienen las siguientes opciones.

Calidad de la solución [Solution Quality]: Si estamos dispuestos a aceptar una solución que no es necesariamente la óptima, pero de la que se garantiza que está dentro de un cierto porcentaje de la óptima, ingrese aquí indicando el margen de error.

Tamaño del lote para los nodos [Batch size for nodes]: Si se fija en un entero n , se mostrará el valor de la función objetivo cada n nodos y se dará la opción de buscar otros n nodos o de terminar con un reporte completo.

En la parte superior del cuadro de informe, los límites inferiores y superiores se reportarán para el óptimo, para ayudar a evaluar, en cualquier etapa, la proximidad con respecto a éste.

Informes de salida del IP

Si se piden reportes para cada solución mejorada y/o cuando se alcanza la solución final (que puede no ser óptima, si se decide terminar antes de la optimización), se puede elegir un informe resumido, uno detallado u obtener los datos del problema en forma de ecuación.

En el informe resumido, la primera parte simplemente muestra los valores de las variables y también repite los coeficientes de la función objetivo y los rangos posibles. Como de costumbre, los números que tienen que ser enteros se muestran sin la parte decimal. La otra parte del informe da la cantidad de variables slacks que sigue en cada restricción y repite su tipo y el término independiente.

El informe detallado es útil a la hora de resolver un IP mixto. Habiendo resuelto los problemas, STORM fija las variables enteras en sus valores óptimos y resuelve para las demás variables continuas como un programa lineal ordinario. Por supuesto, sus valores se obtienen de todas formas, pero los informes de salida disponibles para programas lineales dan más información que la que puede obtenerse de programas enteros. Específicamente, ahora tenemos el costo reducido de cada variable y el precio sombra para el término independiente de cada restricción.

Imprimir y guardar reportes de salida en LP / IP

Mientras estamos en el cuadro de diálogo de reporte de LP o de IP, todos los informes elegidos aparecen en la ventana informe de sólo-venta a la derecha. Cada nuevo informe seleccionado es anexado a los que se habían elegido antes. En cualquier momento, se puede limpiar la ventana de informe, haciendo click en Clear Report. Después de haber generado todas las salidas deseadas, se hace click en OK para ver los informes finales en el visor de reportes de STORM.

Desde ahí, es posible imprimir o guardar la salida eligiendo el ítem asociado desde el menú File.