
FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES / OPTIMIZACIÓN
PROYECTO
PRIMER SEMESTRE 2024

Problema de asignación

Enunciado

En una empresa se busca asignar de forma óptima a sus trabajadores en las diversas tareas que deben llevarse a cabo.

Se sabe que los trabajadores están clasificados según su nivel de especialización. Además, las tareas están clasificadas según los mismos niveles de especialización de tal manera que una tarea de cierto nivel de especialización puede ser ejecutada solo por trabajadores de tal nivel, o bien, uno superior, pero no inferior.

Cada tarea requiere de cierta cantidad de tiempo para ser completada y cada trabajador puede ser asignado por una cantidad determinada de tiempo. Todas las tareas deben ser completadas en su totalidad.

Todos los trabajadores de cierto nivel de especialización suponen un costo por unidad de tiempo y un costo fijo asociado a asignar a cierto trabajador a cierta tarea en específico. A estos costos los llamaremos *costos 1*. Además, existe un costo por sobrecalificación asociada a cada tarea¹.

Cada trabajador puede ser asignado a máximo N tareas, pero para completar una tarea puede requerirse más de un trabajador. No obstante, no se pueden asignar más de dos tercios del total de los trabajadores a solo una tarea.

La empresa cuenta con un presupuesto P para la asignación de tareas que no puede ser superado, y busca:

1. Minimizar *costos 1*.
2. Minimizar costos de sobrecalificación.

¹Si un trabajador es de nivel de especialización 5 y es asignado a una tarea que requiere un nivel de especialización 3, entonces se ha incurrido en una sobrecalificación de $5 - 3 = 2$. Ahora bien, si se hubiese asignado a un trabajador de nivel de especialización 3, no se hubiese incurrido en sobrecalificación.

Creación de parámetros

- El nivel de especialización por trabajador debe ser generado según una distribución triangular con mínimo 1, máximo 8 y moda 8.
- El nivel de especialización por tarea debe ser generado según una distribución triangular con mínimo 1, máximo 8 y moda 1.
- El tiempo disponible por trabajador depende del parámetro N :
 - Si $N = 1$, el tiempo disponible por trabajador debe tomar un valor aleatorio entre 300 y 450, de 10 en 10.
 - Si $N = 2$, el tiempo disponible por trabajador debe tomar un valor aleatorio entre 400 y 550, de 10 en 10.
 - Si $N = 3$, el tiempo disponible por trabajador debe tomar un valor aleatorio entre 500 y 650, de 10 en 10.
 - Si $N = 4$, el tiempo disponible por trabajador debe tomar un valor aleatorio entre 600 y 750, de 10 en 10.
- El tiempo necesario por tarea debe tomar un valor aleatorio entre 30 y un límite superior, de 10 en 10. El límite superior depende del parámetro N :
 - Si $N = 1$, el límite superior es 300.
 - Si $N = 2$, el límite superior es 400.
 - Si $N = 3$, el límite superior es 500.
 - Si $N = 4$, el límite superior es 600.
- El costo por unidad de tiempo por trabajador depende de su nivel de especialización y tomará valores aleatorios según los límites establecidos en la siguiente tabla:

Nivel de especialización	Costo por unidad de tiempo
1	5 - 10
2	10 - 15
3	15 - 20
4	20 - 25
5	25 - 30
6	30 - 35
7	35 - 40
8	40 - 45

- El costo fijo asociado a asignar un trabajador a cierta tarea debe tomar un valor aleatorio para cada combinación según el rango 4000 – 8000. Mientras que el costo por sobrecalificación por tarea debe tomar un valor aleatorio según el rango 10000 – 30000.
- El presupuesto P debe tomar un número entre dos tercios del número de trabajadores por 10000 y cuatro quintos del número de trabajadores por 10000.

Preguntas

■ Entrega 1:

1. Formule el modelo matemático. Debe definir Conjuntos, Parámetros, Variables, Función objetivo y Restricciones. Además, debe agregar una breve descripción/explicación de la Función objetivo y de las Restricciones.
2. Explique todos los posibles casos de infactibilidad según el modelo formulado en el ítem anterior.
3. Cree un generador de instancias en Python (u otro lenguaje de programación) siguiendo las indicaciones de la sección Creación de Parámetros y de la sección Asignación por grupo. Cualquier suposición o arbitrariedad debe ser brevemente explicada.

■ Entrega 2:

1. Cree un generador de modelo en Python (u otro lenguaje de programación) específico para el software asignado a su grupo (indicado en Asignación por grupo).
 - a) LPSolve.
 - b) MiniZinc.
2. Análisis de resultados. Use gráficos y tablas para respaldar sus observaciones. Debe incluir análisis sobre la función objetivo y cómo se comporta a medida que crece el tamaño de la instancia y sobre cómo impacta el parámetro N y la construcción de los parámetros de tiempo en sus resultados y la factibilidad del problema.
3. Análisis de tiempos de resolución. Usando gráficos y tablas comente cómo se comportan al menos 2 variables que se relacionen con los tiempos de resolución a medida que crece el tamaño de las instancias.

Instancias

Pequeñas		Medianas		Grandes	
<i>I</i>	<i>J</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>I</i>	<i>J</i>
10-19	5-7	80-104	30-44	300-359	100-139
20-29	8-12	105-129	45-59	360-419	140-179
30-39	13-18	130-154	60-74	420-479	180-219
40-49	19-23	155-179	75-89	480-539	220-259
50-60	24-30	180-205	90-105	540-600	260-300

En total debe correr 15 instancias, donde la cardinalidad de los conjuntos I y J, trabajadores y tareas, respectivamente, va cambiando. Para determinar la cardinalidad de los conjuntos en cada instancia debe tomar un número aleatorio según los rangos dados. Por ejemplo, para la instancia número uno el conjunto I tomará un número aleatorio entre 10 y 19, inclusive, mientras que el conjunto J tomará un número aleatorio entre 5 y 7, inclusive.

Asignación por grupo

Cada grupo debe realizar su proyecto únicamente para la función objetivo, parámetro N y en el software de resolución asignado según su número de grupo.

Grupo	Función objetivo	Parámetro N	Software
1	1	1	a
2	1	2	b
3	1	3	a
4	1	4	b
5	2	1	a
6	2	2	b
7	2	3	a
8	2	4	b
9	1	1	b
10	1	2	a
11	1	3	b
12	1	4	a
13	2	1	b
14	2	2	a
15	2	3	b
16	2	4	a