

### Planificación de micronúcleos demográficos.

0. Planificación de micronúcleos demográficos. Base aérea, límites de la ciudad, 05:53 hrs. La ciudad es como una maquinaria cuyo funcionamiento se compone de diversas actividades socioeconómicas (laborales, educativas, recreativas). Por el momento se tiene que reducir la actividad y movilidad en los espacios públicos, por lo que no todas las actividades pueden realizarse de forma simultánea. Para determinar qué actividades tendrán autorización de realizarse y en qué momento se elaborará un calendario, especificando días y horarios. Se cuentan con  $M$  intervalos de tiempo, de duración máxima  $T$  y recursos máximos  $R$  para llevarse a cabo. Mientras tanto, hay  $N \gg 1$  actividades,  $x_k \in \{0,1\}$  (i.e. 1 si se incluye la actividad en el intervalo, 0 en caso contrario) con duración  $\tau_k$ , con tiempos de inicio  $s_k$  y fin  $f_k$ , recursos necesarios  $r_k$ , prioridad  $v_k$  y riesgo  $r_k$ , para  $k = 0,1,2, \dots, N - 1$ . Proponga un algoritmo para planificar las actividades dentro del calendario, cuidando que no haya traslape de actividades (en ese caso puede asignar la actividad a otro intervalo), maximizando la prioridad total y minimizando el riesgo. Cuenta con  $X$  aviones en su escuadrón para realizar esta tarea. Cada avión se encuentra disponible por un tiempo máximo  $A$  y puede apoyar a transportar hasta  $B$  recursos necesarios para las actividades incluidas en el calendario. Aborde esta problemática con base al problema NP-Completo de Planificación (Scheduling). Lleve a cabo las acciones necesarias para realizar una asignación adecuada de actividades y ayudar a que se lleven a cabo, minimizando el número de viajes.

#### Mi solución:

Pongámonos en contexto, después de ver la cantidad de tipos de actividades que se pueden tener con los factores que definen una actividad, considere que se tiene que tomar una decisión poniendo en juego siempre algo. Por lo que es importante contemplar la importancia de las cosas desde una perspectiva como humano.

Por lo que mi manera de pensar influyo al tomar decisiones a la hora de la planificación, al igual que siempre considere los factores a optimizar, en este caso es: maximizar la prioridad y minimizar el riesgo y la cantidad de viajes. Los cuales, en cuestión de importancia, están en ese orden, prioridad, riesgo y cantidad de viajes, porque al tener 3 factores que optimizar, también hay que tener en cuenta cuál de ellos es el que tiene más carga, o en otras palabras, si existe un factor  $p$ , el cual es afectado y como consecuencia afecta al resto, entonces se puede decir que ese factor juega un papel relevante en la toma de decisiones y por otra parte, tenemos el factor que una vez agotado, se puedan buscar otras alternativas para sustituirlo en caso de que sea necesario.

Esto se va a definir teniendo muy presente el objetivo al que quieras llegar. El objetivo que me planteé fue el siguiente:

Realizar la mayor cantidad de actividades de prioridad alta, no importando el valor de su riesgo. Mi justificación es la siguiente: ya que si no se llevan a cabo pueden desatar más riesgos de los que se tienen ya, o perjudicar otras áreas. Teniendo como consecuencia mas problemas.

Un punto relevante del por qué la prioridad y el riesgo están en ese orden de importancia es que, si la actividad fuese de prioridad alta y riesgo alto se les debe apoyar con todos los recursos que requiera la actividad, ya que de otra forma esta puede aumentar su riesgo y no habrá de otra más que apoyar con los recursos necesarios para que se pueda llevar a cabo actividades de este tipo, ya sea con un segundo plan si es que ya no se cuenta con los aviones disponibles, en este caso, para poder auxiliar.

Hasta ahora solo he definido la importancia de los factores a optimizar. Ahora, viendo que la cantidad de tipos de actividades que podríamos tener, teniendo  $j$  factores que las defina es:

$$u^j$$

Donde  $u$  es la cantidad de formas en la que el factor se puede definir en función de su valor, es decir,  $factor_t - alto, factor_t - b, \dots, factor_t - bajo$ . Observemos que la cantidad  $u$  entre más grande, más precisa será la definición, pero también sería más difícil de planificar por tipo de actividad, porque además estaríamos haciendo la planificación de forma cualitativa.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que las actividades tienen más de un factor, los cuales son: prioridad, riesgo, recursos a usar y tiempo que toma hacer el traslado de esos recursos con ayuda de un avión. Aclarare que este ultimo factor no se menciona en el planteamiento de la problemática, pero me pareció un factor importante para tener un mayor control del tiempo total del que disponemos de los aviones, además de que tienen otros factores que, si se mencionan como la duración, tiempo de inicio y fin, los cuales van mas de la mano con la planificación a la cual todavía no llegamos.

Entonces, lo que hare será ponderar los 4 factores. Lo hare mediante una matriz o tabla L. Donde contrarrestamos cada criterio contra los otros criterios.

Para hacer este tipo de matrices y obtener de ello una ponderación de los factores, se toman en cuenta algunos valores con significados particulares:

1 = criterio igual de importante.

5 = el criterio de la columna es más importante que el criterio fila.

10 = el criterio de columna es mucho mas importante que el criterio fila.

1\5 = el criterio de columna es menos importante que el criterio fila.

1\10 = el criterio de columna es mucho menos importante que el criterio fila.

Por lo que, una vez puesto un valor se pondrá su reciproco en su permutación, para tener información concisa. Importante, la diagonal queda totalmente en blanco, ya que no podemos contrarrestar un criterio consigo mismo.

<b>Criterio\Criterio</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Recursos a usar</b>	<b>Tiempo de uso-avión</b>	<b>Suma</b>
<b>Prioridad</b>		0.2	0.1	0.1	
<b>Riesgo</b>	5		1	0.2	
<b>Recursos a usar</b>	10	1		0.2	
<b>Tiempo de uso-avión</b>	10	5	5		
<b>Total</b>	25	6.2	6.1	0.5	37.8
<b>Peso ponderado</b>	0.66	0.16	0.16	0.01	

Lo anterior se escogió, con base a lo que se planteó y definió en un principio de mi solución.

Una vez que ya tenemos estas ponderaciones, lo que seguirá será hacer la evaluación de cada actividad, de acuerdo a sus valores en estos 4 aspectos que se consideraron. De esta forma ya será más sencilla planificación que estará dada de forma cuantitativa.

Un punto muy importante que hay que aclarar es que con estas ponderaciones respecto a los criterios que se eligieron, se pretende conseguir una sola cantidad que defina a cada una de las actividades que se den, siendo la actividad con más prioridad, menor riesgo, menos cantidad de recursos a usar y menor cantidad de tiempo de uso del avión, la que tenga la cantidad más alta en la suma de sus factores ponderados. Una vez dicho lo anterior, hay dos formas de hacerlo, pero finalmente resultara lo mismo. Así que optare por tomar el resto del  $factor_t$ , siempre y cuando lo que se busque con este factor sea la minimización.

Por ejemplo:

Escala

Prioridad 66%

Riesgo 16% - donde el 16% representa menor riesgo

Recursos 16% - donde el 16% representa menor cantidad de recursos

Tiempo de uso de avión 1% - donde 1% representa un tiempo de uso menor del avión

Debemos tomar las cantidades más altas de todas las actividades de los recursos que se tienen que minimizar. En este caso serán los siguientes 3 y a dichas cantidades le restamos el valor respectivo de la actividad que se quiere ponderar.

Riesgo máximo D

Recursos máximos J

Tiempo de uso de avión máximo L

Una vez realizado lo anterior solamente con los últimos 3 factores, esa *nueva cantidad* es la que se debe ponderar de acuerdo a la escala. Posteriormente, se realiza la suma de las cantidades correspondientes para obtener el valor de la actividad en cuanto a sus factores. A este número le llamaremos  $suma_t$ , donde el subíndice indica el numero de la actividad.

El siguiente paso que se debe hacer, es tener un registro (lista doblemente ligada) donde estén ordenadas las actividades según su valor de  $suma$ , de manera decreciente. Este ordenamiento se puede hacer con un algoritmo optimizado, en este caso nos convendría usar *Heapsort* ya que es uno de los algoritmos con  $O(n \log_2 n)$  para una gran cantidad de datos. Donde para encontrar los datos que se vayan requiriendo se harán mediante búsqueda binaria que tiene una complejidad  $O(\log_2 n)$ .



Ilustración 1

Una vez que ya tenemos definido como es que se tendrá que ir haciendo la elección de las actividades, lo que nos queda es ver como se tiene que hacer la planificación. Por lo que requeriremos de otro ordenamiento, en este caso será la de las actividades, pero se hará en cuanto a su hora de inicio.

En ambos arreglos, además de tener el valor por el cual fue ordenado es importante también guardar el número de la actividad y el valor de sus factores que lo definen.



Ilustración 2

Mi idea para la planificación de las actividades está planteada en los siguientes pasos:

1. Visitar el elemento que se encuentra más a la izquierda en la  $lista_{horaInicio}$ , a este elemento le llamaremos  $v_{estrella}$ .
2. Hacer una lista nueva, le llamaremos  $lista_{tiempoX}$ , la cual contenga actividades con valor de tiempo de inicio igual que el valor de  $v_{estrella}$ .
3. Ordenar la lista, que se creó en el paso anterior, en orden descendente, pero en esta ocasión será por el valor de  $suma$  de cada actividad, para ello hacemos uso de la  $lista_{suma}$ .
4. Se recorrerá la lista ya ordenada y se tendrá que ir comparando con los intervalos de los días en los que esté disponible ese horario.
5. Se quedará en el intervalo que encuentre primero, es decir, en el que coincida con el horario. Para posteriormente hacer más verificaciones.
6. Se verificará que los recursos que tenga el intervalo no se sobrepasen con esa actividad.
  - 6.1. Si se pasa de recursos y no se puede dividir. Como todos los intervalos tienen la misma cantidad de recursos, en este caso en la redacción del problema esta como R. No tiene caso seguirle buscando un intervalo. Y esta actividad va a formar parte de las actividades que se tendrán que poner en un calendario con intervalos de características diferentes al que se está trabajando.
    - 6.1.1 La actividad se incorpora a una  $lista_{otroCalendario}$ .
  - 6.2. Si se pasa de recursos y se puede dividir. Se divide de tal modo que la actividad no sobrepase los recursos del intervalo.
    - 6.2.1. **Se asigna a dicho intervalo parte de la actividad que se ajustó.**
    - 6.2.2. **Se actualiza el valor del tiempo del avión que se usó.**
    - 6.2.3. El resto de la actividad, se creará como una actividad nueva, actualizando el valor de sus factores, en caso de ser necesario.
    - 6.2.4. **Se agregará de nuevo a la  $lista_{tiempoX}$ .**
    - 6.2.5. **Se elimina la actividad original de la  $lista_{horaInicio}$  y de la  $lista_{suma}$ .**
  - 6.3. No sobrepasa los recursos.
    - 6.3.1. **Se asigna a dicho intervalo.**
    - 6.3.2. **Se actualiza el valor del tiempo del avión que se usó.**
    - 6.3.3. **Se elimina de la actividad de las  $lista_{horaInicio}$  y de la  $lista_{suma}$ .**
7. Una vez que se haya terminado con  $lista_{tiempoX}$ . Verificar que la lista haya quedado vacía.
  - 7.1. Cuando no queda vacía. Es porque las actividades que quedaron ya no tienen intervalo donde quedaban, es decir, ya no había espacio en algún día para ellas. Por lo que se tendrá que aumentar el tiempo general que se tenía contemplado o hay que verificar si pueden ser cambiadas de horario.
    - 7.1.1. Sí pueden ser cambiadas de horario. Pasar al paso 8-10.
  - 7.2. Cuando queda vacía. Regresar al paso 1.

8. Se modifica el valor de los factores  $tiempo_{inicio}$  y  $tiempo_{fin}$ .
9. Se vuelven a agregar a la  $lista_{horaInicio}$  y  $lista_{suma}$ .
10. Se repite el paso 1, hasta que la  $lista_{horaInicio}$  quede vacía.

Cuando estemos realizando estos pasos puede que me quede sin aviones, pero como se dijo en un principio este tipo de apoyo puede ser reemplazado por otro medio.

Finalmente, entre tantos factores que tenía que cuidar, trate de que la prioridad siempre fuera la máxima y por ello lo de la ponderación, para que en el transcurso de la planificación no se saliera tanto de mis manos, además de que los recursos si o si se repartieran.

Solamente quiero comentar que ahora que estuve tratando de resolverlo, me di cuenta de que si tiene su papel bien merecido como problema NP-completo.