**Pruebas del caso de estudio con los modelos**

Para las pruebas de las que no se indica lo contrario, el tiempo de resolución es muy corto. Para las resoluciones que no hayan sido óptimas por la limitación de tiempo del servidor resulta imposible consultar el valor de las variables.

**Modelo básico 1**

El modelo básico 1 contempla la reconstrucción de la red y el reparto a través de ella. No incluye restricciones de tiempo, fiabilidad ni seguridad.

Siendo los subíndices

v Tipos de vehículo

/0\*1/

w Vehículos posibles de tipo v

/0\*n/

si considero n = 3000, por ejemplo, que serían los necesarios para cubrir un alto porcentaje de la demanda contemplada (un 70% sobre el 30% de población objetivo) excede el límite de memoria. Para n = 35 resuelve en una hora, para n = 100 tarda 12 horas, y para n = 150 no acaba de resolver por límite de memoria quedando a un 75% del óptimo y sin devolver los valores de las variables.

Para salvar esta limitación técnica se considera los v como convoyes de vehículos en lugar de vehículos individuales, reduciendo así n. Se han realizado las siguientes pruebas

* Con convoyes de 1000, 300 y 80 T, n = 30: resuelve
* Con convoyes de 1000, 80, n = 40, resuelve
* Con convoyes de 500 y 80 T, n = 70: resuelve

**Modelo 1 con restricciones de fiabilidad y seguridad**

Contempla las restricciones del modelo básico 1 y las de fiabilidad y seguridad. Esto supone todas las restricciones excepto la temporal. No se ha conseguido ninguna resolución satisfactoria. Cuando no resuelve, es porque excede el límite de tiempo permitido por el servidor.

* Fiab = 0.85, Segur = 0.85: no resuelve, dista 58% del óptimo
* Fiab = 0.91, Segur = 0.91: no resuelve, dista 65% del óptimo
* Fiab = 0.93, Segur = 0.93: no resuelve, dista 31% del óptimo
* Fiab = 0.95, Segur = 0.95: no resuelve
* Fiab = 0.96, Segur = 0.96: no resuelve, dista 69% del óptimo
* Fiab = 0.965, Segur = 0.9965: no resuelve
* Fiab = 0.97, Segur = 0.97: resuelve, reparte solo a 2 nodos
* Fiab = 0.99, Segur = 0.99: resuelve, no reparte nada

**Modelo 1 con restricción temporal**

Contempla las restricciones del modelo básico 2 y la temporal. Esto supone todas las restricciones excepto las de fiabilidad y seguridad. Se ha fijado un presupuesto holgado para la reconstrucción y el transporte, así como las siguientes limitaciones temporales

* Tmax = 45’’: no resuelve, excede el tiempo permitido
* Tmax = 1h 45’’: queda a 8% del ótpimo

**Modelo básico 2 (modelo de flujo)**

El modelo básico 2 contempla la reconstrucción de la red y el reparto a través de ella. No incluye restricciones de tiempo, fiabilidad ni seguridad.

Variando presupuestos para cada una de las dos etapas, resuelve de forma satisfactoria siempre la minimización de la demanda insatisfecha.

Se estudia a continuación minimizar el criterio de equidad Eq = “máxima proporción de demanda insatisfecha". Se tiene en cuenta un presupuesto ilimitado para la fase de reparto. El presupuesto para la rehabilitación está considerado millones de dólares. Para la rehabilitación total de la red (política muy ineficiente) se requieren 138. Las resoluciones se comportan de la siguiente manera:

* Presupuesto de rehabilitación = 20: resuelve, Eq = 1
* Presupuesto de rehabilitación = 30: no acaba de resolver
* Presupuesto de rehabilitación = 36: queda a un 0.36% del óptimo
* Presupuesto de rehabilitación = 38: resuelve, Eq = 0.29
* Presupuesto de rehabilitación = 40: queda a un 0.16% del óptimo
* Presupuesto de rehabilitación = 50: queda a un 0.14% del óptimo
* Presupuesto de rehabilitación = 60: resuelve, Eq = 0.29

**Modelo 2 con restricciones de fiabilidad y seguridad**

Contempla las restricciones del modelo básico 2 y las de fiabilidad y seguridad. Esto supone todas las restricciones excepto la temporal.

Los valores de fiabilidad y seguridad de cada arco están comprendidos entre 0.985 y 1. Se consideran presupuestos relativamente holgados para la reconstrucción y el reparto. Se estudia la minimización de la demanda insatisfecha. Las resoluciones se comportan de la siguiente manera:

* Valor mínimo aceptable de fiabilidad y seguridad = 0.8: queda a 0.05% del óptimo
* Valor mínimo aceptable de fiabilidad y seguridad = 0.9: no acaba de resolver
* Valor mínimo aceptable de fiabilidad y seguridad = 0.91: resuelve, satisface un 62% de la demanda

**Modelo 2 con restricción temporal**

Contempla las restricciones del modelo básico 2 y la temporal. Esto supone todas las restricciones excepto las de fiabilidad y seguridad.

Solamente se obtiene el tiempo resultante de la ida del flujo. se cuenta con 10 horas de sol. Asumiendo una descarga de una hora de toda la carga, se cuenta con 4.5 horas de ida y las consiguientes 4.5 horas de vuelta. La limitación que debería considerarse es pues de 4.5 horas. Sin embargo, a la hora de realizar las resoluciones para minimizar demanda insatisfecha con presupuestos holgados se obtiene:

* Tmax = 1h: resuelve rápidamente, puede llegar a solamente 4 nodos con demanda
* Tmax = 1h 45’: tarda horas en resolver, llega a 16 de los 60 nodos
* Tmax = 2h 30’: queda a un 25% del óptimo

Se ha aplicado la simplificación de considerar convoyes de vehículos. En lugar de tipos de vehículos con 20, 12 y 2 toneladas respectivamente, se consideran convoyes con las siguientes capacidades.

* 300, 80 y 2 T. Tmax = 1h y 45’: queda a un 16% del óptimo
* 1000, 300 y 80 T. Tmax = 2h: queda a 54% del óptimo

**Conclusiones**

Aunque en el segundo modelo funciona bien, el primer modelo con la implementación de fiabilidad y seguridad no soporta el caso de estudio. Ambas restricciones se imponen de la forma

Seguridad =E= sum(i,j, Usado(i,j)\*probabilidad\_ataque(i,j)))

y acotando Seguridad, siendo probabilidad\_ataque la matriz de seguridad por arcos. Se define análogamente para Fiabilidad.

No logro salvar tampoco la dificultad del tamaño del problema para ambos modelos cuando se considera una restricción temporal demasiado holgada. La implementación del tiempo para el modelo 2 es la que se propone en RecHADS,

T(j) >= T(i) + dist(i,j) - M\*(1 - Usado(i,j))

Por su parte, para el modelo 1 es

T(v,w) = sum(i,j, X(i,j,v,w))\*dist(i,j)

siendo X(i,j,v,w) la variable que determina si el vehículo w-ésimo de tipo v realiza el trayecto del nodo i al nodo j; añadiendo en ambos modelos una acotación para todos las variables T.

Por otro lado, me he dado cuenta de que todas las rutas de reparto alcanzando todos los nodos se pueden recorrer perfectamente en menos de 6 horas, con lo que en principio siempre se podría realizar el reparto de día.

En resumen, el primer modelo no soporta seguridad y fiabilidad y ninguno soporta el tiempo.

**Cuestiones**

¿Que tarde demasiado en resolver bajo ciertas condiciones puede generar muchos problemas a la hora de aplicar las técnicas multiobjetivo?

¿Cómo podría cambiar las condiciones del problema o la formulación de los modelos si es que se pueden para que fuera resoluble en el tiempo que permite el servidor?