

Examen Final de GRAU-IA

(15 de enero de 2020)

Duración: 2 horas 30 minutos

1. (5 puntos) Debido al aumento de desastres naturales que requieren la cooperación internacional (los terremotos de Peru, Albania y Pakistán, el tifón Hagibis en Japón, el huracán Dorian en las islas de las Bahamas, las grandes inundaciones en Filipinas e Indonesia), la Oficina Para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de la ONU ha decidido crear un SBC que ayude a tomar decisiones sobre el tipo de ayuda a enviar dependiendo de cada caso. El sistema se limitará a la resolución puntual de la respuesta rápida a emergencias súbitas ocurridas por desastres naturales (y no para desastres de duración prolongada como los incendios en Australia). Se quiere construir este SBC de manera que, en base al tipo de catástrofe, su magnitud y las características del lugar decida el tipo de ayuda que haga falta y haga una estimación del número de personas y del número de unidades de material de cada tipo que hay que enviar.

Para poder decidir el tipo de ayuda que se necesita enviar en cada caso, el sistema ha de recibir información sobre el desastre natural. Cada desastre sobre el que se ha de actuar recibe un nombre (por ejemplo "tifón Hagibis" o "inundación Filipinas") y la fecha en que ocurrió el desastre. También se guarda el tipo de desastre (huracán/tifón, terremoto, inundación, erupción, desprendimiento de tierra...) y la magnitud del desastre, donde cada desastre tiene su propia escala de magnitudes: velocidad del viento (en km/h) para huracanes, grados en la Escala de Richter para terremotos, nivel del agua (en metros) y extensión inundada (en m²) para las inundaciones, radio de afectación (en km) y volumen de lava expulsada (en m³) para las erupciones, metros cúbicos de tierra para los desprendimientos, y así para el resto de tipos de desastre. También se necesita saber el número estimado de personas afectadas por el desastre que necesiten ayuda y el número estimado de heridos.

El sistema tendrá además información sobre el lugar del desastre (que se clasifica en isla, costa continental, interior continental). De los lugares se ha de guardar el nombre del país, el nombre del lugar (si el desastre es del tamaño de todo el país, el nombre del lugar coincidirá con el nombre del país), la latitud (en grados, un número con decimales) y la longitud (en grados, con decimales). También se necesita saber las características orográficas relevantes (valle, montaña, altiplano, desierto, estepa, río, lago, mar, oasis, glaciar) y para cada característica su nombre geográfico. En el caso de las montañas se ha de guardar también la altura máxima sobre el nivel del mar (en metros). En el caso de valles, altiplanos, desiertos y estepas se ha de guardar su extensión (en km²). Para las características orográficas que son fuentes de agua natural (río, lago, mar, oasis, glaciar, ...) se ha de guardar su nombre, la distancia (en km) a la población más cercana, si es navegable o no, y si el agua es potable, no potable pero potabilizable o no potabilizable. Hay que saber también el tipo de clima de la zona (tropical húmedo, desértico, seco, ártico...), la temperatura mínima y máxima del lugar según la previsión meteorológica para los próximos 7 días y en el caso de clima tropical saber también la humedad relativa esperada.

Hay que tener información de los servicios públicos que aun funcionan en el lugar (luz, agua canalizada, alcantarillado, gas, radio, telefonía), y para cada uno se ha de tener la estimación de su funcionamiento (en porcentaje, donde 100% significa servicio funcionando a la perfección) y en el caso del agua canalizada se ha de saber su grado de potabilidad (en porcentaje) después del desastre ya que a veces la calidad del agua canalizada empeora por roturas de las tuberías o por contaminación de las fuentes. También hace falta saber el estado de las vías de comunicación hasta el área del desastre (carreteras, vías de tren, puertos y aeropuertos) y para cada vía de comunicación se ha de guardar el tipo de vía y su estado actual (en porcentaje). Además se necesita saber si existen reservas de alimentos y medicinas en el lugar, pero no se guardará el detalle de cada alimento o medicina, solo una estimación de cuantos días durarán esas reservas. Y finalmente hace falta saber si en la zona del desastre existe algún conflicto militar o terrorista que pueda dificultar el suministro, y en ambos casos se ha de saber el número de milicianos o terroristas (respectivamente) y el nivel de peligrosidad asociado al conflicto (de 1 a 10).

Con toda esa información el sistema ha de poder identificar el volumen de afectados (pocos si son menos de 10000 personas, muchos en caso contrario); el volumen de heridos (pocos si son menos de 300, muchos si está entre 300 y 750, masacre si es mayor de 750); la disponibilidad de agua potable canalizada (si el servicio de agua canalizada tiene un grado de funcionamiento por debajo del 60% o un grado de potabilización por debajo del 80% entonces consideramos que no hay agua potable); la disponibilidad de una fuente de agua potable o potabilizable cerca (cerca si está a 20 km o menos de la población más cercana y su calidad es potable o potabilizable, lejos si está a más de 20 km de la población más cercana y su calidad es potable o potabilizable, ninguna en caso de fuentes no potabilizables); el nivel de destrucción (elevado en caso de terremotos por encima de los 6,5 grados Richter, huracanes por encima de los 250 km/h, erupciones con más de 5000 m³ de lava expulsada o desprendimientos de tierra de más de 10000 m³, y leve en caso contrario); el estado de las vías de comunicación (totalmente funcional si su estado es superior al 70%, parcialmente funcional si su estado está entre el 20% y el 70%, e inoperativa si está por debajo del 20%); el estado del servicio eléctrico (afectado si el grado de funcionamiento es por debajo del 60%, no afectado en caso contrario); el estado del servicio de telefonía (afectado si el grado de funcionamiento es por debajo del 50%, no afectado en caso contrario) y finalmente si es una zona peligrosa para el personal de ayuda (mucho si el grado de peligrosidad del conflicto es por encima del 6, poco si está entre el 6 y el 2, nada si está por debajo del 2).

La ayuda puede ser en material o en personas. El material de ayuda se mide en número de unidades (cada material tiene asociado un peso por unidad, en kg) y puede ser de muchos tipos: consumibles (packs de alimentos, packs de medicinas, cisternas de agua y garrafas de combustible), ropa, material de campaña (tiendas de campaña y hospitales

de campaña, en ambos casos se guarda la capacidad en número de personas), material de servicios (generadores de electricidad, potabilizadoras y equipos de comunicaciones), maquinaria pesada (grúas y excavadoras, en ambos casos se guarda el peso máximo en toneladas que pueden mover) y vehículos (aviones, barcos, camiones y helicópteros, en todos los casos se guarda el volumen de carga -en m³- y el peso máximo de carga -en toneladas-). Además la ayuda también puede incluir personal humano: médicos, psicólogos, traductores, bomberos, ingenieros civiles, expertos en logística, pilotos, policías y efectivos militares (para proteger al resto del personal humano y/o en zonas de guerra). Para todos estos casos no hace falta guardar información de personas individuales, sino el número de médicos, psicólogos, traductores... que hará falta movilizar en la zona.

Los expertos en logística de desastres naturales nos han dado ejemplos sobre como toman algunas de las decisiones a la hora de decidir la ayuda a enviar:

- si el volumen de afectados es elevado se ha de incluir muchos alimentos y muchos psicólogos; si hay un volumen de heridos elevado o masacre se han de incluir muchos hospitales de campaña, muchos médicos y muchas medicinas;
- si el nivel de destrucción es elevado o el estado de las vías de comunicación es impracticable se han de enviar muchos ingenieros civiles y mucha maquinaria pesada; si el nivel de destrucción es leve y las vías de comunicación son funcionales (parcialmente o totalmente) se envían pocos ingenieros civiles y maquinaria;
- si hay un volumen de afectados elevado, hay fuentes de agua utilizable para el consumo cerca del lugar y la calidad de ese agua es potable o potabilizable se enviarán muchas potabilizadoras; si hay un volumen de afectados elevado y no hay fuentes cerca o el agua no es potabilizable se mandarán muchas cisternas de agua potable;
- si el volumen de afectados es muchos y el servicio eléctrico del lugar está afectado hay que llevar muchos generadores de electricidad; si el volumen de afectados es pocos y el servicio eléctrico del lugar está afectado hay que llevar pocos generadores de electricidad; si el volumen de afectados es muchos y el servicio de telefonía está afectado hay que llevar muchos equipos de comunicaciones; si el volumen de afectados es pocos y el servicio de telefonía está afectado hay que llevar pocos equipos de comunicaciones;
- si la zona es muy peligrosa se han de movilizar muchos militares; si hay muchos médicos o muchos psicólogos o muchos ingenieros civiles o muchos militares harán falta muchos traductores;
- si hay mucho material o mucho personal de ayuda que mover se usarán muchos vehículos; si hay muchos vehículos harán falta muchos pilotos y mucho combustible;
- si hacen falta muchos medicos y muchos hospitales de campaña, enviar un hospital de campaña por cada 200 heridos y un médico por cada 60 heridos;
- si hacen falta pocos medicos y pocos hospitales de campaña, enviar un hospital de campaña por cada 100 heridos y un médico por cada 30 heridos;
- si hay un aeropuerto con un estado de funcionamiento superior al 60% todo el personal y parte del material de primera necesidad (medicinas, alimentos, tiendas de campaña, hospitales de campaña) se enviará en avión;
- si hay un puerto con un estado de funcionamiento superior al 40% el material de servicios, la maquinaria pesada y los vehículos se enviarán por barco;
- si el estado de las carreteras es superior al 40% la ayuda se distribuirá en camión; si las carreteras están demasiado dañadas la ayuda se distribuirá en helicópteros
- el número exacto de vehículos de cada tipo se calculará a partir del numero de personas, y del peso total de las unidades de material a mover;
- se enviará un experto en logística por cada 90 personas que se envían;
- si hacen falta muchos o pocos militares se enviará un militar por cada 3 milicianos en la zona, y 10 militares por cada terrorista.

- a) (2,5 puntos) Diseña la ontología del dominio descrito, incluyendo todos los conceptos que aparecen en la descripción e identificando los atributos más relevantes. Lista que conceptos forman parte de los datos de entrada del problema y que conceptos forman parte de la solución. (Nota: tened en cuenta que la ontología puede necesitar modificaciones para adaptarla al apartado siguiente).
- b) (2,5 puntos) El problema descrito es un problema de análisis. Explica cómo lo resolverías usando clasificación heurística, usando los conceptos de la ontología desarrollada en el apartado anterior. Da al menos 4 ejemplos de reglas (suficientemente variadas, utilizando diferentes conceptos) para cada una de las fases de esta metodología.

2. (5 puntos) La empresa *LuxeCar* fabrica artesanalmente coches deportivos de alto nivel de calidad con un look clásico que está atrayendo a nuevos clientes. Para poder organizar las tareas dentro de su fábrica nos han pedido un sistema inteligente de control que les ayude a planificar como paralelizar los pasos que requieren los pedidos y gestionar correctamente los recursos compartidos (taller de pintura, taller de carrocería, taller de mecánica y pulidora de pintura).

Los pasos de producción para todos sus coches son, en este orden:

- crear carrocería - se crea una carrocería completa, sin pintar (requiere un taller de carrocería que esté libre)
- pintar carrocería - se pinta la carrocería (requiere de un taller de pintura libre)
- montar los elementos mecánicos - a la carrocería ya pintada se le añaden todos los elementos mecánicos (requiere un taller de mecánica que esté libre)
- montar los elementos del interior - se añaden todos los elementos del interior del coche y se conectan con la mecánica (requiere un taller de mecánica que esté libre)

Segun el gusto del cliente hay tres pasos adicionales que pueden añadirse en algunos pedidos:

- montar kit sport - es un paso opcional que le añade un pack de elementos deportivos, tanto al exterior de la carrocería como en el interior del vehículo (este paso solo se puede hacer tras haber montado el interior del coche; requiere un taller de carrocería que esté libre)
- pulir pintura - es un paso opcional donde se pule la pintura en los casos en los que el cliente quiere un acabado extrabrillante (se puede insertar este paso en cualquier momento, siempre que el coche esté pintado y que, en caso de que el cliente haya pedido un kit sport, este ya esté montado; requiere de un taller de pintura libre y de una pulidora)
- crear certificado - solo si lo pide el cliente se crea un certificado de autenticidad para el vehículo de ese pedido (se puede insertar este paso en cualquier momento, no requiere recursos compartidos, se coge el certificado ya impreso en un papel especial con detalles en oro y se escriben a mano los datos del vehículo)

Es importante observar que tenemos pasos que son totalmente independientes del resto (crear carrocería y crear certificado) y pasos que dependen de que uno o más pasos en el pedido esten hechos ya para poder iniciarse. De cada recurso compartido puede haber uno o más de uno en la fábrica. Cada uno de los talleres tiene el personal calificado (que no se comparte con otros talleres o lugares de la fábrica) y dispone de todas las herramientas y todas las piezas necesarias para su actividad, pero hay algunas herramientas como la (o las) pulidora(s) que al usarse menos se han de compartir. Para los recursos compartidos (ya sean talleres o herramientas) nos piden que se modele explícitamente las acciones de asignar y liberar ese recurso, evitando que el sistema recomiende cosas incompatibles como dos pedidos que usan la pulidora a la vez o un pedido montando una carrocería y otro pedido añadiendo un kit deportivo en el mismo taller de carrocería.

En el momento de instalar el sistema, la empresa ha de realizar un inventario de los recursos compartidos que hay. Y luego cada día ha de introducir los pedidos a realizar en ese día, diciendo para cada pedido qué pasos se han de realizar. El resultado es un plan que lista el orden en que han de realizarse los pasos para servir los pedidos del día, evitando conflictos. Solo se pide un orden de las tareas, no se tiene que modelar su duración o hacer una planificación minuto a minuto.

- a) (3,5 puntos) Describe el dominio (incluyendo predicados, acciones, etc...) usando PDDL. Da una explicación razonada de los elementos que has escogido. Ten en cuenta que el modelo del dominio ha de poderse extender no sólo a más o menos pedidos por día sino también a más o menos recursos compartidos (por ejemplo 4 talleres de pintura y dos pulidoras).
- b) (1,5 puntos) Para probar el sistema nos dan el caso particular de una de las posibles configuraciones que se estan planteando para la fábrica, con un taller de carrocería, dos talleres de pintura, una máquina pulidora (a compartir por los dos talleres de pintura) y un taller de mecánica. Y nos dan como datos de prueba una posible lista de pedidos para un día dado con los pasos a hacer:

<i>pedido</i>	<i>crear carroceria</i>	<i>pintar carroceria</i>	<i>pulir pintura</i>	<i>montar mecánica</i>	<i>montar interior</i>	<i>montar kit sport</i>	<i>crear certificado</i>
P1	X	X		X	X		X
P2	X	X	X	X	X	X	X
P3	X	X	X	X	X		
P4	X	X		X	X		X
P5	X	X		X	X	X	
P6	X	X	X	X	X		
P7	X	X		X	X		X

Describe este problema usando PDDL. Da una breve explicación de cómo modelas el problema.