Examen Parcial de IA

(30 de octubre de 2006)
grupo 10
Duración: 2 horas

1. (3.5 puntos) Queremos asignar un conjunto de seminarios a una lista de aulas. Para cada seminario tenemos la fecha tentativa en la que debería realizarse, pero sabemos que tenemos un margen de hasta tres días que podemos usar para retrasar su inicio. También disponemos de la duración del seminario (1, 2 o 3 horas).

   Para cada aula sabemos en qué fecha está disponible y durante cuántas horas (1, 2 o 3 horas). Un aula sólo se puede reservar para todo el periodo durante el que está disponible, por lo que si el seminario dura menos estaremos perdiendo horas.

   El objetivo sería asignar los seminarios a las aulas de manera que se minimice el número de horas desperdiciadas y que los seminarios se retrasen lo mínimo posible. Supondremos que tenemos aulas suficientes para asignar todos los seminarios y que hay muchas más aulas que seminarios. Se nos plantean las siguientes formas de solucionar el problema:

   a) Queremos utilizar A^* de manera que ordenamos las aulas según la fecha en las que están disponibles (en caso de estar disponible en la misma fecha decidimos un criterio de ordenación). Procedemos a asignar los seminarios siguiendo el orden establecido utilizando dos operadores: asignar un seminario que quepa en las horas disponibles y que no viole las restricciones de fecha de inicio (el coste sería las horas disponibles del aula) o no asignar nada al aula (el coste sería cero). Como función heurística utilizaremos la suma de horas de seminario que quedan por asignar.

   b) Queremos usar hill climbing generando una solución inicial mediante un mecanismo voraz que vaya asignando cada seminario en la primera aula disponible que cumpla las restricciones de fecha de inicio teniendo en cuenta el margen de tres días. Como operadores utilizamos intercambiar dos seminarios de aula si no se viola ninguna restricción. Como función heurística se utiliza la suma de horas disponibles de las aula usadas más el número de días de retraso de cada seminario respecto a la fecha tentativa de inicio.

   Comenta cada una de las posibilidades indicando si resuelven o no el problema, qué errores te parece que tiene cada solución y cómo se podrían corregir, y qué ventajas e inconvenientes tienen cada una de ellas. Justifica la respuesta.

2. (5 puntos) Al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales se le sale el dinero por las orejas y, a través del IMSERSO, quiere proporcionar viajes gratuitos a los jubilados. Para ello, el Ministerio intenta repartir a los N jubilados que se apuntan a la iniciativa anualmente entre los M hoteles con los que mantiene un convenio (no hay restricciones sobre N y M). Un jubilado puede tener una discapacidad de tipo A, B o C, y puede presentar al IMSERSO un máximo de tres lugares a los que prefiere viajar. Por otra parte, cada hotel dispone de un número de plazas a precio único (cada hotel un precio) y está habilitado para discapacidades de tipo A, B y/o C, o no estarlo para ninguna.

   El reparto debe:

   - maximizar el número de jubilados con plaza asignada
   - minimizar el precio total que se deberá gastar el Ministerio
   - priorizar la asignación de jubilados que han viajado menos a través del IMSERSO.
   - intentar respetar al máximo las preferencias de los jubilados
   - respetar las discapacidades de los jubilados

   En los siguientes apartados se proponen diferentes alternativas para algunos de los elementos necesarios para plantear la búsqueda (solución inicial, operadores, función heurística, ...). El objetivo es comentar la solución que se propone respecto a si es correcta, es eficiente o es mejor respecto a otras alternativas posibles. Justifica las respuestas.

   Sea,

$A = \sharp$jubilados asignados a plazas
$B = \sharp$jubilados con preferencias satisfechas
$C =$ suma de frecuencias de viajes de los jubilados asignados
$D =$ precio total de la asignación
$E =$ suma de los precios de todas las plazas de todos los hoteles
$F =$ numero total de plazas de los M hoteles

a) Usar Hill-climbing tomando como solución inicial el reparto en el que ninguna plaza ha sido asignada y como función heurística a optimizar:

$$h'(n) = A + B + C + D$$

b) Usar Hill-climbing K veces, tomando K soluciones iniciales aleatoriamente construidas de manera que se respeten las discapacidades de los jubilados asignados. Quedarse con la solución resultante que obtenga mejor valor heurístico. Usar como operadores `asignar/desasignar(jubilado, plaza)`. Usar como función heurística a optimizar:

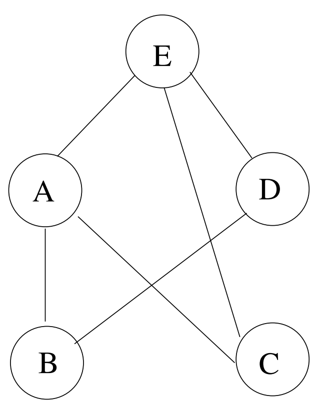
$$h'(n) = \frac{\frac{(A+B)}{N}}{\frac{C}{10*N} + \frac{D}{E}}$$

c) Usar Hill-climbing tomando como solución inicial la asignación de jubilados con menos frecuencia de viajes, intentando llenar primero los hoteles más baratos y respetando las discapacidades. Se propone el operador `intercambiar(jubilado1, jubilado2)` si el jubilado1 tiene una plaza que cumple la posible discapacidad del jubilado2. La función heurística a optimizar es $h'(n) = A + B$.

d) Usar Algoritmos Genéticos representando una solución como una secuencia de $N \cdot F$ bits, donde cada bit representa la asignación de un jubilado a una plaza hotelera. Se propone el uso de los operadores de cruce y mutación habituales.

3. (1.5 puntos) Dado el siguiente grafo de restricciones donde cada restricción es una condición de desigualdad y los siguientes dominios para las variables:

A={1,2}
B={2,3}
C={1,3}
D={2,3}
E={1,3}



Haz la ejecución del forward checking hasta encontrar la primera solución

Examen Parcial de IA

(31 de octubre de 2006)
grupo 20
Duración: 2 horas

1. (3.5 puntos) En la pasarela Gaudí han de organizar diez desfiles, dos por día, sabiendo que algunos diseñadores se niegan a desfilar el mismo día que algún otro. Se han de asignar las y los modelos a los desfiles y no puede suceder que la misma persona desfile más de tres veces el mismo día. Cada diseñador ha confeccionado una lista negra con los modelos que de ninguna manera quiere que salgan en su desfile. Los organizadores de la pasarela han de pagar a los modelos y cada uno tiene su tarifa por participar en un desfile. Obviamente, los organizadores quieren pagar lo menos posible. La organización se plantea dos estrategias distintas para resolver el problema de la pasarela:

   a) Usar un algoritmo de búsqueda local intentando minimizar el coste de la pasarela. La función heurística es la suma de las tarifas de los que participan en los desfiles. La solución de partida coloca dos diseñadores cualesquiera en cada uno de los días y tantas modelos como necesite cada diseñador para su desfile. Los operadores de cambio de estado son `intercambiar_desfile`, que intercambia los días en que desfilan dos diseñadores, `añadir_modelo` a un desfile concreto, `quitar_modelo` de un desfile e `intercambiar_modelo` entre dos desfiles.

   b) Usar un algoritmo de satisfacción de restricciones. Primero resolver el problema de asignar modelos a cada uno de los desfiles, teniendo en cuenta las listas negras de cada diseñador, y luego, una vez determinada la composición de cada desfile, montar el calendario (qué dos desfiles tocan cada día) teniendo en cuenta que no se emparejen dos diseñadores que no se pueden ver y que no haya modelos que desfilen más de tres veces el mismo día.

   Comenta cada una de las posibilidades indicando si resuelven o no el problema, qué errores te parece que tiene cada solución y cómo se podrían corregir, y qué ventajas e inconvenientes tienen cada una de ellas. Justifica la respuesta.

2. (5 puntos) Parques y Jardines ha de decidir qué plantas va a colocar en un parque de X Ha. En el almacén tienen K plantas distintas y de cada planta se sabe la superficie que ocupa (s) su coste (c) la duración esperada de vida (v) y su temporada de auge (t). Los valores para la temporada de auge son: TT, PV, OI. Se trata de escoger un subconjunto C (con $C \lll K$) de plantas diferentes que quepa en el parque de modo que se maximice la superficie que ocupan, se minimice el coste, la vida esperada del conjunto sea mayor de T años y se garantice la siguiente composición:

   - de las de temporada=PV ha de haber un 30 % de las X Ha como mínimo,
   - de las de temporada=OI ha de haber un 20 % como mínimo y
   - de las de temporada=TT ha de haber un 10 % como mínimo.

   La duración esperada de la vida del conjunto (vec) se calcula sumando la vida esperada de cada planta y dividiendo el resultado entre el número de plantas involucradas j, con $j = |C|$, es decir:

   $$vec = \frac{\sum_{i=1}^{j} v_i}{j}$$

   Una posible solución a este problema se puede obtener mediante el uso de algoritmos de búsqueda local. En los siguientes apartados se proponen diferentes alternativas para algunos de los elementos necesarios para plantear la búsqueda (solución inicial, operadores, ...). Recuerda que el objetivo es minimizar el valor de la función heurística. Comenta muy brevemente la solución propuesta respecto a si es correcta y si es mejor/peor respecto a otras alternativas posibles. Justifica tus respuestas.

   a) Se propone usar Hill-Climbing. La solución de partida contiene la planta que cubre la mayor superficie de todas. El operador disponible es `poner_planta` y la función heurística es

   $$h'(n) = \sum_{i=1}^{j} s_i - \sum_{i=1}^{j} c_i$$

b) Se propone usar Hill-Climbing. La solución inicial se obtiene escogiendo plantas secuencialmente hasta que no quepan más. Los operadores de cambio de estado son: `quitar_planta`, siempre y cuando la planta a quitar haga que se cubra el porcentaje mínimo para la temporada de esa planta, y `añadir_planta`, siempre y cuando la superficie total ocupada no supere X Ha. La función heurística es

$$h'(n) = (\sum_{i=1}^{j} \frac{c_i}{s_i}) - (T - vec)$$

c) Se propone usar Hill-Climbing. La solución inicial se construye de la siguiente manera: se forman 3 grupos de plantas, uno por temporada de auge, y se ordena cada grupo en orden creciente de precio. Sobre cada grupo ordenado, se van tomando plantas hasta que se cubre el porcentaje mínimo de superficie para cada una de las temporadas. Finalmente, se agrupan las plantas no colocadas de los 3 grupos y se van poniendo en la solución las más baratas hasta que no quepan más. El operador de transformación es `sustituir_una_por_otra` que quita una planta de la solución y coloca en su lugar otra que no estaba. Para aplicarlo se ha de cumplir que la solución resultante siempre cubra los mínimos de temporada y la superficie total que ocupe no supere X Ha.

La función heurística es:

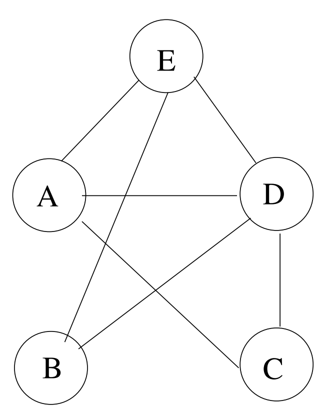
$$h'(n) = (\sum_{i=1}^{j} \frac{s_i}{c_i}) + (T - vec)$$

d) Se propone usar un algoritmo genético. Un individuo es una tira de K bits, y cada bit identifica a una planta. Cada uno de los individuos de la población de partida es una codificación binaria de las diferentes soluciones iniciales que se pueden obtener aplicando el algoritmo propuesto en el apartado c). Como operadores utilizamos los habituales de cruce y mutación. La función de fitness vale ∞ si la superficie ocupada es mayor que X y en el resto de casos es

$$h'(n) = (T - vec) \cdot (X - \sum_{i=1}^{j} \frac{c_i}{s_i})$$

3. (1.5 punto) Dado el siguiente grafo de restricciones donde cada restricción es una condición de desigualdad y los siguientes dominios para las variables:

A={1,2}
B={2,3}
C={1,2}
D={1,2,3}
E={1,2,3}



Haz la ejecución del forward checking hasta encontrar la primera solución

Examen Parcial de IA

(30 de octubre de 2006)
grupo 30
Duración: 2 horas

1. (3.5 puntos) Despues de los incendios del verano se nos plantea el problema de repoblar las áreas afectadas. Dada un área concreta de cierto número de hectáreas decidimos volver a repoblarla de manera que se minimice la probabilidad de incendios futuros. Para solucionar el problema dividimos el área en una cuadrícula de $N \cdot M$ y nos planteamos cuanto plantar en cada área.

   Podemos decidir un factor de repoblación que va de 0 a 3 (0 significa ninguna repoblación, 1 significa mínima repoblación, 3 significa máxima repoblación). Cada factor de repoblación lleva asociado un riesgo de incendio que es 0 en el caso de que el factor de repoblación sea 0, 1 en el caso de que el factor de repoblación sea 1 o 2 y 2 en el caso de que sea 3. Para mejorar el problema podemos colocar hasta D depósitos de agua en la zona, si colocamos un depósito en un área con factor de repoblación mayor que 0 disminuimos el riesgo de incendio en 1, podemos colocar como máximo un deposito en un área. Obviamente, no tiene sentido poner un deposito de agua en un área que no repoblamos.

   El objetivo es encontrar una solución en la que la suma de los factores de repoblación sea el máximo posible y que el riesgo de incendio sea menor que un valor I. Se nos plantean dos posibilidades para solucionar el problema:

   a) Queremos utilizar A* de manera que recorremos la cuadrícula de la esquina superior izquierda a la inferior derecha. El estado es la asignación que hemos hecho del factor de repoblación y los depósitos de agua a las áreas recorridas. Utilizamos como operador poner un factor de repoblación entre 0 y 3, asignando o no un deposito a esa área. El coste del operador es el riesgo de incendio. La función heurística es el número de áreas que nos quedan por visitar y vale infinito si el camino actual supera el riesgo de incendio máximo (I).

   b) Queremos utilizar búsqueda local generando una solución inicial en la que todas las áreas tienen factor de repoblación 0. Los operadores son aumentar o disminuir el factor de repoblación de un área o colocar o quitar un depósito de un área. La función heurística que queremos optimizar es:

   $$h'(n) = \sum_{i=1,j=1}^{M,N} RiesgoDeIncendio_{i,j} - \sum_{i=1,j=1}^{M,N} FactorDeRepoblacion_{i,j}$$

   Comenta cada una de las posibilidades indicando si resuelven o no el problema, qué errores te parece que tiene cada solución y cómo se podrían corregir, y qué ventajas e inconvenientes tienen cada una de ellas. Justifica la respuesta.

2. (5 puntos) Una empresa constructora especializada en complejos residenciales desea diseñar cada complejo de acuerdo a unos criterios homogéneos. Del total de superficie disponible habrá siempre una zona comunitaria destinada a zona verde y otros servicios comunes. Esta parte tendrá una superficie mínima y una superficie máxima a ocupar del total del complejo. Los chalets a construir son de K tipos distintos en función de los metros cuadrados que ocupan y su distribución interior. Cada tipo de chalet tiene asociado un precio y un beneficio en la venta. La relación entre precio y beneficio no es lineal. En cada complejo debe haber un mínimo de chalets de cada tipo, por lo que todos los tipos estarán representados. Entre la zona común y los chalets se ocupará toda la superficie disponible. Y como es habitual la empresa desea obtener el máximo beneficio posible, siempre cumpliendo los criterios mencionados y procurando mantener unos precios ajustados.

   En los siguientes apartados se proponen diferentes alternativas para algunos de los elementos necesarios para plantear la búsqueda (solución inicial, operadores, función heurística, ...). Comentar cada apartado indicando si se considera correcta, eficiente, mejor que otra, ... Justifica tus respuestas.

   a) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial la superficie total destinada a zona comunitaria. Los operadores disponibles serían añadir y quitar chalet. Se plantea como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets menos la suma total de los beneficios.

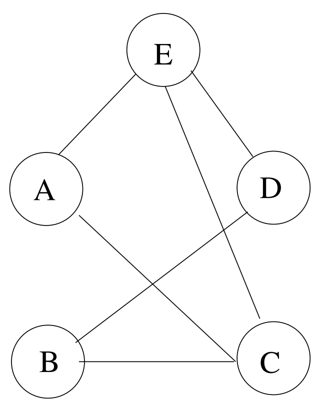
   b) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial una primera asignación del mínimo de chalets de cada tipo y completar con chalets del tipo de tamaño menor hasta dejar libre la superficie máxima destinada a zona comunitaria. Los operadores disponibles serían añadir y quitar chalets controlando que ningún tipo baje de su mínimo y que la superficie destinada a la zona comunitaria se mantenga entre los límites definidos. Se plantea como función de evaluación la suma total de beneficios de todos los chalets que pasan de los mínimos de cada tipo.

c) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial la asignación de la superficie máxima a la zona comunitaria y ocupando el resto con chalets todos del mismo tipo. Se plantea como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets que pasan de los mínimos de cada tipo menos la suma total de los beneficios de esos mismos chalets.

d) Se plantea usar algoritmos genéticos donde la representación de la solución es una tira de bits donde hay $K \cdot N$ bits, siendo K el número de tipos distintos y N el número de chalets del tipo de superficie menor necesarios para cubrir todo el complejo excepto la zona comunitaria mínima. Cada bit indica si el chalet está o no está en la solución. Los operadores a usar son los habituales de cruce y mutación. Se propone como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets menos la suma total de los beneficios. La función valdrá infinito cuando no se cumplan los mínimos (tanto para la zona comunitaria como por tipo de chalet) y/o cuando la superficie ocupada por los chalets no permita cumplir con el mínimo para la zona comunitaria.

3. (1.5 puntos) Dado el siguiente grafo de restricciones donde cada restricción es una condición de desigualdad y los siguientes dominios para las variables:

A={1,2}
B={1,3}
C={1,2}
D={1,3}
E={1,2}



Haz la ejecución del forward checking hasta encontrar la primera solución

Examen Parcial de IA

(30 de octubre de 2006)
Duración: 2 horas

1. (3.5 puntos) Despues de los incendios del verano se nos plantea el problema de repoblar las áreas afectadas. Dada un área concreta de cierto número de hectáreas decidimos volver a repoblarla de manera que se minimice la probabilidad de incendios futuros. Para solucionar el problema dividimos el área en una cuadrícula de $N \cdot M$ y nos planteamos cuanto plantar en cada área.

   Podemos decidir un factor de repoblación que va de 0 a 3 (0 significa ninguna repoblación, 1 significa mínima repoblación, 3 significa máxima repoblación). Cada factor de repoblación lleva asociado un riesgo de incendio que es 0 en el caso de que el factor de repoblación sea 0, 1 en el caso de que el factor de repoblación sea 1 o 2 y 2 en el caso de que sea 3. Para mejorar el problema podemos colocar hasta D depósitos de agua en la zona, si colocamos un depósito en un área con factor de repoblación mayor que 0 disminuimos el riesgo de incendio en 1, podemos colocar como máximo un deposito en un área. Obviamente, no tiene sentido poner un deposito de agua en un área que no repoblamos.

   El objetivo es encontrar una solución en la que la suma de los factores de repoblación sea el máximo posible y que el riesgo de incendio sea menor que un valor I. Se nos plantean dos posibilidades para solucionar el problema:

   a) Queremos utilizar A* de manera que recorremos la cuadrícula de la esquina superior izquierda a la inferior derecha. El estado es la asignación que hemos hecho del factor de repoblación y los depósitos de agua a las áreas recorridas. Utilizamos como operador poner un factor de repoblación entre 0 y 3, asignando o no un deposito a esa área. El coste del operador es el riesgo de incendio. La función heurística es el número de áreas que nos quedan por visitar y vale infinito si el camino actual supera el riesgo de incendio máximo (I).

   b) Queremos utilizar búsqueda local generando una solución inicial en la que todas las áreas tienen factor de repoblación 0. Los operadores son aumentar o disminuir el factor de repoblación de un área o colocar o quitar un depósito de un área. La función heurística que queremos optimizar es:

   $$h'(n) = \sum_{i=1,j=1}^{M,N} RiesgoDeIncendio_{i,j} - \sum_{i=1,j=1}^{M,N} FactorDeRepoblacion_{i,j}$$

   Comenta cada una de las posibilidades indicando si resuelven o no el problema, qué errores te parece que tiene cada solución y cómo se podrían corregir, y qué ventajas e inconvenientes tienen cada una de ellas. Justifica la respuesta.

2. (5 puntos) Una empresa constructora especializada en complejos residenciales desea diseñar cada complejo de acuerdo a unos criterios homogéneos. Del total de superficie disponible habrá siempre una zona comunitaria destinada a zona verde y otros servicios comunes. Esta parte tendrá una superficie mínima y una superficie máxima a ocupar del total del complejo. Los chalets a construir son de K tipos distintos en función de los metros cuadrados que ocupan y su distribución interior. Cada tipo de chalet tiene asociado un precio y un beneficio en la venta. La relación entre precio y beneficio no es lineal. En cada complejo debe haber un mínimo de chalets de cada tipo, por lo que todos los tipos estarán representados. Entre la zona común y los chalets se ocupará toda la superficie disponible. Y como es habitual la empresa desea obtener el máximo beneficio posible, siempre cumpliendo los criterios mencionados y procurando mantener unos precios ajustados.

   En los siguientes apartados se proponen diferentes alternativas para algunos de los elementos necesarios para plantear la búsqueda (solución inicial, operadores, función heurística, ...). Comentar cada apartado indicando si se considera correcta, eficiente, mejor que otra, ... Justifica tus respuestas.

   a) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial la superficie total destinada a zona comunitaria. Los operadores disponibles serían añadir y quitar chalet. Se plantea como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets menos la suma total de los beneficios.

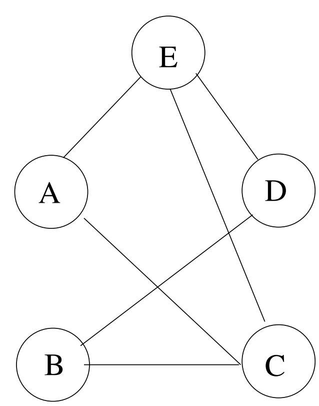
   b) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial una primera asignación del mínimo de chalets de cada tipo y completar con chalets del tipo de tamaño menor hasta dejar libre la superficie máxima destinada a zona comunitaria. Los operadores disponibles serían añadir y quitar chalets controlando que ningún tipo baje de su mínimo y que la superficie destinada a la zona comunitaria se mantenga entre los límites definidos. Se plantea como función de evaluación la suma total de beneficios de todos los chalets que pasan de los mínimos de cada tipo.

c) Se plantea usar Hill-climbing usando como solución inicial la asignación de la superficie máxima a la zona comunitaria y ocupando el resto con chalets todos del mismo tipo. Se plantea como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets que pasan de los mínimos de cada tipo menos la suma total de los beneficios de esos mismos chalets.

d) Se plantea usar algoritmos genéticos donde la representación de la solución es una tira de bits donde hay $K \cdot N$ bits, siendo K el número de tipos distintos y N el número de chalets del tipo de superficie menor necesarios para cubrir todo el complejo excepto la zona comunitaria mínima. Cada bit indica si el chalet está o no está en la solución. Los operadores a usar son los habituales de cruce y mutación. Se propone como función de evaluación la suma total de precios de todos los chalets menos la suma total de los beneficios. La función valdrá infinito cuando no se cumplan los mínimos (tanto para la zona comunitaria como por tipo de chalet) y/o cuando la superficie ocupada por los chalets no permita cumplir con el mínimo para la zona comunitaria.

3. (1.5 puntos) Dado el siguiente grafo de restricciones donde cada restricción es una condición de desigualdad y los siguientes dominios para las variables:

A={1,2}
B={1,3}
C={1,2}
D={1,3}
E={1,2}



Haz la ejecución del forward checking hasta encontrar la primera solución

IA Midterm Exam

(October 30th 2006)
Time: 2 hours

1. (3.5 points) After the summer forest fires we need a reforestation plan for the affected areas. Given a specific location with a number of hectares we decide to try to minimize the risk of future fires after the reforestation. To solve the problem we divide the area in a $N \cdot M$ grid in order to decide how much plants we put in each small area.

   We can choose a reforestation factor from 0 to 3 (0 means no reforestation, 1 means minimum reforestation, 3 means maximum reforestation). Each reforestation factor is associated with a fire risk, it is 0 if the reforestation factor is 0, it is 1 if the reforestation factor is 1 or 2 and it is 2 if the reforestation factor is 3. In order to reduce the fire problem we can put up to D water tanks distributed along the whole area. If we put a water tank in an area the fire risk is diminished by one, we can put no more than one tank in an area. Obviously, you can not put a water tank in an area with 0 reforestation factor.

   The goal is to find a solution that maximizes the sum of the reforestation factor with a fire risk less than I. We have two possibilities to solve the problem:

   a) We want to use A*, we process the grid orderly from the upper left corner to the lower right corner. We use an operator that gives a reforestation factor from 0 to 3 to the current area, putting or not a water tank in that area. The cost of the operator is the fire risk. The heuristic function is the number of areas not yet visited and is infinite if the fire risk of the current path is greater than I.

   b) We want to use local search starting with an initial solution that assigns to each area a reforestation factor of 0. There are two operators, to increase or decrease the reforestation factor for an area or to assign or deassign a water tank to an area. The heuristic function that we want to optimize is:

   $$h'(n) = \sum_{i=1,j=1}^{M,N} FireRisk_{i,j} - \sum_{i=1,j=1}^{M,N} ReforestationFactor_{i,j}$$

   Comment each one of the possibilities about if they are or are not solutions to the problem, what errors you can find in each solution and how it should be corrected and the advantages or disadvantages of each one. Justify your answers.

2. (5 points) A construction company, specialized in residential complexes, wants to design each complex according to homogenous criteria. Of the total of the available area there will be always a community zone destined to gardens and other common services. The area of this part will span between a minimum and a maximum value.

   The villas to construct are of K different types based on the square meters they occupy and their inner distribution. Each type of villa has associated a price and a benefit in the sale. The relation between price and benefit is not linear. In each complex there has to be a minimum of villas of each type, reason why all types will be represented. The total available surface must be covered with the common zone and the villas. Moreover, the company wants to obtain the maximum possible benefit, always fulfilling the criteria mentioned above, and trying to keep the prices as low as possible.

   We want to solve this problem as a search problem and, in the following sections, different alternatives are proposed for some of the necessary elements to start the search (initial state, operators, evaluation function...). You have to comment the proposed solution with respect to if it is correct, it is efficient, or it is better or worse than other alternatives. Justify your comments.

   a) Using hill-climbing search, taking as initial state the total surface destined to community zone. The available operators would be to add and to remove a villa. As evaluation function consider the sum of the prices of all the villas minus the sum of the benefits of all the sales.

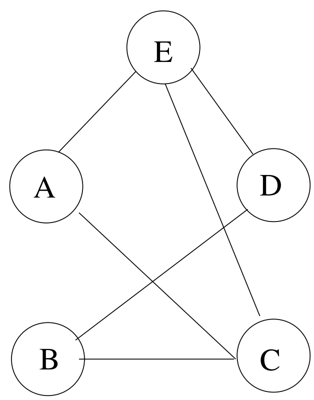
   b) Using hill-climbing, taking as initial solution one first allocation of the minimum of villas of each type and completing with villas of the type of smallest size until leaving free the maximum surface destined to community zone. The operators available would be to add and to remove villas controlling that no type is below its minimum and that the surface destined to the community zone stays between the defined limits. As evaluation function, consider the sum of the benefits of the sales of all the villas that exceed the minimum per type.

c) Using hill-climbing, taking as initial solution the allocation of the maximum surface to the community zone and occupying the rest with villas all of the same type. As evaluation function, consider the sum of the prices of all the villas that exceed the minimum per type minus the sum of the benefits of the sales of these villas.

d) Using genetic algorithms, where the representation of the solution is a sequence of $K \cdot N$ bits, being K the number of different types and N the number of villas of the type of smallest surface necessary to cover the total complex except the minimum community zone. Each bit indicates if the villa is or is not in the solution. We use the usual operators of cross-over and mutation. As fitness function, consider the sum of prices of all the villas minus the sum of the benefits of all the sales. The value of the function is infinite if the constraints are not satisfied (for the community zone as well as for the type of villa) and when the surface occupied by the villas does not allow to fulfil the minimum for the community zone.

3. (1.5 points) Given the following constraints graph, where each constraint is an inequality, and the given variable domains:

A={1,2}
B={1,3}
C={1,2}
D={1,3}
E={1,2}



Show the execution of the forward checking algoritm until the first solution is found