

Asignatura de Grado: FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Curso: 2018 - 2019
Equipo docente: Severino Fernández Galán y Ángeles Manjarrés Riesco

Enunciado de la Prueba de Evaluación Continua 1 (PEC1):
BÚSQUEDA EN UN ESPACIO DE ESTADOS

1. INTRODUCCIÓN

Esta asignatura requiere la realización de dos actividades evaluables para las que no será necesario que el alumno acuda al Centro Asociado, ya que podrán realizarse a distancia. El objetivo de estas actividades evaluables es afianzar y poner en práctica los contenidos teóricos de la asignatura.

La primera de las actividades evaluables está relacionada con los métodos de búsqueda en espacios de estados. El tiempo estimado para la realización de la misma es de 15 horas. La entrega del material elaborado por el alumno como contestación a las actividades evaluables se realizará a través del curso virtual y un profesor tutor se encargará de su corrección. El plazo de entrega finaliza el día **1 de abril de 2019**.

La nota final de las actividades evaluables será la media de las puntuaciones obtenidas en cada una de las dos actividades evaluables y constituirá un 20% de la nota final de la asignatura (siempre que la nota de la prueba presencial sea igual o superior a 4 –sobre 10–). Es importante tener en cuenta que sólo se corregirán las actividades evaluables una vez durante el curso (previamente a la convocatoria de junio). Por tanto, la nota asignada a las actividades evaluables de cara a junio será la única válida tanto para la convocatoria de junio como para la de septiembre. En caso de que el alumno no realice la entrega de actividades evaluables de cara a la convocatoria de junio, se le asignará un cero al 20% de la nota final correspondiente a las actividades evaluables, tanto para la convocatoria de junio como para la de septiembre.

2. ENUNCIADO DE LA PEC 1: “BÚSQUEDA EN UN ESPACIO DE ESTADOS”

La actividad evaluable sobre búsqueda en un espacio de estados consistirá en la realización por parte del alumno de **seis ejercicios** prácticos. La nota sobre 10 de esta actividad evaluable se calcula del siguiente modo:

$$\text{NOTA} = 0.125 \cdot \text{nota}_1 + 0.1 \cdot \text{nota}_2 + 0.2 \cdot \text{nota}_3 + 0.2 \cdot \text{nota}_4 + 0.3 \cdot \text{nota}_5 + 0.075 \cdot \text{nota}_6,$$

donde nota_i representa la nota sobre 10 del ejercicio i .

El alumno deberá seguir los contenidos del texto base de la asignatura a la hora de dar respuesta a estos ejercicios, cuya temática y criterios de evaluación se especifican a continuación.

EJERCICIO 1:

Dibuje mediante un grafo dirigido o describa detalladamente mediante una tabla el **espacio de estados** (o espacio de búsqueda) completo para el *problema de sustitución de símbolos*. Para ello especifique: el conjunto de todos los estados posibles, el estado inicial, el o los estados meta, los operadores aplicables a cada estado y el coste asociado a cada operador. En el problema de sustitución de símbolos se debe transformar una cifra determinada en una tira de cifras iguales, dadas ciertas reglas de sustitución. Por ejemplo, suponga que se parte de una situación inicial donde hay que transformar la cifra 6 en una tira de cifras 1. Para ello se pueden utilizar las siguientes reglas de sustitución de símbolos, que reemplazan la cifra de la izquierda por la tira de cifras de la derecha:

$$2 \rightarrow 1,1$$

$$3 \rightarrow 2,1$$

$$4 \rightarrow 3,1$$

$$4 \rightarrow 2,2$$

$$6 \rightarrow 4,2$$

$$6 \rightarrow 3,3$$

Considere que la aplicación de una regla de sustitución a una tira de cifras consiste en aplicar dicha regla individualmente a todas y cada una de las cifras de la tira que coincidan con la cifra de la parte izquierda de la regla de sustitución. ¿Cuál es la solución menos costosa para este problema tal como ha sido descrito?

(NOTA: Se recomienda suponer que dos tiras de cifras se corresponden con el mismo estado si contienen el mismo conjunto de cifras, independientemente de su orden y del número de repeticiones. Por ejemplo, las tiras {2, 1, 2, 1}, {2, 2, 1, 1} y {2, 1, 1, 1, 1} se corresponderían con el mismo estado, ya que las tres contienen la cifra 2 y la cifra 1.)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 1:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- Los estados se especifican correctamente: 2.5 puntos
- Los operadores se especifican correctamente: 2.5 puntos
- Los costes de los operadores se especifican correctamente: 1 punto
- El espacio de búsqueda se dibuja (mediante un grafo dirigido) o se describe (mediante una tabla) correctamente: 3 puntos
- La solución de menor coste se especifica correctamente: 1 punto

EJERCICIO 2:

Considere el espacio de búsqueda de la figura 2.1, que tiene forma de árbol, donde el nodo raíz del árbol es el nodo inicial, existe un único nodo meta y cada operador tiene asociado un coste. Explique razonadamente **en qué orden se expandirían** los nodos de dicho árbol de búsqueda a partir de cada uno de los métodos siguientes de búsqueda sin información del dominio:

1. Búsqueda Primero en Anchura (de izquierda a derecha)
2. Búsqueda Primero en Profundidad (de derecha a izquierda)
3. Búsqueda de Coste Uniforme
4. Búsqueda en Anchura Iterativa (de derecha a izquierda)
5. Búsqueda en Profundidad Iterativa (de izquierda a derecha)

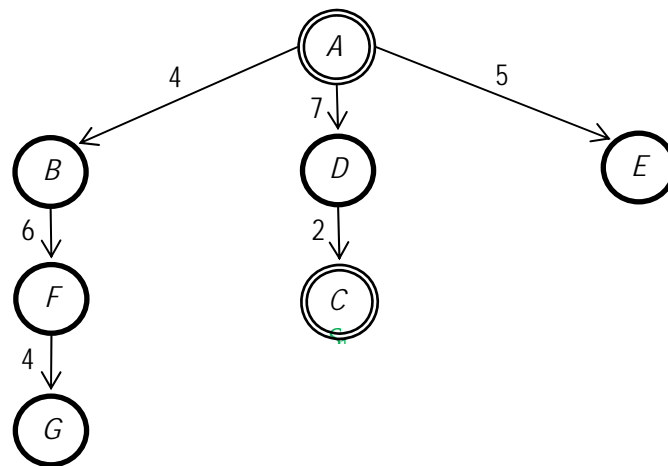


Figura 2.1: Árbol de búsqueda en el que el nodo inicial es A, el nodo meta es C y el coste de cada operador aparece al lado del arco que lo representa.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 2:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- Cada uno de los cinco apartados, correspondiente a un método de búsqueda concreto, se puntúa sobre 2 puntos.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no expande los nodos en el orden debido: la puntuación del apartado bajaría 1.6 puntos si el orden dado como respuesta varía significativamente del correcto, mientras que si el orden dado como respuesta varía del correcto como consecuencia de un despiste no conceptual entonces la puntuación del apartado bajaría sólo 0.4 puntos en vez de los 1.6 puntos mencionados.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no finaliza cuando es debido, la puntuación del apartado bajaría 0.4 puntos. (Esto es independiente del orden de expansión de nodos dado como respuesta, que ya ha sido valorado anteriormente con un máximo de 1.6 puntos.)

EJERCICIO 3:

Considere el espacio de búsqueda de la figura 3.1, que tiene forma de árbol, donde el nodo raíz del árbol es el nodo inicial, existe un único nodo meta y cada operador tiene asociado un coste. Describa cuál es el contenido de **ABIERTA**, previamente a cada extracción de un nodo de la misma, a partir de cada uno de los métodos siguientes de búsqueda sin información del dominio:

1. Búsqueda Primero en Anchura (de izquierda a derecha)
2. Búsqueda Primero en Profundidad (de derecha a izquierda)
3. Búsqueda de Coste Uniforme
4. Búsqueda en Anchura Iterativa (de derecha a izquierda)
5. Búsqueda en Profundidad Iterativa (de izquierda a derecha)

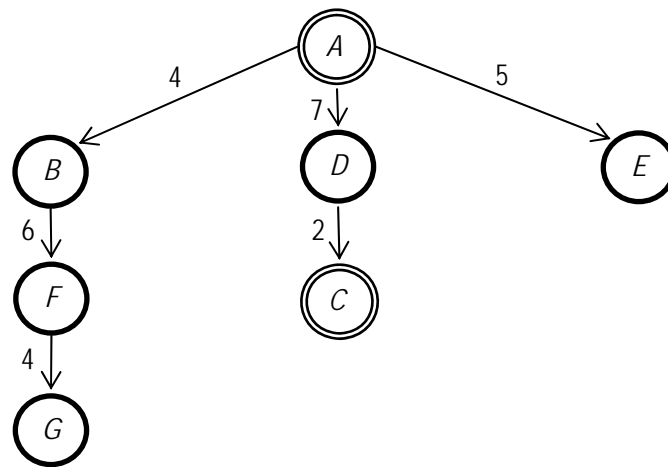


Figura 3.1: Árbol de búsqueda en el que el nodo inicial es A, el nodo meta es C y el coste de cada operador aparece al lado del arco que lo representa.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 3:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- Cada uno de los cinco apartados, correspondiente a un método de búsqueda concreto, se puntúa sobre 2 puntos.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no gestiona ABIERTA en la forma debida: la puntuación del apartado bajaría 1.6 puntos si la respuesta dada varía significativamente de la correcta, mientras que si la respuesta dada varía de la correcta como consecuencia de un despiste no conceptual entonces la puntuación del apartado bajaría sólo 0.4 puntos en vez de los 1.6 puntos mencionados.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no finaliza cuando es debido, la puntuación del apartado bajaría 0.4 puntos. (Esto es independiente de la gestión de ABIERTA dada como respuesta, que ya ha sido valorada anteriormente con un máximo de 1.6 puntos.)

EJERCICIO 4:

Considere el espacio de búsqueda de la figura 4.1, que tiene forma de árbol, donde el nodo raíz del árbol es el nodo inicial, existe un único nodo meta y cada operador tiene asociado un coste. Describa cuál es el contenido de **TABLA_A**, posteriormente a cada expansión de un nodo, a partir de cada uno de los métodos siguientes de búsqueda sin información del dominio:

1. Búsqueda Primero en Anchura (de izquierda a derecha)
2. Búsqueda Primero en Profundidad (de derecha a izquierda)
3. Búsqueda de Coste Uniforme
4. Búsqueda en Anchura Iterativa (de derecha a izquierda)
5. Búsqueda en Profundidad Iterativa (de izquierda a derecha)

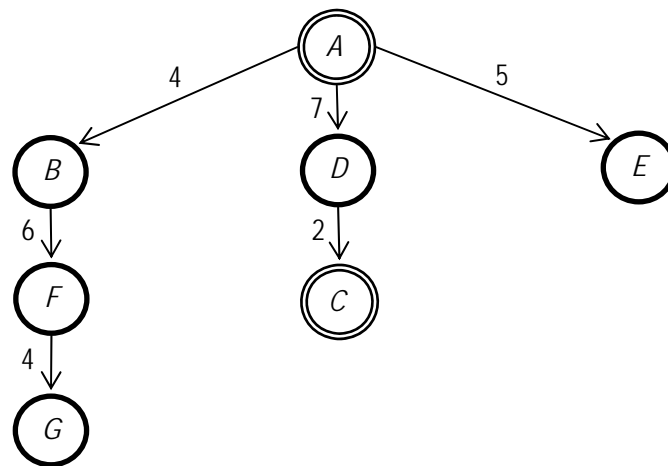


Figura 4.1: Árbol de búsqueda en el que el nodo inicial es A, el nodo meta es C y el coste de cada operador aparece al lado del arco que lo representa.

Para cada nodo de TABLA_A incluya la siguiente información: su nodo padre y el coste al nodo inicial. (En este ejercicio no es necesario incluir en TABLA_A información sobre los hijos de cada nodo expandido, ya que sólo existe un camino desde cada nodo al nodo inicial y, por tanto, el mejor camino desde cada nodo al nodo inicial no cambia a lo largo del proceso de búsqueda.)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 4:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- Cada uno de los cinco apartados, correspondiente a un método de búsqueda concreto, se puntúa sobre 2 puntos.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no gestiona TABLA_A en la forma debida: la puntuación del apartado bajaría 1.6 puntos si la respuesta dada varía significativamente de la correcta, mientras que si la respuesta dada varía de la correcta como consecuencia de un despiste no conceptual entonces la puntuación del apartado bajaría sólo 0.4 puntos en vez de los 1.6 puntos mencionados.
- Si en cualquiera de los cinco apartados el algoritmo correspondiente no finaliza cuando es debido, la puntuación del apartado bajaría 0.4 puntos. (Esto es independiente de la gestión de TABLA_A dada como respuesta, que ya ha sido valorada anteriormente con un máximo de 1.6 puntos.)

EJERCICIO 5:

Considere el grafo de la figura 5.1, donde el nodo inicial es n_1 y donde el nodo meta es n_6 . Cada arco u operador lleva asociado su coste y en cada nodo aparece la estimación de la menor distancia desde ese nodo a una meta. Aplique paso a paso el **algoritmo A*** al grafo dado, indicando de forma razonada la siguiente información en cada paso del algoritmo:

1. Qué nodo es expandido.
2. Cuál es el contenido de ABIERTA tras la expansión del nodo, indicando el valor de la función de evaluación heurística para cada nodo de ABIERTA.
3. Cuál es el contenido de TABLA_A tras la expansión del nodo. Para cada nodo de TABLA_A incluya la siguiente información:
 - a) Su nodo padre que indique el camino de menor coste hasta el nodo inicial encontrado hasta el momento
 - b) El coste del camino de menor coste hasta el nodo inicial encontrado hasta el momento
 - c) Sus nodos hijos (si el nodo de TABLA_A actual ya ha sido expandido)

Por último, ¿cuál es el camino solución hallado y su coste?

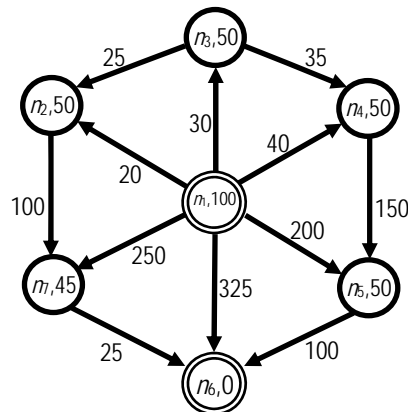


Figura 5.1: Grafo de búsqueda en el que el nodo inicial es n_1 , el nodo meta es n_6 , el coste de cada operador aparece al lado del arco que lo representa y al lado de cada nodo aparece la estimación de la menor distancia desde ese nodo a una meta.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 5:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- El orden seguido en la expansión de los nodos se puntúa sobre 1.5 puntos.
- La forma en que se gestiona ABIERTA se puntúa sobre 3.75 puntos. Se hará especial énfasis en comprobar qué nodos hay en ABIERTA en cada paso del algoritmo y qué valores de la función de evaluación heurística se les asignan.
- La forma en que se gestiona TABLA_A se puntúa sobre 3.75 puntos. Se hará especial énfasis en comprobar qué nodos hay en TABLA_A en cada paso del algoritmo y qué padre mejor se les asigna (teniendo en cuenta las posibles reorientaciones o rectificaciones de enlaces)
- La correcta terminación del algoritmo se puntúa sobre 1 punto. Se hará especial énfasis en comprobar cuándo termina el algoritmo y qué camino solución devuelve.

EJERCICIO 6:

Considere el grafo de la figura 6.1, donde el nodo inicial es D y donde los nodos meta son desconocidos. Cada arco u operador lleva asociado su coste y en cada nodo aparece su valor de la función de evaluación heurística (que hay que minimizar). Aplique paso a paso el **algoritmo de escalada o máximo gradiente** al grafo dado. Para ello indique de forma razonada qué nodo se expande en cada paso y cuál es el nodo final devuelto por el algoritmo. Utilice como *criterio de selección* el de mejor vecino. Utilice como *criterio de terminación* el que no se hayan producido mejoras durante los tres últimos pasos del algoritmo.

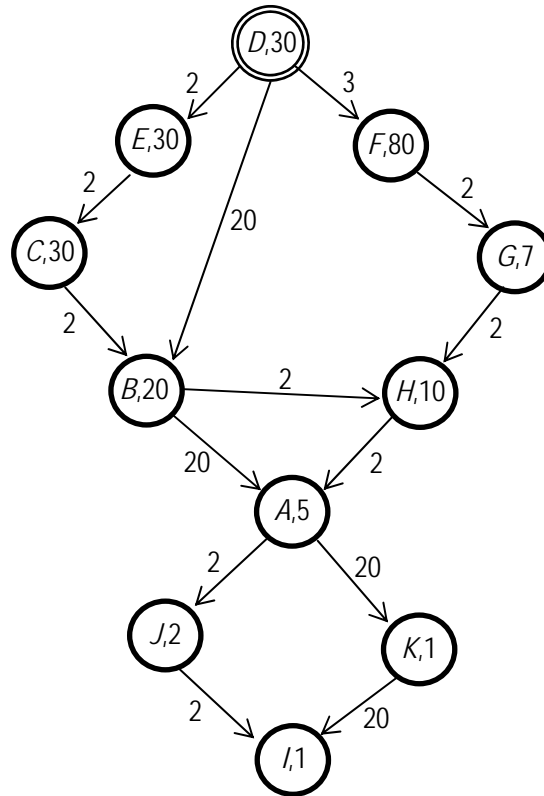


Figura 6.1: Grafo de búsqueda en el que el nodo inicial es D , los nodos meta son desconocidos, el coste de cada operador aparece al lado del arco que lo representa y al lado de cada nodo aparece el valor de su función de evaluación heurística (que hay que minimizar).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL EJERCICIO 6:

La evaluación sobre 10 puntos de este ejercicio se realizaría atendiendo a los siguientes criterios:

- La correcta aplicación en cada paso del algoritmo del *criterio de selección* del vecino o hijo del nodo actual (qué vecino o hijo del nodo actual es considerado como candidato para sustituirlo) se puntúa sobre 4.5 puntos.
- La correcta aplicación en cada paso del algoritmo del *criterio de aceptación* del vecino o hijo seleccionado (si el vecino o hijo candidato sustituye o no finalmente al nodo actual) se puntúa sobre 4.5 puntos.
- La correcta aplicación del *criterio de finalización* del algoritmo se puntúa sobre 1 punto.