



APELLIDOS:

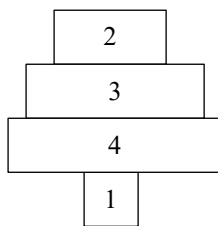
PL:

NOMBRE:

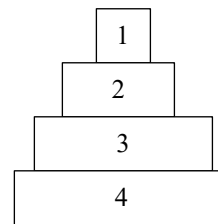
DNI:

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**SISTEMAS INTELIGENTES****Examen Parcial de Teoría. Miércoles 26 de octubre de 2022.****I. Búsqueda**

1.- Se trata de resolver con búsqueda en espacios de estados el problema de los pancakes ordenados (o frixuelos en versión asturiana). Tenemos una pila de N frixuelos de tamaños diferentes, en principio están apilados de cualquier forma, y el objetivo es que queden apilados de menor a mayor de arriba abajo. Ejemplo ($N=4$):

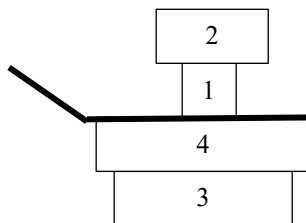


inicial

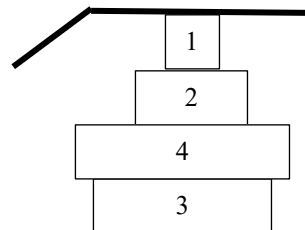


objetivo

Las acciones elementales que se pueden hacer sobre una pila de frixuelos consisten en meter una espátula por debajo de los i frixuelos en el tope ($1 < i \leq N$) y darle la vuelta a estos i frixuelos. Ejemplo ($i=2$):



n1



n2

El objetivo es conseguir la pila ordenada con el menor número de volteos (acciones elementales).

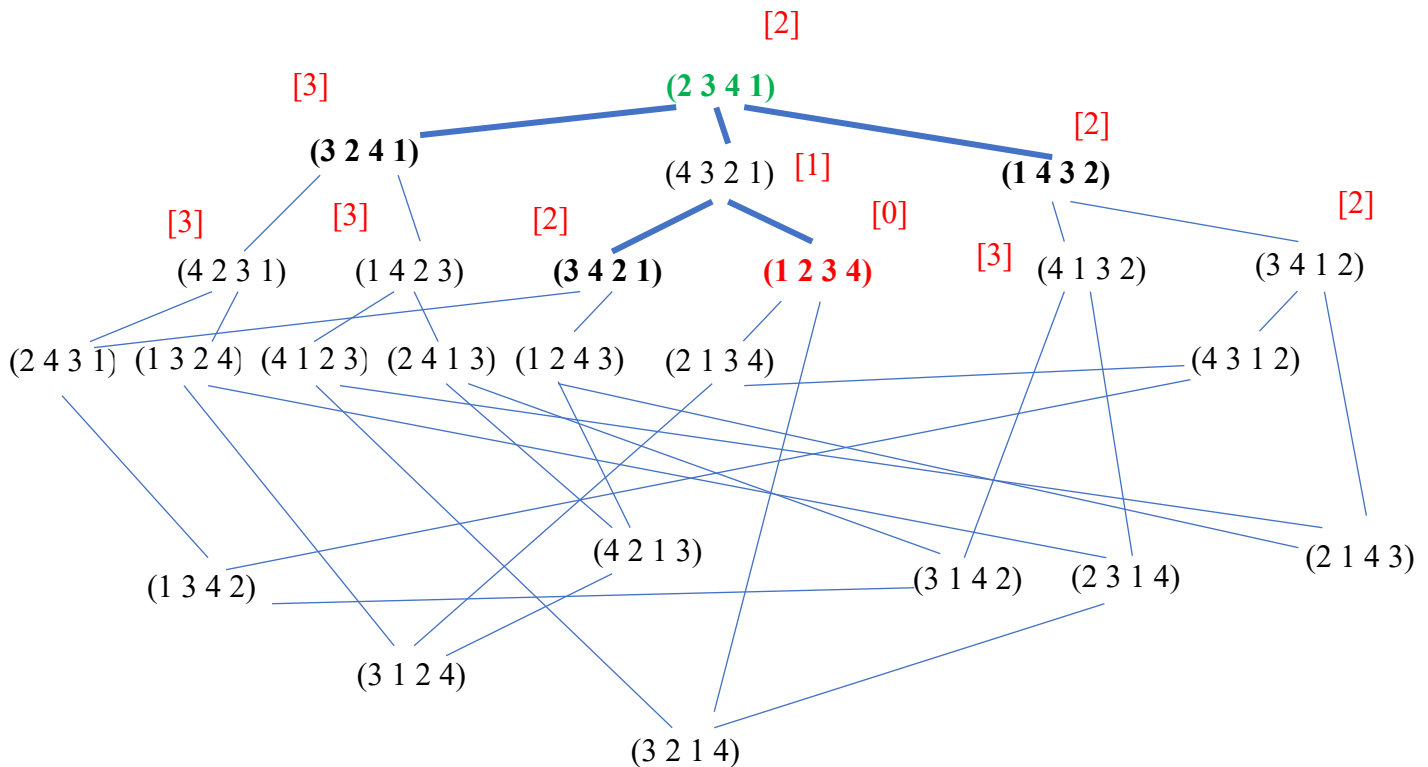
Como siempre, se pide:

- a) [1,5 puntos] Definir un espacio de búsqueda adecuado (estados, reglas, costes, inicial, objetivos)

RESP: Los estados se pueden representar por permutaciones de $1, \dots, N$; en cada permutación el elemento k ($1 \leq k \leq N$) representa al frixuelo de tamaño k -ésimo. El estado inicial es la permutación que representa a la pila inicial, y el objetivo será $(1 \ 2 \ \dots \ N)$. A cada estado le son aplicables $N-1$ reglas, la regla i ($1 < i \leq N$) consiste en voltear los i frixuelos del tope de la pila. El coste de todas las reglas es 1, ya que se trata de minimizar el número de volteos.

- b) [1 punto] Dibujar una parte del espacio de búsqueda para la instancia definida por el estado inicial anterior que incluya al menos una solución.

RESP: Para el ejemplo de estado inicial anterior, (2 3 4 1), el espacio de búsqueda completo es el siguiente (en realidad es el mismo espacio para cualquier otro estado inicial). El verde es el estado inicial y el rojo el objetivo. Los arcos representan reglas bidireccionales y todas las reglas tienen coste 1.



- c) [2 puntos] Definir un heurístico lo mejor informado posible e indicar los valores que toma en los 4 estados anteriores. PISTA: *si un frixelo está pegado a otro que no es adyacente en el objetivo, entonces será necesario al menos un movimiento para separarlos.*

RESP: Explotando la idea anterior, se puede definir un heurístico admisible, ya que si tenemos un par de frixelos con una diferencia de más de 1 en su tamaño, es seguro que tendremos que hacer un volteo introduciendo la espátula entre estos dos frixelos. Además si el frixelo más grande no está en la parte baja de la pila, también tendremos que hacer un volteo de la pila completa. Probablemente tengamos que hacer más volteos. Así, para un estado definido por la permutación ([1] ... [N]), calcularemos lo siguiente:

```
suma = 0;
para i de 1 a N-1 hacer
    si (abs([i] - [i+1])>1) suma += 1
si [N] <> N suma +=1
devuelve suma
```

([1] ... [N]) denota una permutación genérica en la que [k] es el elemento de 1,...,N que está en la posición k.

Los valores que toma h en los cuatro estados anteriores son: $h(\text{inicial}) = 2$, $h(\text{objetivo}) = 0$, $h(n1) = 2$, $h(n2) = 2$.

d) [2 puntos] ¿Qué propiedades tiene el heurístico anterior?

RESP: Por el razonamiento que hicimos en el apartado anterior, h es admisible. Además, al pasar de un estado $N1$ a otro $N2$ con un volteo, el número de situaciones en las que un frixuelo está junto a otro con una diferencia de tamaño mayor que 1 solo puede cambiar en una unidad, en concreto 1, 0 ó -1. Esto es claro ya que las situaciones en los dos bloques separados por la espátula no cambian y por lo tanto solo puede haber cambios en la posición de inserción de la espátula. Como el coste de las reglas es 1, el razonamiento para demostrar la monotonía de h es análogo al que hicimos para probar la monotonía del heurístico $h1$ del 8-puzzle.

e) [1,5 puntos] Hacer una traza del algoritmo A^* aplicado al ejemplo dado por la situación inicial anterior con el heurístico h . Indicar si los resultados son coherentes con la teoría.

RESP: Teniendo en cuenta el valor del heurístico para los nodos próximos al inicial (valor entre corchetes en rojo), después de expandirse el estado inicial, tendremos en frontier 3 nodos con los 3 estados sucesores del inicial. El primero será el nodo con el estado (4 3 2 1) con $f() = 1+1=2$. Después de expandirse este nodo, tendremos en frontier 4 nodos y el primero será el que contiene al estado objetivo, con $f() = 2 + 0 = 2$. Luego se expande el objetivo y el algoritmo termina dándonos la solución óptima. El árbol de búsqueda generado es el que se indica con los trazos gruesos en el grafo anterior. El resultado es coherente con el hecho de que el heurístico es admisible (nos da la solución óptima) y con el hecho de que es consistente (no se reexpanden estados y la secuencia de valores de $f()$ de los nodos expandidos es no decreciente: 2, 2, 2).

II.- Representación

2 [2 puntos].- Dado el siguiente conjunto de reglas

<p>R1: H,F,E -> D R2: F,C -> I R3: D,G -> I R4: H -> A R5: F -> E R6: I,A ->B R7: G->F R8: A,G->I R9: A,H ->F</p>	<ul style="list-style-type: none">• [1 punto] Aplicando encadenamiento hacia delante, describe el proceso de inferencia resultante. El criterio de resolución de conflictos selecciona la regla con más condiciones en su antecedente (desempate con la regla de menor identificador). La Base de Hechos inicial es BH: {G, H} y la meta es D• [1 punto] Aplicando encadenamiento hacia atrás, describir el proceso de inferencia resultante suponiendo que la regla más prioritaria es la que tiene más condiciones en su antecedente (desempate con identificador menor). La meta a obtener es D y que la base de hechos inicial es BH: {G, H}
--	---

RESP:

a) Iteración 1 $CC=\{R4,R7\}$, se selecciona R4, entonces $BH1=\{G,H,A\}$

Iteración 2 $CC=\{R7,R8,R9\}$, se selecciona R8, entonces $BH2=\{G,H,A,I\}$

Iteración 3 $CC=\{R6,R7,R9\}$, se selecciona R6, entonces $BH3=\{G,H,A,I,B\}$

Iteración 4 $CC=\{R7,R9\}$, se selecciona R9, entonces $BH4=\{G,H,A,I,B,F\}$

Iteración 5 $CC=\{R5,R7\}$, se selecciona R5, entonces $BH5=\{G,H,A,I,B,F,E\}$

Iteración 6 $CC=\{R1,R7\}$, se selecciona R1, entonces $BH6=\{G,H,A,I,B,F,E,D\}$

b) D no está en BH, $CC=\{R1\}$, se escoge esta regla y como H está en BH, hay que verificar F y E
Submeta F: $CC=\{R7,R9\}$, se escoge R9

Regla R9: hay que verificar A

Submeta A: $CC=\{R4\}$, como H está en BH, entonces $BH1=\{G,H,A\}$

A la vuelta de la recursión, como se ha verificado A, se puede aplicar R9 y $BH2=\{G,H,A,F\}$

Submeta E: $CC=\{R5\}$, como F ya está en BH, entonces $BH3=\{G,H,A,F,E\}$

Al tener verificadas todos los antecedentes de R1, entonces $BH4=\{G,H,A,F,E,D\}$