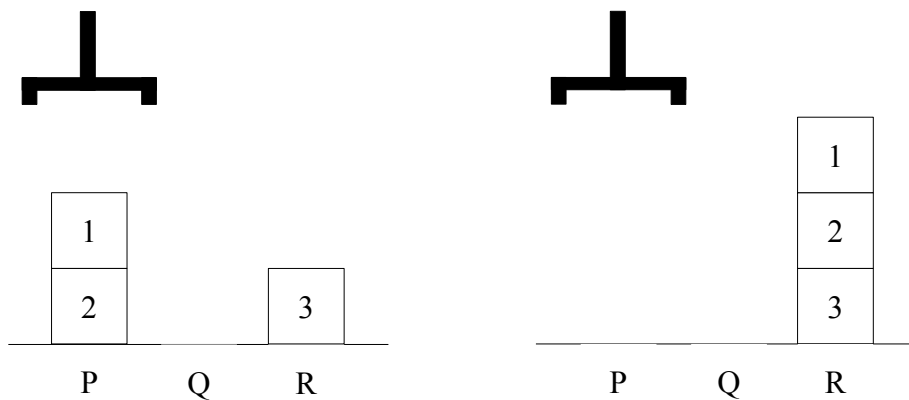


## Paradigmas de Programación

### Práctica 5

Un ejercicio clásico de inteligencia artificial es el diseño de un programa para construir planes de acciones en “El Mundo de los Tres Bloques”. Este mundo está formado por tres bloques situados en un plano de tres posiciones. Se supone además la existencia de un brazo mecánico encargado de mover los bloques. Dicho brazo mecánico es capaz de realizar las seis acciones usuales: subir, bajar, ir a la izquierda, ir a la derecha, coger un bloque y soltarlo. De esta forma, se pueden manejar sólo los bloques situados en las cimas. Es decir, en ningún caso podrá accederse directamente a un bloque que esté situado debajo de otro bloque, ni podrá situarse directamente un bloque debajo de otro.

La siguiente figura muestra dos posibles configuraciones de este mundo:



Una posible secuencia de acciones del brazo mecánico que transforma la configuración de la izquierda en la configuración de la derecha podría ser la siguiente: Abajo, Coger, Derecha, Abajo, Soltar, Izquierda, Coger, Arriba, Derecha, Derecha, Soltar, Izquierda, Abajo, Coger, Arriba, Arriba, Derecha, Soltar, Izquierda, Izquierda.

Se pide:

1. Definir un tipo de dato `mundo` que permita representar cualquier configuración del mundo de los tres bloques. La configuración debe incluir información tanto sobre la posición en la que está cada bloque, como sobre la posición en la que se encuentra el brazo mecánico, sobre si éste tiene cogido algún bloque o no, y, en caso afirmativo, de qué bloque se trata.
2. Definir un tipo de dato `accion` que permita representar todas y cada una de las seis operaciones que el brazo mecánico debe poder realizar para pasar de una configuración del mundo a otra.

3. Definir un tipo de dato `plan` que permita agrupar varias acciones en un mismo valor.
4. Definir una función `ejecutar_accion` que, dada una acción y una configuración actual del mundo, devuelva la configuración resultante de realizar dicha acción sobre ese mundo actual.
5. Definir una función `construir_plan` que, dada una configuración inicial y una configuración final del mundo, devuelva un plan de acciones que permita llegar de una a otra **de la forma más eficiente posible**. A la hora de definir y manejar estas configuraciones inicial y final, supondremos que el brazo mecánico comienza a trabajar siempre en el nivel más elevado de la posición P, y que el plan obtenido debe devolver el brazo a esa misma posición tras realizar todos los movimientos de bloques que sean necesarios.
6. Definir una función `escribir_accion` que, dada una acción, escriba su nombre en la salida estándar. Los nombres que debe escribir esta función para cada una de las acciones son los siguientes: Arriba, Abajo, Izquierda, Derecha, Coger y Soltar.
7. Definir una función `escribir_plan` que, dado un plan de acciones y utilizando la función anterior, escriba en la salida estándar los nombres de todas las acciones que forman el plan, cada una en una línea independiente.
8. Escribir todas estas funciones en un archivo llamado `bloques.ml` que es el único que habrá que entregar después. Compilar este archivo para obtener un programa ejecutable llamado `bloques` el cual, dados dos mundos, debe obtener y escribir en la salida estándar el plan más corto para pasar de uno a otro. El programa debe recibir las configuraciones de los mundos inicial y final en la línea de comandos, siguiendo el siguiente formato: los mundos se describen por columnas, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, y reservando el número 0 para las posiciones vacías y los números 1, 2 y 3 para las posiciones en las que están los bloques. De esta forma, considerando de nuevo la figura de la página 1, la orden para obtener y escribir el plan que pasa de la configuración de la izquierda a la configuración de la derecha sería:

```
./bloques 012000003 000000123
```

Junto con el enunciado de esta práctica se proporciona una interfaz de simulación desarrollada en Tcl/Tk, cuyo aspecto se puede observar en la figura de la página 3. Esta interfaz permite:

- Construir gráficamente un mundo inicial y un mundo final (pulsando los botones **Configurar** y moviendo los bloques a nuestro antojo).
- Transformar ambos mundos en sus correspondientes secuencias de números enteros del 0 al 3, e invocar al programa ejecutable `bloques` pasándole dichas secuencias de números como

parámetros de la línea de comandos, capturando la salida (plan de acciones) para su correcta visualización (botón **Plan**).

- Verificar si los planes de acciones obtenidos por el programa `bloques` realizan correctamente la transformación del mundo inicial en el final (botón **Ejecutar**).

La interfaz gráfica de simulación se lanza mediante la orden:

```
./blq3.tcl
```

