

Grado en Ingeniería InformáticaDepartamento de Ingeniería Informática



GUIÓN DE PRÁCTICAS 7

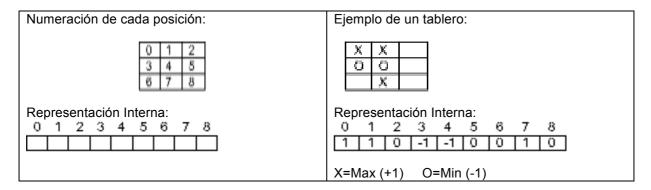
BÚSQUEDA ENTRE ADVERSARIOS: MINIMAX

El código facilitado corresponde a una implementación (aún incompleta) de una versión del 3 en Raya, el juego TicTacToe, donde el objetivo también es conseguir 3 fichas iguales en la misma fila, columna o diagonal. Sin embargo, a diferencia del 3 en Raya, las fichas se van colocando en el tablero, pero no se desplazan dentro de él.

El juego finaliza cuando un jugador ha conseguido 3 fichas iguales en las posiciones correctas o cuando el tablero se completa sin que ningún jugador haya ganado (caso de empate).

Para completar la implementación de este juego dispones de 3 archivos con código fuente: tictactoe.c con la formalización del juego, minimax con funciones para implementar la estrategia minimax y recibir la jugada del jugador humano, y el archivo main.c, con el código para comenzar la ejecución.

En la formalización del problema, aunque se trate de un tablero de 3x3 celdas, se puede realizar la representación interna mediante un vector, y acceder a cada ficha con la posición que ocupa en este vector. Para ello cada posición se numera de 0 a 8 como se indica en la siguiente tabla:



Además es aconsejable llevar un contador con el número de celdas vacías, por tanto el tipo de datos para la representación del tipo Nodo podría ser:

```
typedef struct tNodo {
    int celdas[N]; // cada posición de celdas está asociada a una posición en una matriz 3x3
    int vacias; // contador de las posiciones vacías en el tablero
} tNodo;
```

Las jugadas realizadas por Max (X) se representan por +1, y las de Min (O) con -1. Así, por ejemplo, el acceso a la posición 0 del vector juego.celdas[0] daría como resultado 1, indicando que es una posición ocupada por el jugador MAX (el agente inteligente que estamos programando).

- 1. Observa las funciones jugadaAdversario, que corresponde al jugador humano, y PSEUDOminimax, que correspondería al agente inteligente, y cómo se implementa el ciclo del juego completo.
- 2. Completa la especificación de cada función en los correspondientes ficheros .h
- 3. Ejecuta el código y familiarízate con los tipos de datos y las funciones que se utilizan.
- 4. Cambia los estados iniciales, y ve mostrando las posibles jugadas que podría realizar MAX junto con los valores de la función utilidad.



Grado en Ingeniería InformáticaDepartamento de Ingeniería Informática



GUIÓN DE PRÁCTICAS 7

5. Por ahora la función PSEUDOminimax, no realiza ningún movimiento de forma inteligente, para ello deberás implementar la estrategia minimax. A continuación se muestra el pseudocódigo de la estrategia minimax que te puede ayudar para realizar la implementación completa en C de esta estrategia:

```
tNodo: función minimax(E tNodo: nodo, E entero: jugador)
 entero: max,max_actual, jugada, mejorJugada
 tNodo: intento
inicio
    max ← -10000
    desde jugada ← 1 hasta N hacer
          si esValida(nodo, jugada) entonces
              intento ← aplicaJugada(nodo,jugador,jugada)
              max actual ← valorMin(intento)
              si max_actual > max_entonces
                  max ← max_actual
                  mejorJugada ← jugada
              fin_si
           fin_si
   fin_desde
   nodo=aplicaJugada(nodo,jugador,mejorJugada);
   devolver nodo
fin_función
```



Grado en Ingeniería InformáticaDepartamento de Ingeniería Informática



GUIÓN DE PRÁCTICAS 7

```
entero: función valorMin(E tNodo: nodo)
 entero: valor_min, jugada, jugador=-1
inicio
   si terminal(nodo) entonces
       valor_min← utilidad(nodo)
   si_no
       valor min ← +100000
       desde jugada ← 1 hasta N hacer
           si esValido(nodo, jugada) entonces
               valor_min ← min(valor_min, valorMax(aplicaJugada(nodo, jugador, jugada)));
           fin si
       fin_desde
  fin_si
  devuelve valor min
fin función
entero: función valorMax(E tNodo: nodo)
var
 entero: valor_max, jugada, jugador=1
inicio
   si terminal(nodo) entonces
       valor_max← utilidad(nodo)
   si_no
       valor_max ← -100000
       desde jugada ← 1 hasta N hacer
           si esValida(nodo, jugada) entonces
             valor_max ← max(valor_max, valorMin(aplicaJugada(nodo, jugador, jugada)));
          fin_si
       fin_desde
  fin_si
  devuelve valor_max
fin función
```

Resto de funciones:

- terminal(nodo): función que comprueba si es un nodo terminal
- esValida(nodo,jugada): comprueba si es válida aplicar la jugada al nodo actual
- aplicaJugada(nodo,jugador,jugada): aplica una jugada al nodo actual
- **min**(valor1,valor2): devuelve el mínimo de 2 valores
- max(valor1,valor2): devuelve el máximo de 2 valores