

Juego Humano - Máquina YALI2

Julio Montoya, Rubén Falcón, Virginia Vera, David Mauricio ¹

Resumen En el presente trabajo se desarrolla una variante de juego de estrategia Yali, que denominamos de Yali2. Para obtener un juego inteligente se ha definido su correspondiente problema de búsqueda en un espacio de estado y se ha implementado un software con tres niveles de dificultad, correspondiendo respectivamente a las estrategias no determinístico, primero el mejor, y mejor diferencias de utilidades. Las pruebas numéricas sobre el software desarrollado muestran una inteligencia creciente acorde a los niveles de dificultad.

Palabras clave: juego hombre-máquina, Yali, búsqueda en un espacio de estado, algoritmo Min-Max

Abstract In this work we develop a variant of Yali game, called Yali2. The intelligent game was developed through a software based on the state space search problem and a human-machine game algorithm with three level of difficulty (novice, normal and expert). The numerical experiments show an intelligence increasing to according to the difficulty levels.

Key words: humanmachine game, Yali, state space search problem, min-max algorithm.

¹ FISI - Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
Av. Germán Amezaga s/n, Lima 01, Lima Peru dms_research@yahoo.com

1. Introducción

La industria de entretenimiento se ubica entre las cinco industrias de mayor facturación y por consiguiente, entre la más importante a nivel mundial. Entre los sectores de mayor crecimiento de esta industria se encuentra los juegos humano-máquina.

Un juego es una actividad recreativa que involucra a uno o más jugadores. Este puede ser definido por un objetivo que los jugadores tratan de alcanzar, y un conjunto de reglas que dicen lo que los jugadores pueden o no pueden hacer. La función principal de un juego es la de entretener y divertir, pero puede también ser usado en los procesos de aprendizaje.

La característica de abstracción de determinados juegos como el ajedrez, la dama, othello, hace atractivo la incursión de la inteligencia artificial (en adelante IA) en el sector de juegos; entretanto juegos menos abstractos, como el fútbol, no han resultado tan atrayente para la comunidad de la IA [5].

Uno de los juegos poco difundido es el juego de batalla alemán inventado Claus Harttung [3] denominado Yali. Este juego cuenta con un adversario adicional a los oponentes, la gravedad.

El Juego Yali

Yali es un juego para dos personas, cuenta con un tablero dividido en dos zonas, de 4 por 16 casilleros en los que se encuentra en ambos extremos 8 fichas por jugador de diferente color y cuatro fichas extras en la zona contraria, tal como se muestra en la figura 1. El tablero es basculante, es decir se inclina hacia uno u otro lado según el peso de las fichas (todas tienen el mismo peso). Mientras el tablero esté inclinado hacia un lado, se podrán realizar tantos movimientos (uno por vez) como se puedan hasta que, debido al avance de las fichas, se decante por el lado contrario dando el turno al otro jugador.

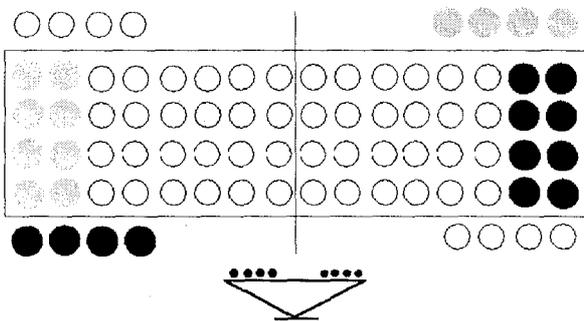


Fig. 1. Tablero del juego Yali

Objetivo:

El objetivo del juego Yali es llevar los ocho círculos de color plateado o dorado al terreno contrario lo más rápido posible, colocándolas en la misma posición que las tiene el oponente, el primero que llega al objetivo es el ganador.

Reglas [1, 6]:

- Las fichas nunca pueden retroceder ni moverse verticalmente.
- Las fichas solo avanzan un casillero por vez en dirección horizontal o diagonal.
- Por cada una de las fichas que lleguen al lado contrario, se mueve una ficha extra, se tiene el derecho de mover una de las cuatro fichas que se encuentran en el borde, que ayudarán a compensar el tablero para que se incline hacia un lado y seguir jugando.

Una de las clases de métodos más usados y que han demostrado buena eficiencia para resolver problemas de juegos hombre-máquina es dada por los métodos de búsqueda en un espacio de estado. Dependiendo de los niveles de búsqueda y de la función evaluadora que mide la información en las posibles jugadas (estados), se pueden construir juegos inteligentes prácticamente imposible de ganar por un ser humano [4].

En el presente trabajo se considera un variante del juego Yali, que lo denominamos Yali2. La variación consiste en tres aspectos. Primero, se ha añadido más una fila al tablero con el fin de aumentar la complejidad en las estrategias. Y segundo, se considera el momento de inercia de las esferas respecto al eje vertical medio para simular el movimiento del tablero. Tercero, las fichas extras se colocan de forma automática en los casilleros correspondientes cuando la ficha llega a una posición original del oponente.

El trabajo está organizado como sigue. En la sección dos, se presenta el problema de búsqueda en un espacio de estado asociado a Yali2. En la sección tres, se muestra el algoritmo hombre-máquina con tres niveles de dificultad. En la sección cuatro, se describe las estrategias usadas en el algoritmo hombre-máquina. El software que implementa las estrategias es descrito brevemente en la sección cinco. Los experimentos numéricos y las conclusiones siguen en la sección seis y siete respectivamente.

2. El Problema de Búsqueda

Por definición un problema de juego es definido como un problema de búsqueda en un espacio de

estado, cuando se definen: el estado, el estado inicial, el estado meta y las reglas (vea [2,5]). En este sentido definiremos estos conceptos para Yali2

Objetos: Tablero basculante, fichas "P" (ficha plateado) y "D" (ficha dorado), turno.

Estado: (M, x, y, p, q, r, s, t)

Donde: $M\{R, A, 0\} 5 \times 16$ es una matriz de 5×16 , que representa al tablero con fichas P y D, y casillero vacío "0"

x: cantidad de fichas plateado en la ubicación original

del área dorado
 y: cantidad de fichas dorado en la ubicación original del área plateado
 p: cantidad de fichas plateado en la zona del jugador plateado
 q: cantidad de fichas dorado en la zona del jugador dorado
 r: cantidad de fichas extras plateado en su origen
 s: cantidad de fichas extras dorados en su origen
 t: turno, que puede ser P (plateado) o D (dorado)

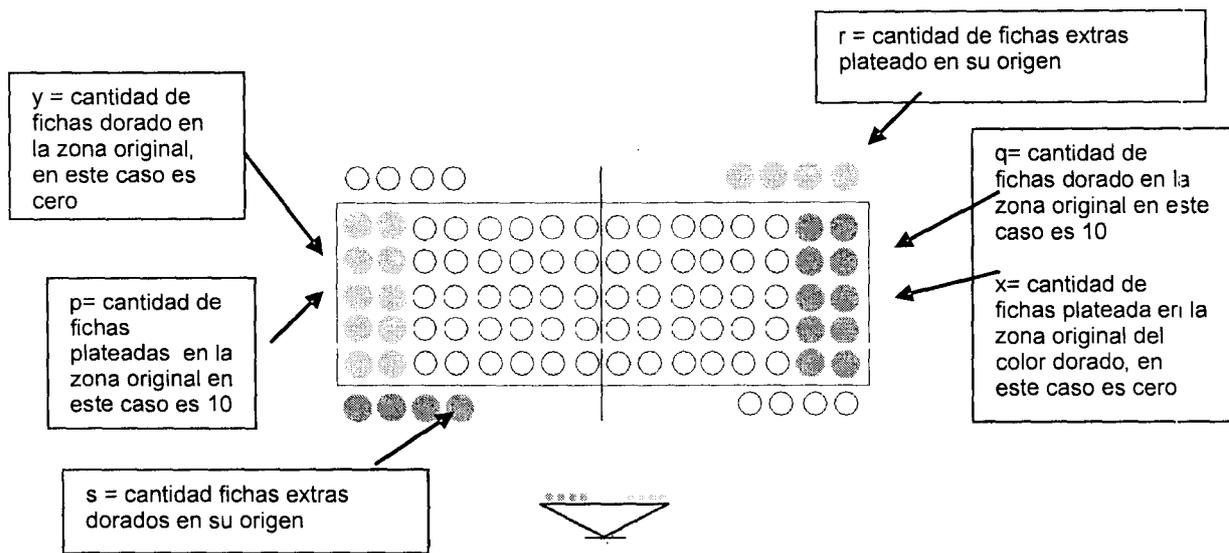


Fig. 2. Yali2 con los parámetros de su representación como búsqueda.

Cada estado corresponde a una jugada.

Estado Inicial:

$$\begin{pmatrix} R & R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A \\ R & R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A \\ R & R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A \\ R & R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A \\ R & R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A \end{pmatrix}, 0, 0, 10, 10, 4, 4, t$$

Donde t es el turno de partida que puede ser plateado o dorado.

En consideración que pueden existir un número grande de posibles estados metas, definiremos una condición necesaria y suficiente para un estado meta.

Condiciones de estado meta:

- Si $x = 10$ entonces gana plateado
- Si $y = 10$ entonces gana dorado

Reglas:

Se han considerado cuatro reglas:

- moverPlateado(a,b,c,d): mueve una ficha plateado de origen (a,b) para (c,d)

- moverDorado(a,b,c,d): mueve una ficha dorado de origen (a,b) para (c,d)

En la siguiente tabla describimos las condiciones y el nuevo estado asociadas a las reglas moverPlateado y moverPlateadoextra para un estado actual genérico (M, x, y, p, q, r, s, t) . Las condiciones y el nuevo estado para las reglas moverDorado y moverDoradoextra son similares.

| Regla | Condiciones | Nuevo Final |
|--------------------------|--|---|
| Mover Plateado (a,b,c,d) | $t = P$ $M(a,b) = P$ $M(c,d) = 0$ $a + 1 = c$ $d \in \{b-1, b, b+1\}$ $1 \leq d \leq 5$ | (M, x, y, p, q, r, s, t) Donde: $M(c,d) := P$ $M(a,b) := 0$ Si $c = 9 \Rightarrow p := p-1$ Si $c > 14 \Rightarrow x := x+1$ $t := P$ si $B(M, r, s) = P$ $t := D$ si $B(M, r, s) = D$ |

| | | |
|---|--|---|
| Mover Plateado extra (a,b,c,d) | t = R M(a,b) = R M(c,d) = 0 a + 1 = c = 14 d {b-1, b, b+1} 1 d 5 r > 0 | (M,x,y,p,q,r,s,t) Donde: r := r - 1 p := p + 1 t := R si B(M,r,s) = R t := A si B(M,r,s) = A |
|---|--|---|

Tabla1. Sistema de producción para Yali2.

Donde B es una función que determina si el tablero basculante se inclina hacia la zona plateado o dorado. El basculante se inclina hacia la zona que presenta mayor peso. Asumiendo que las fichas presenten igual peso y que el soporte del basculantes es el eje vertical medio del tablero, podemos definir que el peso asociado a cada zona está dado por la suma de las distancias de las bolas que hay en una zona respecto al eje vertical. Por consiguiente B esa dado como sigue:

$$\text{Si } \sum_{b=1}^8 M(a,b)(9-b) + \sum_{b=0}^{4-s} (9-b) >$$

$$\sum_{b=9}^{16} M(a,b)(b-8) + \sum_{b=0}^{4-r} (b-8)$$

Entonces B(M,r,s) = P
Sino B(M,r,s) = D

Las condiciones para moverPlateado son cinco. Primero, el turno debe ser plateado. Segundo, la ficha del casillero de origen debe ser plateado. Tercero, el casillero destino debe estar vacío. Cuarto, la columna destino es igual a la columna origen incrementado en uno, siempre que sea

posible moverse, para esto, basta que se verifique la condición dos. Quinto, la fila destino

debe ser igual, inferior o superior en uno a la fila origen, y siempre que se encuentre en el tablero.

El estado resultante de la aplicación de moverPlateado es similar al estado actual con las siguientes variaciones. El casillero destino quedará con una ficha plateado y el casillero origen sin ficha. Si el origen se encuentra en la zona plateado y el destino en la zona dorado (esto es, c=14) entonces incrementamos en una unidad al número de fichas plateado en la zona del casillero dorado y reducimos en una unidad la cantidad de fichas plateado en la

zona plateado. El turno (t) deberá ser actualizado en función a B.

Las condiciones para moverPlateadoextra son: el turno debe ser plateado, una ficha plateada debe pasar para la zona original del adversario, y debe existir una ficha plateado extra en su origen.

El estado resultante de la aplicación de moverPlateadoextra es similar al estado actual con las siguientes variaciones. Se incrementa en una unidad la cantidad de fichas plateado en la zona del jugador plateado (p+1), y se disminuye la cantidad de fichas plateado extras en su origen en una unidad (r-1), y se deberá actualizar el turno (t) según B.

3. Algoritmo Humano-Máquina

El algoritmo hombre máquina usado, considera tres estrategias de selección para la jugada de la máquina: no determinística (aleatoria), primero el mejor (goloso) y mejor diferencia de utilidades, que corresponden, respectivamente, a los niveles de dificultad del juego principiante, normal y experto.

Función Evaluadora

Se ha considerado como función evaluadora una función que combine los criterios: mayor proximidad al casillero origen del adversario y la inclinación de la báscula (con el fin de seguir jugando).

Estrategias de la máquina

En la siguiente tabla se muestra las estrategias de la máquina para los correspondientes niveles de dificultad:

| Regla | Estrategia | Descripción |
|--------------|--------------------------------|---|
| Principiante | No determinística | Se generan todas las posibles jugadas de la máquina y se elige uno al azar, la cual pasa a ser la jugada a realizar. |
| Normal | Goloso | Se generan todas las posibles jugadas de la máquina y se elige la mejor (esto es, la que presenta mejor valor de la función evaluadora), la cual pasa a ser la jugada a realizar. |
| Experto | Mejor diferencia de utilidades | Se generan todas las posibles jugadas de la máquina y se evalúan. |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Luego se generan todas las posibles jugadas del humano para cada posible jugada de la máquina, y se evalúan. Se selecciona la jugada de la máquina que presenta mayor diferencia de valor de la función evaluadora entre la jugada de la máquina y su correspondiente mejor jugada del humano. La jugada seleccionada pasa a ser la jugada a realizar por la máquina.</p> |
|--|--|--|

Tabla2. Estrategias de juego para Yali2

4. La implementación

Se implemento el juego Yali2 usando el lenguaje Delphi Pascal de Borland Delphi versión 6.0, bajo el paradigma de la programación orientada a objetos. Una implementación en java del original juego de Yali se puede encontrar en [3].

La interfase de Yali2 es una pantalla (vea figura 3), en donde se muestra los niveles de dificultad, las instrucciones y el tablero. Las fichas son esferas doradas y plateadas. Se ha considerado que el jugador humano inicia la partida y que sus fichas son de color plateadas.

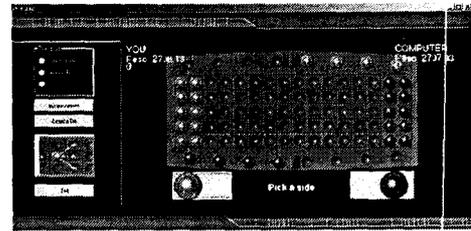


Fig. 3. Pantalla principal de Yali2

Como se observa en la figura 3, el jugador tiene la opción de escoger entre los tres niveles de dificultad: principiante, intermedio y experto (vea también figura 4); además tiene la opción de conocer más acerca del juego y sus instrucciones (vea figuras 5 y 6).

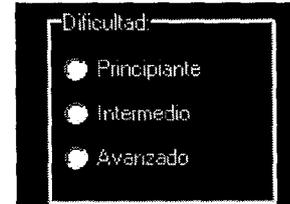


Fig.4. Nivel de Dificultad

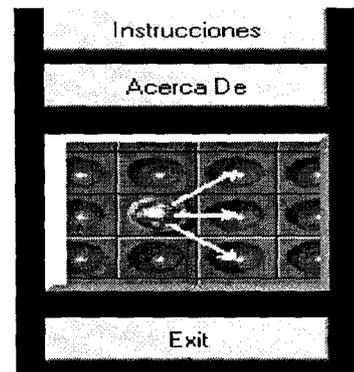


Fig. 5. Otras opciones

Instructions

OBJETIVO:

Llevar los ocho círculos de color Plateado al terreno contrario lo más rápido posible, colocándolas en la misma posición que las tiene el oponente inicialmente. El que lo logra realizar primero es el GANADOR

REGLAS:

- Las fichas nunca pueden retroceder ni moverse hacia los lados.
- Por cada una de las fichas que se lleguen al lado contrario, se mueve automáticamente una de las cuatro fichas que se encuentran en el borde la cual te ayudarán a compensar el tablero para que se incline hacia tu lado y puedas seguir jugando.
- Las fichas se mueven de frente y en diagonal, y no pueden moverse a los costados ni retroceder ni saltar.

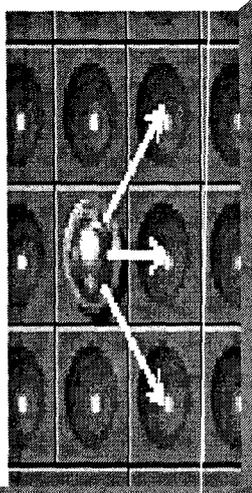


Fig. 6. Instrucciones

6. Experimentos Numéricos

El software desarrollado fue sometido a prueba con 10 personas mayores de 8 años para cada uno de los niveles de dificultad obteniéndose los siguientes resultados para la máquina:

| Nivel de Dificultad | Ganadas | Perdidas |
|---------------------|---------|----------|
| Principiante | 2 | 8 |
| Intermedio | 4 | 6 |
| Experto | 8 | 2 |

Tabla 3. Resultados numéricos de Yali2 para la máquina.

7. Conclusiones

- Fue presentado una variante del juego Yali, y descrito su correspondiente problema de búsqueda en un espacio de estado.
- La definición del problema de búsqueda en un espacio de estado permitió implementar fácilmente el juego Yali2.
- Las estrategias usadas para dar inteligencia al software implementado presentaron resultados numéricos cuyas tendencias son conocidas en la literatura especializada. Cuanto mayor el nivel de dificultad más difícil es ganarle a la máquina.
- El algoritmo de mejor diferencia de utilidades, asegura mejores decisiones para la máquina. La capacidad de prever dos turnos adelantados le otorga ventajas sobre las otras estrategias.
- Las jugadas seleccionadas con las estrategias mejor diferencia de utilidades y goloso para Yali2 coinciden en movimientos generalmente al iniciar el juego, pero después se diferencia significativamente a medida que el juego se desarrolla.
- Como se observa en los experimentos numéricos de la sección 5, en un inicio en el nivel principiante, la cantidad de veces que pierde la máquina es mucho mayor (80% más), pero mientras se aumenta el nivel de dificultad dicha situación se revierte haciendo que la máquina llegue alcanzar niveles de éxito del 80%. Esto es, su comportamiento sigue las tendencias conocidas en la literatura: Cuanto mayor el nivel de dificultad más difícil se hace ganarle a la máquina.

- Es posible hacer máquinas Yali que sean imposible de vencer por el ser humano, basta aumentar los niveles de dificultad replicando recursivamente las estrategias del nivel experto.

Referencias

- [1] Claus. A. Harttung. YALI, basic rule and rules for the advances player.
- [2] David Mauricio, Notas sobre búsqueda en un espacio de estado. UNMSM (2000).
- [3] Karl Hörnell's Applet Center, Java on the brain, www.javaonthebrain.com/brain.html, 15-03-2006.
- [4] Nils J. Nilsson. Inteligencia artificial, una nueva síntesis. McGraw Hill. (2001).
- [5] Stuart Russel, Peter Norvig. Inteligencia artificial, un enfoque moderno. Prentice Hall. (1996).
- [6] YALI ECE 461 - Software engineering, game rules and contest rules [Http://www.geocities.com/teemuhnee/YALI-CONTEST.pdf](http://www.geocities.com/teemuhnee/YALI-CONTEST.pdf), 15-03-2006.