

Checkers Game, un agente de Software para jugar a las Damas

Yamil Lacoste, Paula Tristán, and
Oscar Goñi

INTIA, Fac. Cs. Exactas, UNICEN, Tandil, Argentina
yalacoste@alumnos.exa.unicen.edu.ar, ptristan3@gmail.com, oegoni@exa.
unicen.edu.ar
<http://www.exa.unicen.edu.ar/>

Resumen *En la era digital la inclusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo tienen un impacto significativo en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes y en el fortalecimiento de sus competencias favoreciendo su inserción en la sociedad. La educación entonces enfrenta importantes desafíos, la inclusión de áreas de conocimiento como programación y robótica resultan elementales en la formación de profesionales del futuro. Estas áreas de conocimiento involucran que los alumnos adquieran ciertas habilidades y capacidades como: resolución de problemas, nivel de abstracción, atención, concentración, etc. Este trabajo propone la implementación de un agente de software para jugar a las damas como herramienta base para incentivar las áreas de programación, robótica y visión artificial. El entorno propuesto permite conocer y comprender conceptos básicos de cada temática y la forma en que éstas se relacionan, así como experimentar nuevas alternativas*

Keywords: Programación, robótica, visión artificial

1. Introducción

Actualmente la educación se enfrenta una serie de dificultades en cuanto a la preparación de los alumnos tal que les garantice el acceso a nuevas competencias, habilidades, aplicaciones y conocimientos. Las áreas como programación, robótica y visión artificial en etapas tempranas del aprendizaje resultan uno de los pilares fundamentales en la formación profesionales del futuro.

La programación, robótica y visión artificial forman parte de los conocimientos principales de las asignaturas de tecnología. Sin embargo, su enseñanza es una tarea ardua: «La mayoría de los educadores y docentes de programación coinciden en señalar que son pocos los estudiantes que afirman que aprender a programar una computadora es una tarea sencilla» [1]. «El hecho de que los robots se perciban como algo asociado a la alta tecnología, e incluso a la ciencia ficción, nos permite incentivar los estudios científico-tecnológicos mediante esta materia» [2]. Este trabajo aborda los diferentes pasos seguidos en el diseño

2 XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación

de una plataforma HW/SW que incorpora inteligencia para realizar una tarea (en este caso, jugar a las damas), sistema de interacción con el usuario, sistema de visión artificial y sistema de interacción con el entorno mediante un brazo robótico. Dada la definición precisa de sus partes y el bajo costo de implementación, este podría ser orientado a educación en nivel inicial o secundario. El trabajo interdisciplinario motiva al estudiante al diseño e implementación de su propio robot para cumplir con un área específica. Por ejemplo, un robot hexápodo podría reproducir el comportamiento de una araña en materias relacionadas con la biología. Esta propuesta fue realizada en el contexto de un trabajo final de grado de la carrera Ingeniería de Sistemas, en la cual se aborda la realización de un Brazo Robótico para Jugar a las Damas proporcionando un entorno básico para que los alumnos utilicen y puedan interactuar con estas nuevas tecnologías. La propuesta se enmarca como un mecanismo de transposición didáctica para ser llevado a las escuelas, en donde los alumnos puedan diseñar sus propios brazos robóticos, puedan aprender herramientas de hardware y software libre (por ejemplo, Arduino [3]), puedan entender los diferentes componentes electrónico y se incentive la programación.

2. Áreas del conocimiento involucradas

Tal como se expresó en la sección anterior, este trabajo propone una alternativa para jugar a las damas; que permite conocer, comprender y experimentar tres importantes áreas de conocimiento: Programación para realizar el juego, Visión Artificial para poder detectar los estados del tablero real y Mecánica con Robótica para poder realizar un brazo artesanal (Figura 1). El sistema didáctico elaborado, como se observa en la Figura 2, se divide en un sistema de control compuesto por una laptop y una placa Arduino. Allí se reciben señales de entrada del entorno (sistema sensorial), se realiza el procesamiento y al finalizar se envía el control para comandar el sistema de accionamiento de la estructura mecánica y así orientar las posiciones del brazo robótico. La inteligencia para realizar una actividad de manera autónoma, en este caso, Jugar a las Damas, es brindada por un agente Software. En el esquema del funcionamiento del agente propuesto que se indica en la Figura 3, se observan cada una de las etapas de la solución propuesta indicando además a que área del conocimiento corresponde cada una de ellas. El área de programación incluye la lógica para determinar la nueva jugada del jugador virtual, la visión artificial se encarga de captar el estado del tablero mediante el sistema sensorial y la robótica de accionar esa jugada. Al inicio es posible elegir entre varios modos de juegos: PC vs PC, Humano vs PC, Humano vs Robot, Humano vs Humano. En este trabajo en particular, sólo se describirá el modo Humano vs Robot. El siguiente paso es realizar la configuración del tablero y la evaluación de las condiciones del entorno para reconocer cada casillero y ficha del tablero adecuadamente. Una vez completada la calibración del entorno, se da inicio al juego. El comportamiento del juego se basa en un ciclo que comienza con la detección del estado del tablero y en función del jugador de turno se simulará la jugada o se va a proponer una jugada mediante uno de los

Checkers Game, un agente de Software para jugar a las Damas 3

método de interacción propuestos. Para la propuesta se incluyen los planos del brazo robótico artesanal y un instructivo de conexión. Además se incluye una interfaz para que los alumnos puedan elaborar sus propios brazos y que sean capaz de manipular ciertos parámetros de la interfaz con el objetivo de comprender como estas áreas se relacionan. Algunos de los parámetros a modificar son: los umbrales para detectar las fichas del tablero, los colores de la ficha del tablero, los algoritmos heurísticos para obtener la mejor jugada, los tamaños y pesos de los diferentes brazos, los sistemas de accionamiento a utilizar, etc.

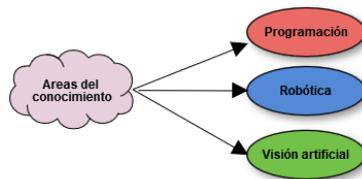


Figura 1. Áreas del conocimiento involucradas

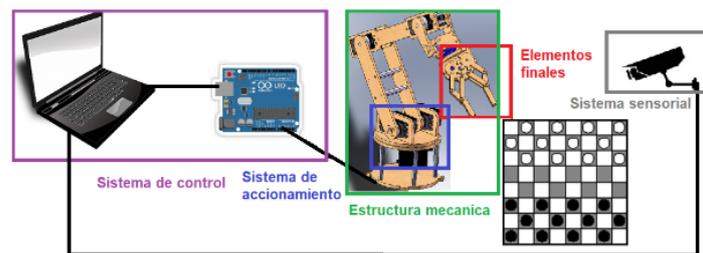


Figura 2. Morfología de un robot

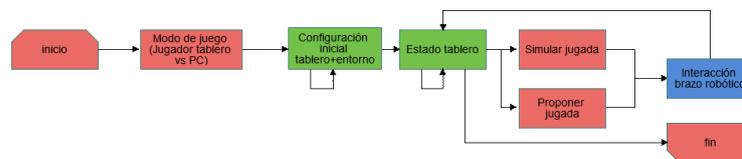


Figura 3. Esquema de funcionamiento del agente

4 XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación

2.1. Visión artificial

En esta sección, se hace un recorrido por las diferentes etapas del procesamiento digital de imágenes (PDI) utilizadas en la visión artificial con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la detección de los diferentes estados del tablero real [4].

Adquisición Para realizar la visión por computador, se utilizó en primer lugar una cámara IP de 2 Megapixel sostenida con un trípode a una altura aproximada de 30 cm en posición zenital como se observa en la Figura 4, permitiendo desplazar y aumentar la altura de la cámara con facilidad mejorando así la calidad de la captura. Además, se utilizó iluminación mediante luz natural.



Figura 4. Captura

Realce y Segmentación En esta etapa, se realiza la detección de todos los casilleros del tablero. Las sucesivas pruebas con diferentes algoritmos indicaron que el que mejor se adaptó a la solución fue el algoritmo *goodFeaturesToTrack* implementado en OpenCV [5]. Este algoritmo permite encontrar todos los vértices del tablero de una forma automática. Este algoritmo necesita realizar una calibración del tablero. Para esto, es preciso indicarle al usuario que se realizará tal acción. Se puede observar en la Figura 5 que varios de los puntos detectados se encuentran fuera del tablero, por lo tanto es necesario recortar la foto lo máximo posible al borde hasta encontrar solamente los 80 puntos correspondiente a los vértices del tablero (Figura 6.)

Extracción de características e Interpretación Una vez aplicado el algoritmo *goodFeaturesToTrack*, se prosigue a distinguir los casilleros a los que pertenece cada ficha basándose en los 80 vértices detectados. De esta forma, es posible completar una estructura de doble entrada que permita conocer la ubicación de cada

Checkers Game, un agente de Software para jugar a las Damas

5



Figura 5. Ventana de configuración del tablero



Figura 6. Resultado deseado de la configuración del tablero

una de las fichas dentro del tablero.

La determinación del color de cada casillero se obtiene mediante la identificación de los puntos centrales de cada casillero, determinando mediante un umbral si pertenece al color Blanco, Negro, Rojo, Azul, Verde, Amarillo.

2.2. Programación

El área de programación es la encargada de controlar la parte lógica de nuestro sistema como iniciar juego, indicar fin de juego, simular jugadas y fundamentalmente tiene el objetivo de encontrar las jugadas óptimas para el jugador virtual. Para esto, es necesario dotar de inteligencia al jugador virtual, se implementó el algoritmo NegaMax con poda alfa-beta para obtener la mejor jugada dentro del conjunto de alternativas [6]. La idea del algoritmo es evaluar el tablero en donde puede ocurrir una de tres opciones:

- Hay ganador: Si hay ganador se retorna un valor máximo.
- Estado Hoja: Si se llegó a un estado hoja ya sea porque la profundidad es cero, o no hay movimientos posibles se realiza una evaluación heurística para determinar una puntuación al estado del tablero.

6 XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación

- Estado Intermedio: Se obtiene las jugadas posibles y por cada jugada realiza un análisis en profundidad. Al finalizar, se eligen sólo los mejores valores de los parámetros de alfa y beta.

2.3. Robótica

Esta área permite interactuar con el entorno mediante un brazo robótico con el objetivo de accionar una jugada [7]. Se proponen dos modelos de brazo robótico: uno realizado artesanalmente y otro más industrializado impreso en 3D donde para cada uno se propondrá un tablero con fichas correspondientes.

Interacción mediante brazo robótico artesanal Durante esta etapa, se crearon y diseñaron varios prototipos de brazos robóticos caseros hasta encontrar el que mejor se adaptaba (Figura 10). Estos fueron cortados en madera fibrofacil de 5mm y además se realizó un tablero artesanal con madera melamina de color marrón y de un tamaño de 40x40cm. A esta, se le realizó gráfica autoadhesiva para representar un tablero de 36x36cm, con alto y ancho de casillero de 4 cm. Para el tablero se reutilizaron las fichas del juego de mesa Cuatro en Línea, las cuales son de color rojo y azul con diámetro de 2,5 cm como se las puede observar en la Figura 6 junto al tablero. Además, para representar las fichas de Damas se colocaron unos adhesivos de color amarillo y verde al revés de la ficha como se puede observar en la Figura 9. Para la propuesta se incluyen los planos del brazo robótico artesanal(Figura 8) y un instructivo de conexión como se puede observar en la Figura 7.

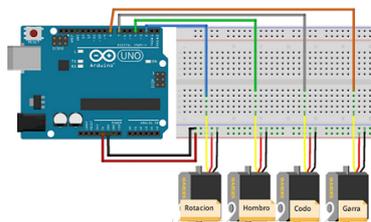


Figura 7. Instructivo de conexión del servo a arduino

Interacción mediante brazo robótico impreso en 3D Debido a las limitaciones que presentaba el brazo robótico casero de propagación de errores y deficiencia al momento de tomar la ficha, se decidió probar un nuevo prototipo realizado con impresora 3D, el cual se lo puede observar en la Figura 11. Este donde consta con 3 grados de libertad pero con un diseño profesional, con medidas completamente exactas y sin tanta exigencia mecánica sobre los servos como el realizado de forma artesanal. Los servos utilizados son los mismos que

Checkers Game, un agente de Software para jugar a las Damas

7

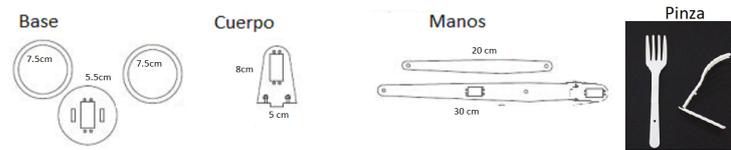


Figura 8. Planos del brazo robótico



Figura 9. Tablero con 80 vértices + Fichas Damas

se utilizaron en el brazo robótico artesanal. La limitación de este modelo es que requiere de un tablero mucho más chico de 8x8cm debido a su baja amplitud de desplazamiento. Las fichas se representaron con tuercas metálicas. Esto permitió la utilización de un electroimán para realizar la recolección de la ficha. La correcta coordinación de movimiento, junto con la activación de activación del electroimán, permite la recolección de la ficha dentro del tablero y su liberación fuera de este (Figura 12).

3. Resultados de la herramienta propuesta

De manera general se puede afirmar que el entorno propuesto permite jugar a las damas con un jugador inteligente de forma física mediante procesamiento



Figura 10. Prototipo del brazo robótico casero terminado



Figura 11. Prototipo de brazo robótico en 3D con tablero y ficha



Figura 12. Prototipo de brazo robótico impreso en 3D + electroimán

de imagen, para eso es fundamental hacer una etapa de calibración para poder distinguir correctamente todas las fichas del tablero antes de jugar debido a que por condiciones invariantes de luz no se detectan correctamente todos los casilleros del tablero. Debido al problema de la luz, se hizo un análisis de la cantidad de errores detectados durante la etapa de configuración del tablero como se puede observar en la Figura 13. Para esto, lo que se hizo fue reunir los diferentes resultados obtenidos durante la etapa de configuración del tablero aplicando diferentes condiciones de luz para obtener una métrica de errores detectados.

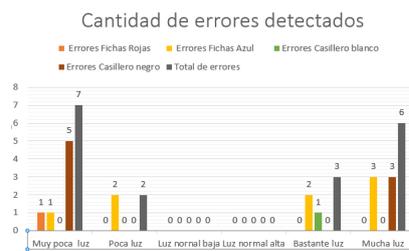


Figura 13. Resultados del procesamiento de imagen

Por otra parte, para el brazo robótico se realizaron pruebas de posición en el plano xy, los resultados obtenidos es que el prototipo va a fallar en +/- 0,5 cm

al posicionarse en una coordenada. A pesar de esto, el trabajo proporciona una alternativa didáctica que puede ser muy fructífera para que los alumnos aprendan de forma conjunta las tres áreas de conocimientos fundamentales para los estudiantes del siglo XXI de forma practica y resolviendo un problema concreto.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

Mediante la realización de este trabajo, se logró cumplir con el objetivo de realizar una herramienta que permita jugar con un tablero físico sin la necesidad de un contrincante humano. El trabajo es fácilmente llevado a las escuelas para que los alumnos puedan elaborar sus propios diseños de brazos robóticos y puedan aprender resolviendo problemas reales.

En cuanto a la aplicación didáctica en educación, las etapas del diseño de la plataforma, se encuentran bien delimitadas, de manera que es posible especializar cada una por separado de manera independiente. El trabajo multidisciplinario relaciona áreas como programación, electrónica, física e inteligencia artificial.

El armado del brazo robótico representa de un gran desafío tanto en el ámbito académico así como actividad extra curricular. Los requerimientos de hardware de bajo costo y software libre utilizados para este proyecto es realmente bajo y por lo tanto aplicable, aún en escuelas con bajos recursos. El desafío que representa esta actividad en alumnos de corta edad representa un gran estímulo para el perfil del futuro profesional.

Actualmente y para garantizar la continuidad de este trabajo, se esta estructurando la propuesta didáctica ajustándola de acuerdo al nivel o ámbito en el que se pretende poner en practica.

Referencias

1. Ricardo Coppo, Javier Iparraguirre, Germán Feres, Gustavo Ursua, and Ana Cavallo. Aplicación del aprendizaje basado en problemas y la tecnología informática a la enseñanza de programación en los primeros años de ingeniería. In *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2013.
2. Gabriel Ocaña Rebollo, Isabel María Romero Albaladejo, Francisco Gil Cuadra, and Antonio Codina Sánchez. Implantación de la nueva asignatura robótica en enseñanza secundaria y bachillerato. *Revista Investigación en la Escuela*, 87:65–79, 2015.
3. Arduino CC. Pagina oficial de arduino, Enero 2018.
4. Rafael C. Gonzalez. *Digital Image Processing*. Prentice Hall, 2002.
5. Varios Autores. Entorno de desarrollo opencv, Septiembre 2017.
6. P. Brassard, G. ; Bratley. *Fundamentos de Algoritmia*. Prentice Hall, 1997.
7. Antonio Barrientos. *Fundamentos de robótica*. S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAA, 1996.