

AJEDREZ CON ACCESIBILIDAD Y AUTONOMIA PARA PERSONAS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD VISUAL.

MSc Carlos A. MENESES
Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Risaralda 660003, Colombia

y

MSc Saulo de J. TORRES
Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Risaralda 660003, Colombia

y

PhD Julio C. CHAVARRO
Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Risaralda 660003, Colombia

RESUMEN

Las diferencias de desempeño en muchas actividades, crecen dependiendo del tipo de discapacidad y de la tarea que hay que desarrollar. La desigualdad entre personas sin y con discapacidad es notoria y en ciertos ámbitos es discriminatoria. En los deportes este tipo de diferencias es significativo, a pesar de esto, el ajedrez es atractivo para múltiples tipos de discapacitados. Además de aportar mejoramiento en las capacidades tanto psicológicas como de convivencia y de razonamiento, este juego no discrimina edad, ni condición social, ni nivel de escolaridad, aunque a nivel competitivo genera diferencias significativas entre personas videntes y discapacitados visuales.

El grupo de investigación GIA de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) junto con el programa de Maestría en Instrumentación Física (UTP), viene trabajando en proyectos orientados a disminuir esta brecha diferencial entre las personas con y sin problemas visuales.

Este trabajo, pretende mostrar como en el juego del ajedrez, participantes con discapacidad visual pueden desempeñarse de manera autónoma, logrando acortar la brecha en las posibilidades de participación en eventos, que existe entre individuos con y sin este tipo de limitaciones físicas.

Palabras Clave: discapacidad, procesamiento de imágenes, filtrado de señal, ajedrez, detección de bordes.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización mundial de la Salud (OMS) más del 10% de los habitantes del planeta presentan alguna discapacidad permanente severa, se habla de más de

1.000 millones de discapacitados en el mundo. En Colombia según el Censo del DANE de 2005, hay más de 2'632.000 personas con limitación visual, auditiva, cognitiva, motriz, entre otras. Se habla del 6,4% de la población Colombiana, cifra que puede causar muchas dudas al compararla con otras naciones en el mundo que, sin conflicto armado, superan el 15%. [12][13][14]

Si a esto se adiciona aquellas personas que entran en discapacidad temporal, por lesiones leves transitorias, por vivir en entornos con mucho ruido, poca visibilidad, o por contar con equipos de muy baja resolución de pantalla, mala audición, o personas poco diestras con el teclado o Mouse, etc. Las cifras se estarían aumentando.

Una de los principales problemas que tienen los discapacitados visuales es su dependencia para poder realizar algunas actividades de interacción como la participación en juegos donde hay que ejecutar acciones físicas e inclusive con algunas restricciones de comunicación, por ejemplo en el caso del ajedrez, lo cual se convierte en un inconveniente a la hora de intentar realizar este tipo de actividades.

El ajedrez es un deporte cuyas particularidades lo han hecho atractivo para múltiples tipos de discapacitados. Además de aportar mejoramiento en las capacidades tanto psicológicas como de convivencia y de razonamiento, este juego no discrimina edad, ni condición social, ni nivel de escolaridad.

En busca de una solución que utilice algunos beneficios que aportan las tecnologías actuales tanto en informática como en electrónica, este proyecto va orientado a disminuir esta brecha diferencial entre las personas con y sin problemas visuales.

2. EL AJEDREZ EN CONTEXTO CON INVIDENTES.

Los discapacitados visuales tienen pocas alternativas para disfrutar de juegos de entretenimiento en reuniones sociales por lo que no pueden participar de muchos eventos en los cuales se aparte amigablemente. La gran mayoría de juegos de sala son diseñados para personas videntes y hoy en día es difícil imaginar a un ciego jugando parqués, dominó, damas, sudoku, o inclusive ajedrez (con un tablero de ajedrez común) etc.

Hay que tener en cuenta que a pesar de que existen algunos juegos de ajedrez diseñados para discapacitados visuales, estos no son fáciles de conseguir en nuestro entorno regional, por lo que es casi imposible para un ciego tener acceso a este tipo de juegos.

Los discapacitados visuales se aíslan de las comunidades sociales cuando hay eventos de participación en juegos de mesa, pues su restricción no les permite ni quisiera participar de manera pasiva. Este aislamiento tiene hasta implicaciones psicológicas en los discapacitados visuales, pues por su misma limitación son discriminados.

Los modelos de ajedrez para discapacitados visuales que actualmente se usan en competencias aún presentan algunas deficiencias que son desventaja por las limitaciones que imponen al jugador, entre ellas el tener que hacer contacto físico con las fichas para conocer el estado de la partida o para poder realizar una jugada, teniendo además que activar el tiempo del reloj, lo cual puede ser una labor compleja para un invidente con la presión psicológica que implica una competencia, causando además una pérdida mayor de tiempo.

Se ofrece una solución tecnológica que ayude a los discapacitados visuales en entornos donde es necesario poder “visualizar” un juego de mesa (y en este caso ajedrez) con el fin de ser participante activo (jugando) o pasivo (solo apreciando) un juego que se esté realizando. Este sistema se basa en el reconocimiento en tiempo real de imágenes para a partir de ellas configurar el estado del juego que puede ser consultado en cualquier momento entregando por audio información al usuario.

Además es posible en cualquier momento consultar el estado de cualquier casilla del tablero con el fin de mejorar la imagen cognitiva que tiene el participante brindándole la oportunidad que equipararse a un competidor sin discapacidad

Por medio de una cámara web y un PC, se captura en tiempo real una imagen del tablero en su estado actualizado, y haciendo procesamiento de esta, se obtiene automáticamente la representación matricial del juego, logrando reproducir por audio los eventos que ocurren en él. Con lo cual el invidente pasa de ser un espectador aislado a ser un espectador activo del juego.

Distintas versiones y teorías existen acerca del origen del ajedrez. Lo que si es cierto es que es un juego que ha sido parte de la historia de la humanidad desde hace más de un milenio.

En la reconstrucción de nuestro pasado, la arqueología ha jugado un papel trascendental, permitiendo conocer en qué lugares y en que época se jugaba ajedrez, aunque no permite conocer que ocurrió antes de los hallazgos registrados.

Aplicando una técnica utilizada en biología, se realizó un estudio filogenético a partir de las características anatómicas y funcionales de 40 variantes modernas y antiguas del juego. Llegando a la conclusión que el ancestro más probable del ajedrez era otro juego llamado el *Chaturanga* indio [11], que se utilizaba para representar una batalla y de esa manera idear estrategias en el campo. El nombre sánscrito *chaturanga* puede significar *juego de cuatro partes* señalando las cuatro partes en las que se dividía el ejército en el juego.

Otra hipótesis planteada es que el ajedrez se originó a partir de la combinación de otros juegos más antiguos practicados en algunas regiones relacionadas con el comercio de mercancías a lo largo de la antigua ruta de la seda, concluyendo que el nacimiento del juego ocurrió en el imperio Kushan (50 a C - 200 d C).

Los descubrimientos arqueológicos a partir de la aplicación de técnicas utilizadas en estudios de suelos han permitido modelar y confeccionar mapas de la variable georreferenciada (no aleatoria), que sigue un patrón, y a partir del cual es posible realizar interpolaciones, con probabilidades conocidas, para cualquier punto de la región. Si la variable analizada es la datación de restos del juego de ajedrez el resultado es un mapa donde en cada coordenada geográfica se encuentra, con cierta probabilidad, una fecha de la presencia del juego de ajedrez [9].

Otra versión atribuye la invención del ajedrez a los chinos. Las tropas chinas (año 204 a. C.) dirigidos por el líder militar Han Xin, lo practicaban como forma de hacer algo durante el campamento de invierno.

La expansión hacia el occidente del ajedrez se debe a los musulmanes y la primera mención expresa al ajedrez en un texto persa data del 600 d.c.

El ajedrez es un juego milenario en el que los ciegos han visto la posibilidad de desarrollar destrezas y buscar amplios horizontes de relaciones sociales. Hay que aprender a vivir con las diferencias dadas por las limitaciones que todos en algún momento podemos tener. [10]

Los clubes como medio de tertulias han sido espacios habituales en los que los discapacitados visuales pudieron iniciar sus prácticas y competiciones de ajedrez.

Hoy en día, el ajedrez se ha convertido en el deporte principal entre los ciegos y es abierto a todos los públicos. Muchos ya han alcanzado un nivel competitivo muy alto llegando inclusive a ser tenidos en cuenta en competencias de alto nivel con retadores videntes.

El ajedrez es un juego de estrategia y un deporte de competición. Una de las etapas más críticas corresponde a la capacitación para iniciarse en este deporte, ya que requiere de mucho entrenamiento a pesar de la simplicidad de su reglamentación.

En los años 80's el estudiante Feng-hsiung Hsu comenzó a desarrollar un juego de ajedrez, que realmente comenzó en 1989, con un proyecto computarizado llamado "*Chiptest*", que fue sucedido por *Deep Thought*, teniendo que cambiar de nombre por la similitud fonética con *Deep Throat*, para llegar a ser *Deep Blue* apoyado por un equipo de trabajo de IBM, denominado "*The Deep Blue Team*". Este sistema se implantó en un supercomputador que en el segundo encuentro (Match), venció al entonces Campeón Mundial Garry Kasparov.

La computación GRID es una tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos (entre ellos cómputo, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado para la solución de problemas de altos niveles de complejidad computacional, en los que cabe el planteamiento del problema en que una máquina pueda jugar ajedrez. En este sentido es una nueva forma de computación distribuida, en la cual los recursos pueden ser heterogéneos (diferentes arquitecturas, supercomputadores, clusters...) y se encuentran conectados mediante redes de área extensa (por ejemplo Internet).

Estas ventajas encajan bien con el tipo de uso que se le da a las máquinas en el entorno de investigación Deportiva de alto rendimiento y recreación en Ajedrez, en el que se alternan periodos de cálculo intensivo con periodos de ausencia casi total de trabajo computacional debido a la gran dispersión de tareas que realiza el personal ajedrecista e investigador. Todo esto se puede aplicar en la solución de los más intrincados problemas del ajedrez donde hay soluciones que exigen evaluar análisis de árboles de derivación que llegan a crecer exponencialmente, con cifras que llegan a superar el número de granos de trigo en el mundo. La cooperación en Grid de máquinas sencillas podrían minimizar el tiempo de dichas soluciones.

Muchas técnicas computacionales se usan en la solución de problemas en torno a los juegos de mesa, ellas van desde simples modelos de interacción física (como el ajedrez moderno para competiciones de invidentes) hasta complejos sistemas de reconocimiento de patrones que aún están en etapa de prototipo y que no brindan para este caso en particular una solución real a los discapacitados visuales quienes están en desventaja tanto competitiva como social.

Los autores Nicholas Caporusso, Lusine Mkrtchyan, y Leonardo Badia (miembro de la IEEE) en [1], proponen un dispositivo dual sensible al tacto que ayuda a reducir el impacto causado en discapacitados visuales que practican juegos de tablero como el ajedrez. Este sistema provee respuesta a través de una plantilla de 64 electrodos, que con impulsos eléctricos estimula el tacto del usuario. La solución propuesta provee distintos canales de interacción y retroalimentación multimodal: por audio, táctil y visual.

El aporte principal de este sistema es que permite al usuario ciego tener una percepción espacial concreta de la disposición de las piezas en el tablero, a través de una interfaz que brinda un entorno de comunicación táctil.

Otras aplicaciones para procesamiento de señales y aplicación en juegos se plantean en [2]:

La primera es un Ajedrez con interacción de audio, en este juego el tablero es limitado por paredes para evitar que le usuario salga del entorno de juego. Se utiliza un modelo con restricciones haciendo análisis con procesamiento de imágenes.

La segunda, corresponde a un sistema explorador de gestos utilizando el acelerómetro del iPhone de Apple. Trabaja sobre 3 tipos de gestos visualizados: scroll-down, go-forward y go-backward para el manejo de interfaces.

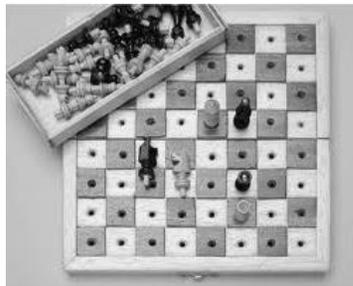
La tercera, es un juego de emparejamiento de imágenes y de memoria, en donde por sonidos se relaciona una imagen de la pantalla, de tal forma que pueda ser identificada por el usuario para hacer el emparejamiento.

Una estrategia de solución para identificación de objetos [3] propone un sistema que identifica objetos en una imagen de un juego. Se propuso un algoritmo genético para identificar el contorno del tablero, en este se combinan técnicas de búsqueda global y local. Antes de aplicar el algoritmo genético la imagen es puesta en escala de grises, posteriormente binarizada usando técnicas estándar y después se le aplica un filtro Sobel. Las líneas de contorno son identificadas y se rellenan las figuras con blanco.

En [4] se propone un sistema de reconocimiento basado en la diferencia de entropía en una imagen usando una cámara estéreo. Se toma un mapa de profundidad usando

una suma de diferencias de la imagen adquirida. Este sistema detecta un objeto que se percibe como una mano. Para evaluar el rendimiento se implementó un experimento usando una base de datos de 240 movimientos posibles de la mano. A partir de este método se implementó un ajedrez chino. El sistema implementado usa un guante en el entorno de la imagen y el método de suma absoluta de diferencias (SAD) tomando medidas de profundidad con 2 cámaras.

El juego del ajedrez en competiciones para invidentes se realiza con la ayuda de personas sin discapacidad visual que se encargan de verificar y socializar las jugadas realizadas. Cada jugador tiene un ajedrez, pues es necesario poder tocar las fichas para saber su ubicación en el tablero. Cada ficha tiene un distintivo (abultamiento) dependiendo del color y posee un vástago que se inserta en el orificio que hay en cada casilla del tablero.



Esto genera varios inconvenientes como puede ser que las fichas se caigan al tocarlas o se fracture el vástago.

Además se requiere destreza para poder hacer un movimiento de una ficha ya que se debe producir el desplazamiento físico de la misma, lo cual genera confusión en participantes que no son expertos.

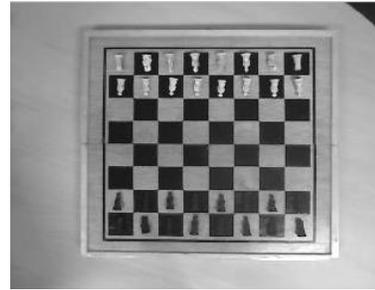
El otro problema significativo es que los espectadores de los juegos de mesa no siempre están enterados de lo que ocurre pues muchas veces las jugadas no son reproducidas de manera audible cuando los participantes son personas sin discapacidad visual.

De otro lado un espectador ciego puede perder en algún momento en su imagen del tablero, la ubicación de alguna de las fichas lo cual no le permitiría hacerle seguimiento a la partida desde ese momento.

3. VISUALIZACION DEL JUEGO

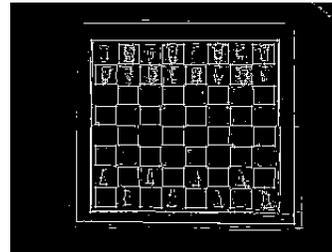
La solución presentada consta de un sistema con 4 partes que se integran en un solo contexto brindándole al usuario la posibilidad de ser un espectador activo en torno de un juego de ajedrez o inclusive para poder jugar ya sea con otro discapacitado visual o una persona vidente. El sistema fue desarrollado en matlab.

El primer módulo parte de la captura en tiempo real de la imagen del tablero utilizando un PC con una webcam. La imagen capturada recoge el entorno en el cual se realiza el juego. Esto quiere decir que la imagen tomada puede tener bastantes elementos que no hacen parte del tablero de ajedrez y causan ruido en la información.



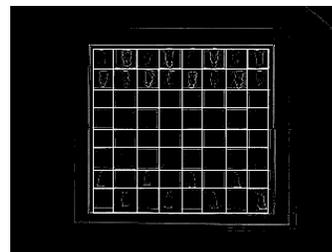
Otro aspecto que afecta a la imagen es la iluminación y las sombras generadas, las cuales afectan el contenido del tablero.

Una vez la imagen es capturada, esta se rota hasta tener la posición adecuada para hacer la exploración de la misma.



La imagen es procesada aplicando filtros y algoritmos de detección de bordes que en este caso corresponden a la máscara Laplaciana y detección de líneas verticales y horizontales para conjugarlas y

obtener una imagen de bordes como la que aprecia. Como se puede ver algunas fichas no se pueden determinar por lo que hay que aplicar otros filtros y utilizar señuelos para poder encontrar todas las fichas del tablero.



Lo siguiente es encontrar la potencia que tienen todas las líneas verticales y horizontales con el fin de poder distinguir cuales los picos más significativos que representan tanto el borde del tablero como

las líneas de las cuadrículas.

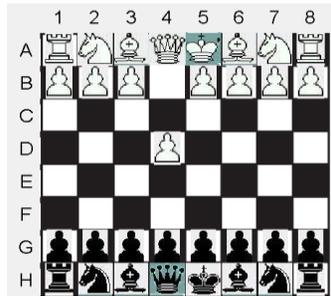
Se diseñó e implementó un algoritmo que permite encontrar las coordenadas de cada una de las cuadrículas del tablero, basado en la detección de los bordes del tablero y determinando las distancias promedio entre las líneas que corresponden a la mediana de las distancias de los picos determinados con la potencia de verticales y horizontales. Este algoritmo permite reconstruir líneas de la cuadrícula que no aparezcan por ruido introducido en la imagen.

Una vez se tienen las coordenadas de las casillas del tablero se determina dónde están las fichas blancas y negras, que es la base para el segundo módulo, y junto con estado anterior del tablero, permite determinar la validez de la información capturada para conocer posteriormente la jugada realizada.

Después de analizar la jugada como válida, teniendo en cuenta tanto la validez del movimiento realizado, como la cantidad y ubicación de las fichas, se establece el nuevo estado del juego.

Es en ese instante donde se ejecutan el módulo tercero que corresponde a la reproducción auditiva de la jugada para que sea escuchada por el usuario invidente, como también el módulo cuarto en el que se hace un reproducción gráfica que puede servir para que personas sin discapacidad puedan ir apreciando la partida en línea y para una versión futura en una estación remota.

Esta interfaz gráfica sirve para que con ayuda del mouse o el teclado, el usuario invidente pueda ubicar alguna casilla del tablero y se entere de cual



es el contenido de la misma, ayudando a este en la determinación real del estado del juego sin necesidad de tener que tocar las fichas del tablero. Esto permite que un usuario ciego pueda jugar directamente con uno que no lo es, reduciendo la desventaja que tiene debido a la discapacidad presentada.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

- El ajedrez como juego ciencia, brinda además una oportunidad de interacción entre individuos de todas las razas, credos o condiciones sociales, físicas y no distingue género ni edad. Por lo tanto sirve para integrar extraños y amigos, como también a la familia.

- Este sistema es una herramienta de ayuda para mejorar las condiciones sociales de aquellos que por circunstancias del destino han tenido el infortunio de perder la visión y que nos muestran un poder grandioso de superación.

- Este sistema aún tiene restricciones sobre todo dadas por las condiciones del entorno para que su desempeño sea el esperado. La posibilidad de instalar la cámara en un sitio que permita capturar las imágenes, la iluminación, los colores, la forma del tablero y fichas son determinantes para un efectivo funcionamiento. Se espera en versiones futuras poder minimizar estas variables.

- Muchos de los algoritmos utilizados fueron diseñados y desarrollados por los autores, como es el caso de las técnicas para determinar las coordenadas del tablero, el algoritmo para establecer la validez de una jugada o el de establecer el estado actual del sistema.

- Este sistema tiene muchas otras posibilidades futuras de uso como puede ser:

Permitir que dos usuarios jueguen en modo remoto,
Ser un sistema para la enseñanza del ajedrez de manera autónoma en niños con o sin discapacidad.

Que sirva como medio de entrenamiento para discapacitados visuales que quieran reproducir partidas de ajedrez pasadas o almacenadas en un banco de juegos, entre otros.

- La voluntad, la capacidad intelectual y la imaginación de las personas junto a sus ganas de superación, no deben ser limitadas por una deficiencia visual. Así lo demuestran los ajedrecistas no videntes, quienes han alcanzado grandes logros a nivel competitivo con un ajedrez adaptado a su condición.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Caporusso, L. Mkrtychyan, and L. Badia, Member IEEE “A Multimodal Interface Device for Online Board Games Designed for Sight-Impaired People”. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine ., vol. 14, no. 2, pp. 248–254, Mar. 2010.
- [2] J. Hossein-Khani, H. Soltanian-Zadeh, M. Kamarei, and O. Staadt. “Ball Detection With the aim of Corner Event Detection in Soccer Video”. Ninth IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Application Workshops. 978-0-7695-4429-8/11 2011 IEEE, pp. 147-152. Año 2011
- [3] B. Wilke, J. Metzgar, K. Johnson, S. Semwal, B. Snyder, K. Yu, D. Neafus. “Crossover Applications”. IEEE Virtual Reality 2009 March, Lafayette, Louisiana, USA. 978-1-4244-3943-0/09, pp. 305-306. Año 2009.
- [4] K. Shiba, K. Mori. “Detection of Go-board Contour in Real Image using Genetic Algorithm”. SICE Annual Conference in Sapporo, August 2004. Hokkaido Institute of Technology, Japan, pp. 2754-2759. año 2004.
- [5] Doe-Hyung Lee, Kwang-Seok Hong. “Game Interface using Hand Gesture Recognition”. School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Chunchun-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyungki-do, Korea, pp. 1092-1097.
- [6] J. F.P. Cheiran, L. Nedel and M. S. Pimenta, “Inclusive Games: a multimodal experience for blind players”. Institute of Informatics Federal University of Rio Grande of Sul - UFRGS. Porto Alegre, Brazil.
- [7] Xianghua Li, Kwang-Seok Hong. “Korean Chess Game Implementation by Hand Gesture Recognition using Stereo Camera”. School of Information and Communication Engineering Sungkyunkwan University Suwon, South Korea, pp. 741–748, año 2012.
- [8] Cazaux, J. L. 2004. The terracottas from Northern India. Disponible en: <http://history.chess.free.fr/terraccottas.htm> (visitada junio de 2012).

- [9] Echeverria, Juan C. Origen del Ajedrez: variabilidad espacial de los restos arqueológicos. Octubre 2006. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/origen-ajedrez-variabilidad-restos-arqueologicos/> (visitada junio de 2012)
- [10] FEDC. Federación Española de Deportes para Ciegos. Ajedrez. Disponible en: <http://www.fedc.es/home.cfm?id=35&nivel=1> (visitada junio de 2012)
- [11] Kraaijeveld, A. R. 2000. Origin of chess. A phylogenetic perspective. Board Games Studies /3: 39-50.
- [12] Organización Mundial de la Salud. Centro de Prensa. Ceguera y Discapacidad Visual . Nota descriptiva Nro 282. Octubre de 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html> (Visitada junio de 2012)
- [13] Organización Mundial de la Salud. Temas de Salud. Discapacidad Disponible en: <http://www.who.int/topics/disabilities/es/> (Visitada junio de 2012)
- [14] Organización Mundial de la Salud. Programas y Proyectos. Informe Mundial sobre discapacidad. Junio 2011. Disponible en : http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/index.html (Visitada junio de 2012)
- [15] Are They with Electrical Grids?”, Computing in Science and Engineering (CiSE), ISSN 1521-9615, Volume 4, Issue 4, Pages: 61-71, IEEE Computer Society Press and American Institute of Physics, USA, July-August 2002
- [16] B.M. Boghosian, P.V. Coveney. “Scientific applications of Grid computing”. IEEE CS Press, 7, 10-13 September 2005.