

VISIÓN INVESTIGADORA

SISTEMA DE CONTROL PARA MAPEO, ESTÍMULOS LUMÍNICOS Y SONOROS EN EL LABERINTO CIRCULAR DE BARNES.

CONTROL SYSTEM FOR MAPPING, LUMINIC AND SOUND STIMULATIONS IN BARNES MAZE.

Carlos Alberto Puentes Morales¹

Resumen: El estudio de la memoria en roedores ha tenido un desarrollo amplio gracias al laberinto de Barnes. La Universidad El Bosque desarrolló un laberinto circular de Barnes y realizó diferentes pruebas emulando el movimiento de una rata como actividad típica de laboratorio para pruebas de memoria. Con base en los resultados se pretende cuantificar si la ejecución de estímulos (sonoros o visuales) afecta en la memoria espacial del roedor y en qué medida. El presente trabajo muestra el diseño e implementación de un sistema de control que registra el mapeo del roedor en el experimento, activa módulos sonoros y lumínicos en tiempo real y garantiza la compatibilidad con el Software desarrollado (BarnesMaze_2.0). Uno de los aspectos más relevantes en este trabajo es el diseño del Software por medio de la plataforma libre JAVA para el procesamiento de imágenes, lectura de sensores, cronometro, cálculo de distancia, numero de huecos de error, activación de estímulos lumínicos y sonoros, en tiempo real a través del protocolo multihilos (Thread) del procesador del equipo.

Palabras clave: Laberinto de Barnes, memoria espacial, Rata Wistar, sistema de control, Software, JAVA, mapeo, actuadores de sonido y luminosidad, procesamiento de imágenes.

Abstract: The study of memory in rodents has had a comprehensive development thanks to the maze of Barnes. The El Bosque University developed a circular maze of Barnes and performed various tests emulating the movement of a rat as typical activity of laboratory for

¹ Ingeniero electrónico, Universidad El Bosque, Colombia. Correo electrónico: cpuentesm@unbosque.edu.co

VISIÓN INVESTIGADORA

testing of memory. Based on the results of this study was to quantify if the stimulus (sound or visual) affects the spatial memory of the rodent, and to what extent. The present work shows the design and implementation of a system of control that registered the mapping of the rodent in the experiment, light and sound modules active in real time and ensures compatibility with the software developed BarnesMaze(2.0). One of the most important aspects in this work is the design of the software by using the JAVA platform free for image processing, sensor reading, stopwatch, calculation of distance, number of holes of error, activation of stimuli of light and sound, in real time through the multithreaded protocol (Thread) of the computer's processor.

Key Words: Labyrinth of Barnes, spatial memory, Rat Wistar, control system, Software, JAVA, Mapping, sound and light actuators, image processing

1. Introducción

El laberinto circular de Barnes es una herramienta utilizada en experimentos de laboratorio psicológicos para medir el aprendizaje espacial y consolidación de la memoria. La prueba fue desarrollada por primera vez por la Doctora Carol Barnes en 1979 quien diseñó un laberinto circular de 18 agujeros, este sistema fue desarrollado para analizar el aprendizaje, los sujetos de prueba son generalmente roedores tales como ratones o ratas de laboratorio, que, o bien sirven como un control o puede tener alguna variable o deficiencia genética presente en ellos que se hará reaccionar de manera diferente en el laberinto. La función básica del laberinto de Barnes es medir la capacidad de un roedor para aprender y recordar la localización de una zona de destino mediante señales visuales distales situados alrededor de la zona de pruebas.

VISIÓN INVESTIGADORA

Este instrumento consiste en una plataforma circular de 1.22 m de diámetro elevada a 90 cm del piso elaborada en material acrílico. En la circunferencia de dicha plataforma se encuentran ubicados veinte agujeros circulares de 9 cm de diámetro espaciados entre sí por 20° de arco. En la parte inferior del laberinto se puede poner una caja negra removible denominada caja de escape. En el centro de la plataforma se ubica una caja de forma circular (denominada caja de inicio), al comienzo de cada sesión se traslada la rata en esta caja desde el bioterio, cubriendo al animal y retirándola cuando la rata sea liberada en la mesa, y se introduce un estímulo luminoso y/o sonoro de intensidad de moderada a intensa y de esta forma el sujeto comenzará a escapar hasta encontrar alguno de los 20 agujeros que lo conduzca hasta la caja de salida. En la sala experimental se localizan estímulos visuales que no cambian de posición a lo largo del entrenamiento para que el roedor lo tome como pistas para su orientación [1].

La memoria espacial puede verse afectada por diferentes factores externos e internos, entre ellos el estrés. Se ha demostrado que el estrés puede mejorar o deteriorar la memoria relacionada con tareas diversas (p.ej.: reconocimiento de objetos, condicionamiento clásico o navegación espacial) [1].

En *Oberlin College* (Ohio, EE. UU.) actualmente se trabaja en el desarrollo de un proyecto que tiene como título modulación de aprendizaje espacial y la memoria en ratas macho; este es llevado a cabo por la estudiante Juliet Alla, en este se implementaron variables de estímulo sobre el roedor de tal forma que los actuadores lumínicos y la cámara, estuvieran en una superficie elevada sobre la mesa del laberinto, en la cual se modula el procesamiento de imágenes y el cambio de intensidad lumínica sobre el roedor en cualquier momento estimado por el psicólogo [2].

VISIÓN INVESTIGADORA

El proyecto se implementó con un número de focos de 4 x 200 vatios, siendo estímulo lumínico sobre el roedor, usando también una cámara para grabar los videos experimentales y un cronometro para la toma de tiempo (Figura 1).

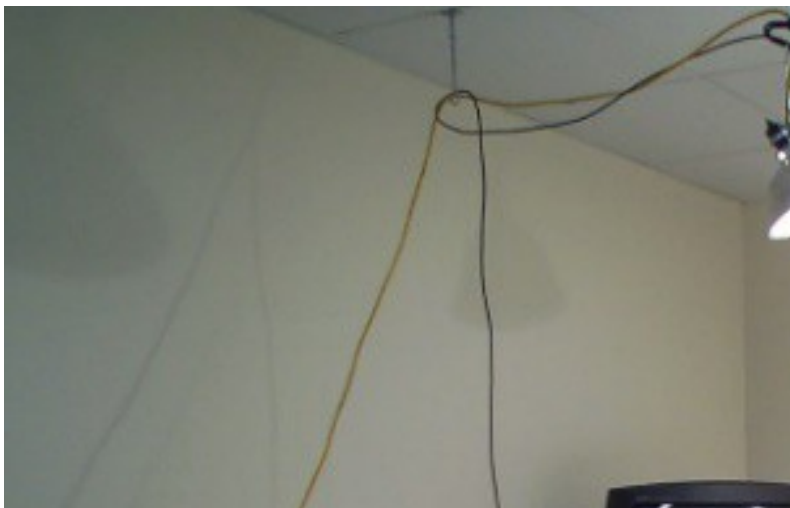


Figura 1. Maze Barnes Oberlin.

Fuente: elaboración propia.

El Instituto Nacional de Salud Mental de Bethesda, desarrollo una investigación denominada sección sobre la conducta de genómica, donde se analizaron estudios sobre el comportamiento de las cepas de antecedentes genéticos que proporcionan información importante para el diseño y la interpretación de los fenotipos cognitivos en los ratones (Figura 2).

Los roedores se sometieron a una demora de condicionamiento de retraso y rastrearon el miedo acondicionado. El Trazado del condicionamiento del miedo se llevó a cabo usando un ruido blanco de banda ancha de 80 dB [3] para el estímulo acondicionado [4].

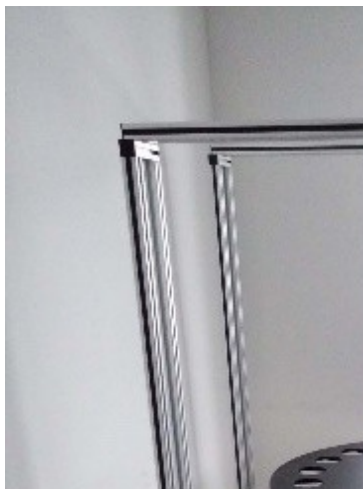


Figura 2. Laberinto de Barnes, Instituto Nacional de Salud Mental de Bethesda.

Fuente: elaboración propia.

El instituto de Neurociencias de la Universidad El Bosque en asociación con el programa de Ingeniería Electrónica, ha desarrollado su propio Laberinto de Barnes con el fin de satisfacer las necesidades de los investigadores que requieren de equipos adecuados para llevar a cabo este tipo de estudios.

A continuación se presenta el diseño global del sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro para el laberinto circular de Barnes (Figura 3).

•2. Diseño Global.

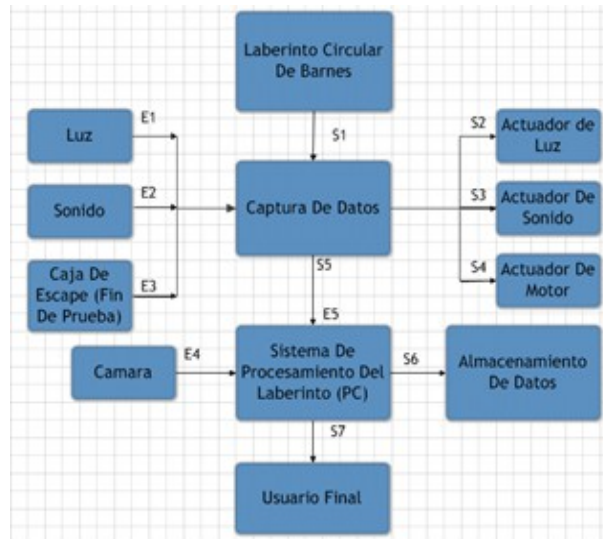


Figura. 3. Sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro.

Fuente: elaboración propia.

En el sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro, los dos fenómenos físicos (luminosidad y sonido) entran al sistema como dos señales las cuales son tratadas por el módulo de *Captura de datos*, por consiguiente resulta una señal eléctrica de 0 a 5 Vdc con corriente de 40mA y una tolerancia de $\pm 7\%$, capaz de reconocerse por el sistema de procesamiento (CPU) el cual cuenta con una unidad central de proceso en condición de cumplir con la generación y trasmisión de señales seriales con el módulo de captura de datos, por otra parte este mismo envía señales eléctricas 0 a 5 Vdc modulada por pulsos con corriente de 100mA y una tolerancia de $\pm 5\%$ hacia los módulos actuadores, que varían de forma inmediata el ambiente (luminosidad de 800 a 1345 lumen/m², con una tolerancia de $\pm 7\%$. e intensidad sonora de 0 a 85 decibeles, con una tolerancia de $\pm 5\%$), esto debido a que la unidad central de proceso realiza este propósito de forma instantánea por lo cual genera tiempos de demora cortos beneficiando el funcionamiento del sistema en general ya que esta unidad no es dependiente de otro u otros subsistemas extra para su funcionamiento,

VISIÓN INVESTIGADORA

finalmente para el procesamiento de imágenes el cual será el objeto de recepción del módulo de procesamiento, se llevó a cabo por medio de una cámara digital con formato (YUYV de tamaño de video 640X480) compatible con el software desarrollado en JAVA el cual se comisiona para el tratamiento de imágenes y entrega un resultado en forma de archivo plano (png) y entendible para el cliente (Excel), conteniendo en él los datos finales obtenidos en el experimento

1.3. Resultados

3.1 Módulo Hardware:

Este módulo cuenta con dos elementos fundamentales a controlar: las luces y la sirena que a su vez están monitoreados con la caja de control por el computador operado por el psicólogo, desde allí se modula la intensidad según sea el caso en mención: El sistema de luz tendrá una variación en un rango de 0 a 700 lúmenes ya que intensidades superiores son aversivas al sistema visual de la rata como menciona Assumpció y Ferré [5] y el sistema de ruido tendrá una intensidad no mayor a 90 dB ya que al ser mayor provocará dolor o daños mecánicos en el sistema auditivo del roedor [5].

Se utilizó una Caja de Inicio construida en el material de acrílico con el fin de alojar la rata para que en esta sea transportada desde el bioterio hasta la base de la mesa del laberinto, una vez se encuentra en dicha base se procederá a liberarla por medio de una tapa que se desliza de la caja de inicio.

Por medio de un sistema de poleas y un sistema de anclaje impulsado por un motor reductor que se encuentra ubicado en un techo falso, la caja de inicio es llevada hacia la parte superior del techo por medio de la caja de control eléctrico dirigida por el ordenador operado

VISIÓN INVESTIGADORA

por el psicólogo, que permite realizar el proceso de subida y bajada con acceso remoto (Figura 4).

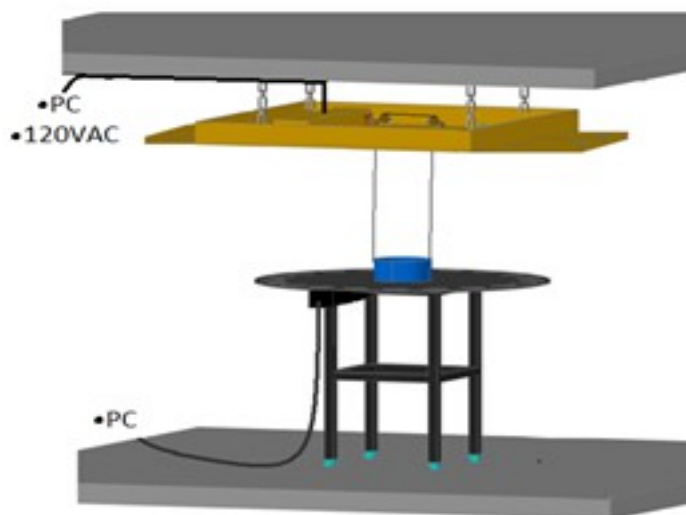


Figura. 4. Diseño 3D, del Techo falso, mesa, caja inicial y caja de escape.

Fuente: elaboración propia.

Para el Software se utilizó la plataforma libre y abierta JAVA, obteniendo como resultados la visualización del mapeo que realiza la rata durante su estancia en la plataforma de laberinto, el almacenamiento de la información capturada del experimento en un archivo tipo Excel y el mapeo en archivo tipo png, el cual se explica a continuación.

3.2 Modulo Software:

La función de este módulo es recibir y transmitir señales por comunicación serial hacia el subsistema de control y captura de datos, para mostrarlos en la interfaz hacia el cliente, visualizando mediante imágenes el recorrido la rata en tiempo real hasta que encuentre el hueco de escape, a su vez mostrar el valor del tiempo empleado por la rata simultáneamente la distancia recorrida durante el experimento y la descripción de los huecos erróneos visitados por la rata en el ensayo.

VISIÓN INVESTIGADORA

Cabe aclarar que el funcionamiento del software se divide en dos partes:

lRegistro de la identificación y administración los datos de la rata, por medio del nombre y el ID, la marcación de los huecos y la selección del cuerpo de la rata para su rastreo, variables ingresadas por el investigador.

lEl registro de movimiento (mapeo), tiempo, distancia, huecos de error y control sobre las variables de entorno que estimularon al roedor; así como del momento en el cual el programa debe detenerse y un posible reinicio de todos los registros (Figura 5).



Figura. 5. Software desarrollado en JAVA.

Fuente: elaboración propia.

3.3 Experiencia usuario final

Para el usuario final el sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro del laberinto circular de Barnes resultará siendo un sistema de análisis completo y de fácil uso, en este se encuentra un panel de control que permite modular los diferentes métodos aversivos que contiene el techo falso (Luz y Sonido) y el manejo del sistema del motor arriba/abajo de la caja de inicio, adicionalmente el software es intuitivo y amigable, cuya

VISION INVESTIGADORA

interfaz gráfica contendrá los ítems necesarios para el almacenamiento de la información del roedor, tales como el código de la rata, el número del experimento, marcar el número del hueco que se destina como hueco de escape, un panel de visualización en tiempo real de la mesa del laberinto, un botón de inicio, los huecos de error en detalle, entre otros, estas variables que son información fundamental dentro del experimento y finalmente acceso a un archivo tipo Excel (Ver figura 6) y una imagen con el mapeo final (ver figura 7) del ensayo asociado para ser consultados en estudios posteriores.

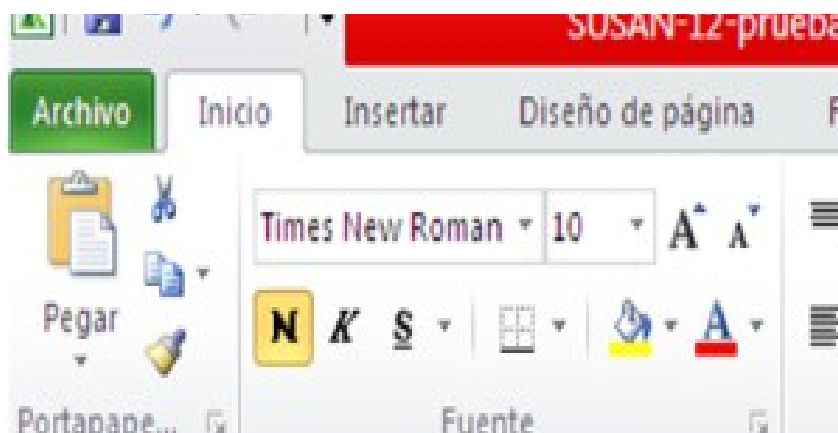


Figura 6. Documento Excel.

Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Archivo imagen del mapeo de la rata en el experimento.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente de la unión de los módulos descritos anteriormente se obtiene un producto final con el cual se podrán iniciar las pruebas requeridas en el laboratorio del Instituto de Neurociencias y realizar los experimentos para estudios posteriores, este producto final se muestra en la figura 8.



Figura 8. Sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro del laberinto circular de Barnes.

Fuente: elaboración propia.

1.4. Conclusiones

Se realizó un sistema de control para mapeo, estímulos lumínico y sonoro con base a los requerimientos establecidos por el Instituto de Neurociencias de la Universidad El Bosque con el fin de visualizar y capturar el mapeo del roedor en tiempo real, la modificación de los estímulos (lumínicos y sonoros) hacia el roedor en medio o al inicio del experimento, una caja de escape donde el roedor podrá resguardarse al encontrar el hueco de llegada y un sensor

VISIÓN INVESTIGADORA

dentro de la caja el cual hace la detención de las variables tiempo y distancia dentro del Software.

Se desarrolló el Software denominado (BarnesMaze_2.0) con capacidad de generar archivos portables los cuales condensan los datos de los diferentes experimentos realizados futuramente ser estudiados, se realiza y se entrega una herramienta amigable para el usuario final.

Se obtuvieron marcadas diferencias frente a los equipos desarrollados por otros Institutos como el de Ohio o el de Bethesda, donde la existencia de procesos manuales genera retrasos y modifica las variables reales del experimento, en este sistema desarrollado para el Instituto de Neurociencias de la Universidad El Bosque se unificó en un solo equipo Hardware y Software con el fin de automatizar procesos y disminuir la influencia del operario en los resultados propios de los experimentos.

Se minimizaron los costos vs el equipo, es decir frente a cotizaciones de industrias especializadas en equipos de esta categoría, valorados alrededor de los 13.300 dólares, este proyecto logró optimizar los costos a una tercera parte del costo de los equipos industriales.

1.Agradecimientos

IA Dios por su ayuda y a mi familia, al Dr. Gerardo Aristizabal A. y Dr. Francisco Pereira Manrique, por sus aportes fundamentales e incondicionales para el desarrollo del mismo.

IReferencias

[1] S. Claro, M. Gamba, A. Múnera, M. Lamprea, "Efecto de la restricción calórica en el aprendizaje y recuperación de una tarea espacial en ratas expuestas a estrés agudo" *J Comp Physiol Psychol*, vol. 16, no. 1, pp. 53-64, junio del 2009.

VISION INVESTIGADORA

[2] Oberlin College, 2005. [En línea] Disponible en:

<http://new.oberlin.edu/dotAsset/1598024.pdf>

[3] ISD Instruments, "White Noise Generator", 2009. [En línea] Disponible en:

<http://www.sandiegoinstruments.com/white-noise-generator/>

[4] C. Holmes, C. Wrenn, A. P. Harris, "Behavioral profiles of inbred strains on novel olfactory, spatial and emotional tests for reference memory in mice". 25 de enero de 2002,

[En línea] Disponible en: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1601-](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1601-1848.2001.00005.x/full)

[1848.2001.00005.x/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1601-1848.2001.00005.x/full)

[5] M. Assumpció, N. Ferré, "Organización y mantenimiento de un estabulario de ratas para la investigación en psicología (I)," Organización y Mantenimiento De Un Estabulario De Ratas Para La Investigación En Psicología (I), *Estudios de sicología*, no. 27-28, pp. 193-208, 1987.

[En línea] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65975>