

Resumen

El objetivo de este proyecto fue la caracterización y clasificación de la conducta social del pez cebra en un experimento social con cafeína empleando redes neuronales convolucionales, este trabajo fue probado con arquitecturas propuestas y del estado del arte. El conjunto de datos utilizados consta de 110 videos que registran el movimiento de peces cebra con niveles de cafeína agrupados en 4 clases (control, estrés0, estrés10, estrés100). Las arquitecturas que fueron estudiadas mostraron muy buenos resultados que superan el 79% de precisión y los resultados demuestran que arquitecturas muy simples como la LENET-5 funcionan correctamente para la solución del problema.

Introducción

El pez cebra es una especie particular relativamente pequeño (3-5cm) que habita en zonas de aguas dulces (ríos y lagunas) del sudeste de Asia. Este ejemplar cuenta con un genoma 73% similar al del ser humano característica que los han convertido en un modelo animal muy utilizado en investigación científica en áreas de medicina o neurología como los ratones. Un campo de interés y a la vez complejo son el estudio de las relaciones sociales donde se tiene como fin estudiar las interacciones de una gran cantidad de ejemplares de peces cebra ya que naturalmente sus asociaciones son jerárquicas muy complejas. Donde los experimentos para adquirir resultados mas cercanos a lo real requieren un estudio de grupos muy grandes y las herramientas actuales para llevar esto a cabo con modelos animales constan de aplicaciones que limitan el estudio del comportamiento locomotor ya que pueden cuantificar cinemáticas como posición, velocidad u orientación pero solo mediante los métodos que ofrece el software aparte estos métodos no caracterizan la conducta de modelos animales. Nuestra finalidad es proporcionar un método para la caracterización de la conducta social del pez cebra como una aplicación de aprendizaje profundo empleando arquitecturas de redes neuronales convoluciones.

Proceso y método

La metodología abordada consiste en calcular un conjunto de trayectorias locales, es decir un conjunto de puntos densos que cuantificaran el movimiento de los peces en secuencias de video los cuales presentan algún comportamiento, para nuestro caso empleamos un experimento anteriormente desarrollado por colaboradores de peces alterados con estrés mediante cafeína en 4 niveles (control, estrés0, estrés10, estrés100), el experimento se ilustra en el grafico 3 donde el pez del centro es el de interés y el del extremo derecho esta por fuera de la prueba. Las trayectorias son empleadas para calcular una matriz de frecuencia con cinemáticas de interés como posición, velocidad y aceleración que definirán las zonas de interés del comportamiento estudiado o dicho de otra forma serán los descriptores característicos. Finalmente serán suministrados como una imagen de 3 canales, es decir las 3 cinemáticas a una arquitectura de red neuronal convolucional que detectara las características automáticamente y clasificara cada video dependiendo del nivel de estrés que esta sometido cada pez en el video.

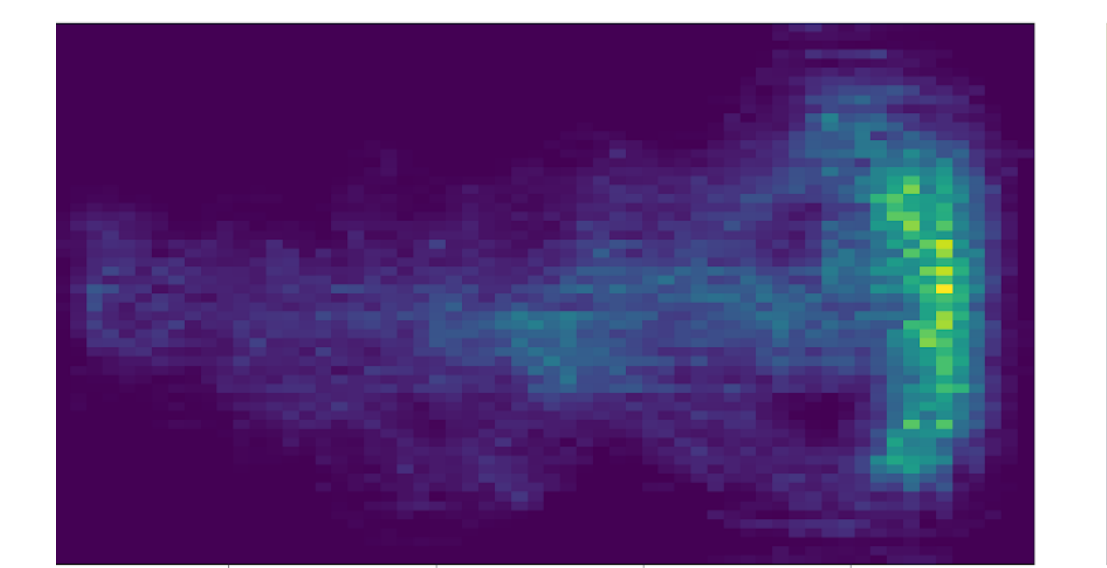
Gráfico 1. Frame de un video experimental.



Gráfico 2. Implementación del algoritmo de trayectorias densas.



Gráfico 3. Ilustración diagramas de frecuencia utilizados como descriptores de movimiento.



Resultados

Las arquitecturas propuestas clasificaron los comportamientos de los peces cebra con gran precisión, todas obtuvieron un excelente porcentaje en la fase de entrenamiento alcanzando el 100% de precisión y en la fase de evaluación se obtuvieron igualmente resultados satisfactorios todos superiores al 79% donde los mejores de ellos se obtuvieron con las arquitecturas mas básicas alcanzando un máximo de 84.09%.

Las arquitecturas evaluadas para este problema fueron desde el modelo mas simple LENET-5 variando las capas aumentando en dos de las mismas por cada modelo hasta 8 convolucionales, finalizando con pruebas en los modelos del estado del arte VGG-16 y VGG-19.

Gráfico 4. Ilustración arquitectura Lenet-5 (Arquitectura del estado del arte)

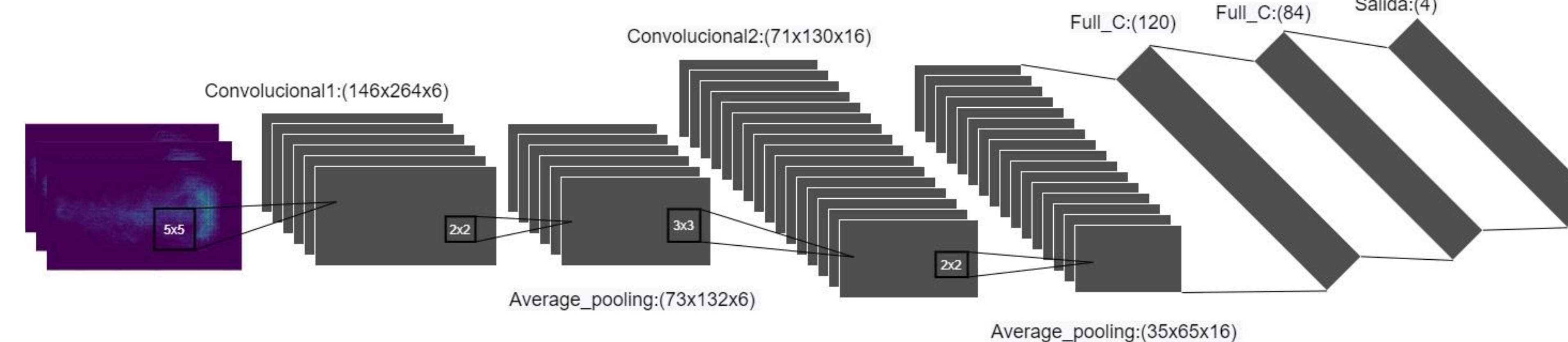
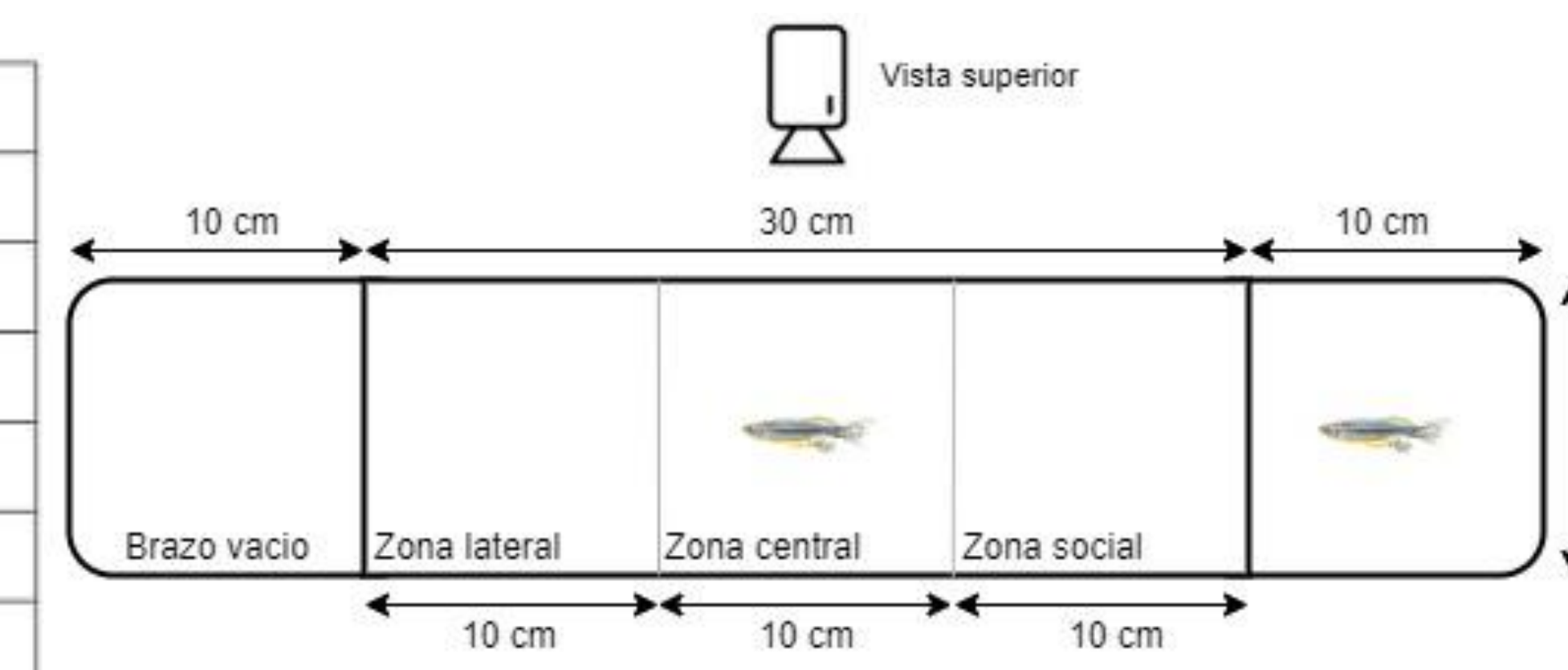


Tabla 1. Resultados arquitecturas convolucionales

Arquitectura	Entrenamiento (%)	Evaluacion (%)
LENET-5	100	84.09
4 Conv + 2Pool + 3Full	100	84.09
6 Conv + 3Pool + 2Full	100	81.81
8 Conv + 4Pool + 2Full	100	79.54
VGG16	100	81.81
VGG19	100	79.54

Gráfico 5. Ilustración del experimento.



Conclusiones

- Como conclusión primeramente este trabajo aporta herramientas computacionales adaptativas para el tratamiento de problemas sociales en modelos animales sobre todo en el pez cebra.
- Se puede evidenciar que en el problema tratado no se necesitaron arquitecturas tan complejas para clasificar el comportamiento del pez cebra ya que con los modelos mas simples se alcanzo la mayor precisión.
- Las distribuciones de frecuencia claramente funcionan como descriptores de movimiento ya que adjuntan la información espacio-temporal de todo el video como solamente una matriz bidimensional siendo muy representativas incluso ante la visión humana.
- Aparte están distribuciones también demostraron una tendencia de asociación con los peces en todos los casos independientemente del nivel de cafeína, el efecto secundario fue una decaída en el movimiento que se evidencia en los videos siendo las clases con concentraciones de cafeína mas altas las que contaron con menores desplazamientos.

Trabajo Futuro

Como trabajo futuro se analizaran los datos como un problema de regresión de esa forma se podría adquirir como por ejemplo el nivel de cafeína que han absorbido los peces, también se tendrá como fin implementar el algoritmo de Grad-Camp para hallar las regiones de los descriptores donde las arquitecturas prestan atención para su entrenamiento. Finalmente se experimentara con mas comportamientos que pueden presentar los peces cebra como los adquiridos en presencia de alcohol.

Información de contacto

Edgar Andrés Montenegro Martínez, Email: edgarandres58@gmail.com

PhD. Fabio Martínez Carrillo, Email: famarcar@saber.uis.edu.co

Referencias Bibliográficas

- Maldonado, E. (2003). Experimentación en el pez-cebra, un modelo de biología del Desarrollo. Mensaje bioquímico, 27.
- Rojas-Muñoz, A., Miana, A. B., & Belmonte, J. C. I. (2007). El pez cebra, versatilidad al servicio de la biomedicina. Investigación y ciencia, (366), 62-69.
- Shelton, D. S., Price, B. C., Ocasio, K. M., & Martins, E. P. (2015). Density and group size influence shoal cohesion, but not coordination in zebrafish (Danio rerio). Journal of Comparative Psychology, 129(1), 72.
- Miller, N., & Gerlai, R. (2012). From schooling to shoaling: patterns of collective motion in zebrafish (Danio rerio). PloS one, 7(11), e48865.
- Suriyampola, P. S., Shelton, D. S., Shukla, R., Roy, T., Bhat, A., & Martins, E. P. (2016). Zebrafish social behavior in the wild. Zebrafish, 13(1), 1-8.
- Franco-Restrepo, J. E., Forero, D. A., & Vargas, R. A. (2019). A review of freely available, open-source software for the automated analysis of the behavior of adult zebrafish. Zebrafish, 16(3), 223-232.