

# Redes Neuronales Artificiales basadas en los cerebros de las libélulas

Marco Antonio Cardoso Moreno  
[marcoacardosom@gmail.com](mailto:marcoacardosom@gmail.com)

# Cambio de paradigma

- ¿Las redes neuronales requieren ser complejas y de grandes dimensiones?
- Se requiere un balance entre simplicidad y sofisticación
- Observar sistemas nerviosos especializados de animales menos complejos que los humanos
- A mayor complejidad de modelos, mayor huella de carbono

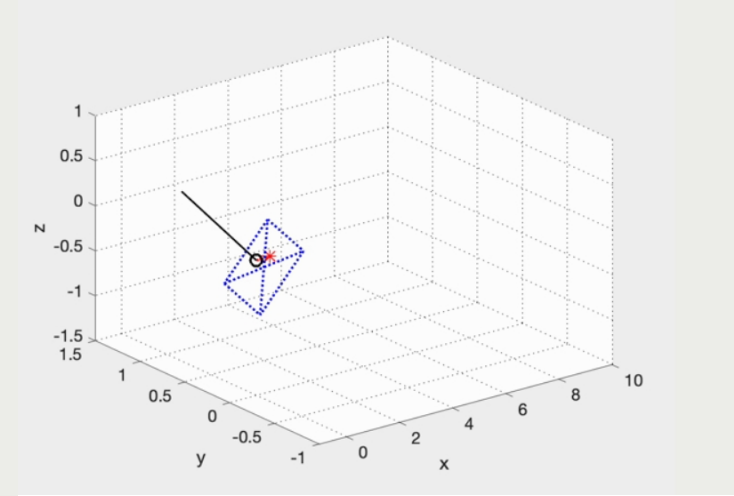
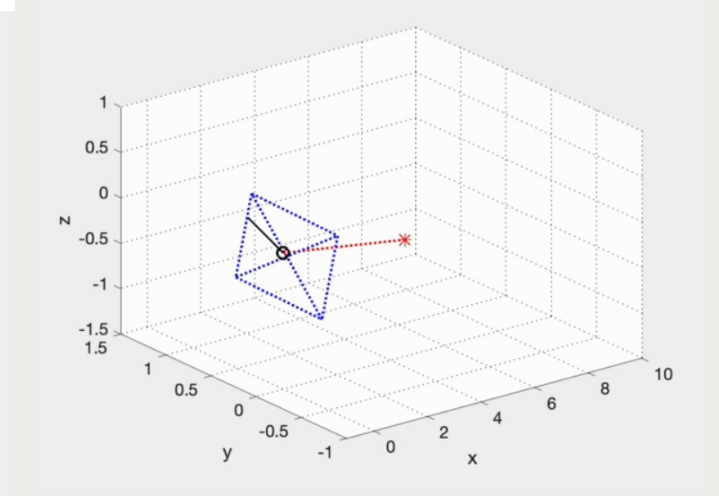
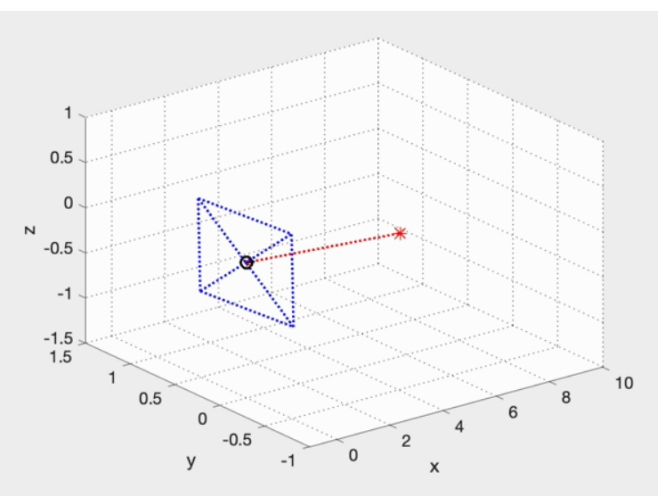
# Libélulas

- A pesar de ser menos complejos, tienen SN especializado para ciertas funciones. Ejemplo: la caza
- Eficiencia de 95% en ataques a presas
- Tiempo de respuesta de 50 ms ante las maniobras de su presa

# Libélulas

- ¿Cómo cazan?
  - Mantiene rastro sobre el ángulo entre su cabeza y su cuerpo. Sabe que alas mover más rápido para vencer a su presa
  - Mantiene rastro de su propio movimiento en el espacio

# Libélulas



Círculo negro: cabeza

Línea negra: dirección de vuelo de libélula

Cuadrado azul: plano de visión del modelo

Línea y punto rojo: presa y línea de visión

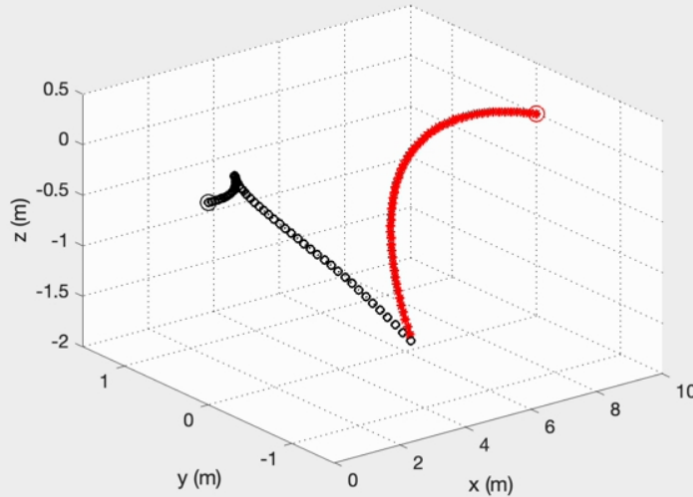
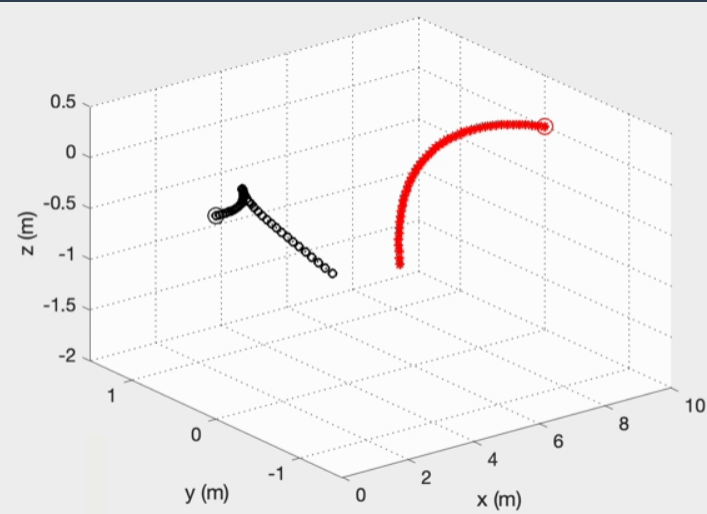
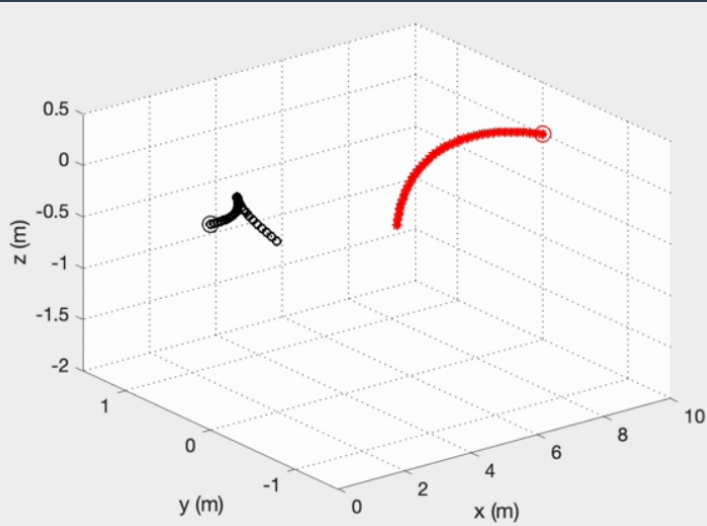
# Red neuronal emulando a una libélula

- La libélula tiene un tiempo de reacción de 50 ms aprox:
  - 10 ms en los ojos para procesamiento y envío de señales
  - 5 ms para comenzar movimientos musculares
  - 35 ms para el accionar de la red neuronal
- Red neuronal de 3, máximo 4, capas

# Red neuronal emulando a una libélula

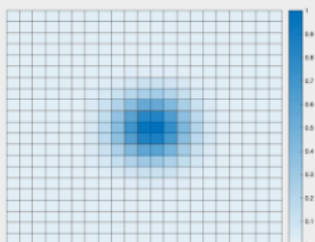
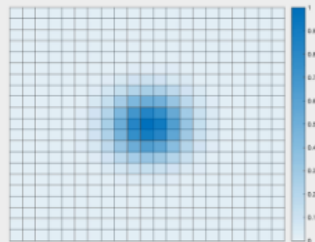
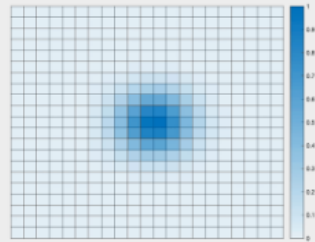
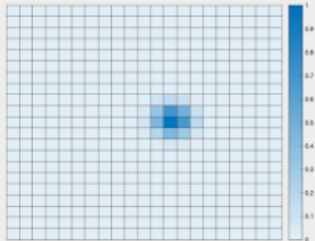
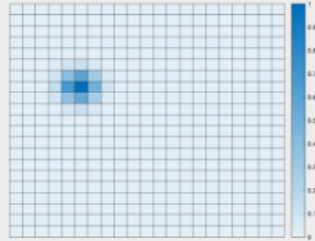
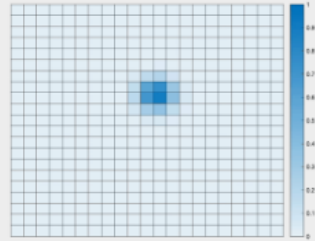
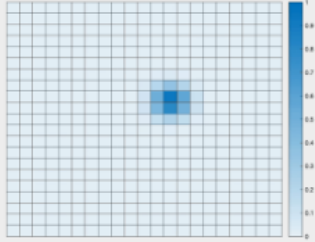
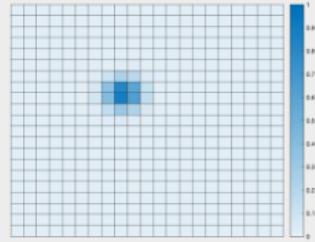
- Capa de entrada:
  - 441 neuronas (matriz de  $21 \times 21$ ) para emular los ojos
  - 441 neuronas para determinar qué neuronas “de ojo” deben activarse. Dónde debe posicionar a la presa en su campo de visión
- Capa intermedia:  $21^4$  neuronas para pasar de información visuales a instrucciones
- Capa se salida

# Red neuronal emulando a una libélula





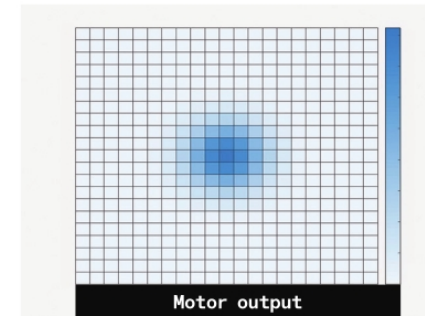
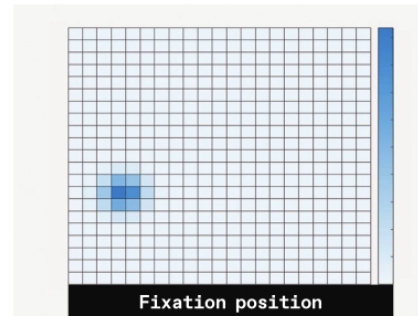
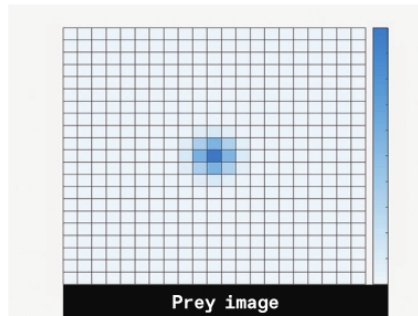
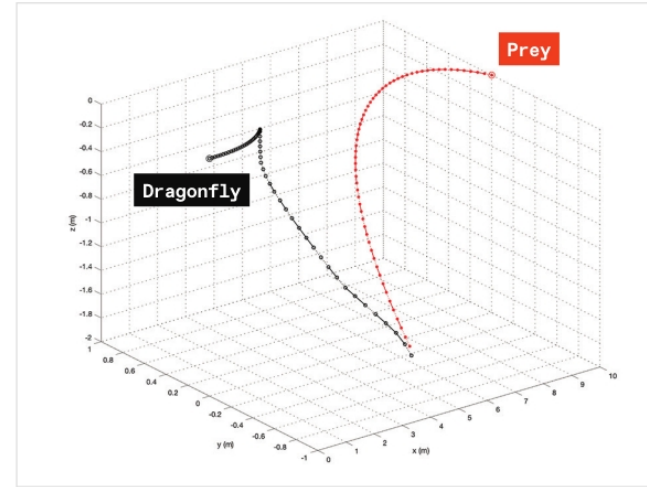
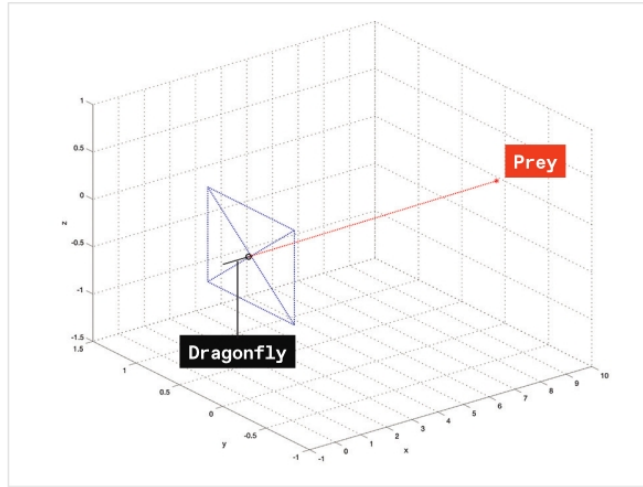
# Red neuronal emulando a una libélula



De arriba a abajo:

- Ojo
- Alineación de la presa con respecto a los ojos
- Comandos motrices

# Red neuronal emulando a una libélula



# Conclusiones

- Se usa la salida de la tercera capa para predecir los efectos de sus propias maniobras (de la libélula) en la posición relativa de la presa.
- Al simular una presa y una libélula (ambas con misma velocidad), la red neuronal:
  - Ve a la presa
  - Calcula como mantener a ésta en un ángulo constante
  - Indica que movimientos realizar

# Conclusiones

- La captura de la presa se logra incluso si ésta sigue una trayectoria curva y semi aleatoria
- El modelo no logró tener el mismo grado de eficiencia que una libélula real
- Se debe analizar registros de señales de cerebros reales para validar los modelos computacionales