

---

# Resumen

---

El objetivo principal de esta tesis es el desarrollo de técnicas avanzadas de seguimiento de posturas para reconocimiento de comportamientos del *Caenorhabditis elegans* o *C. elegans*. El *C. elegans* es una clase de nematodo utilizado como organismo modelo para el estudio y tratamientos de diferentes enfermedades patológicas así como neurodegenerativas. Su comportamiento ofrece información valiosa para la investigación de nuevos fármacos (o productos alimenticios y cosméticos saludables) en el estudio de lifespan y healthspan. Al día de hoy, muchos de los ensayos con *C. elegans* se realizan de forma manual, es decir, usando microscopios para seguirlos y observar sus comportamientos o en laboratorios más modernos utilizando programas específicos. Estos programas no son totalmente automáticos, requieren ajuste de parámetros. Y en otros casos, son programas para visualización de imágenes donde el operador debe etiquetar manualmente el comportamiento de cada *C. elegans*. Todo esto se traduce a muchas horas de trabajo, lo cual se puede automatizar utilizando técnicas de visión por computador. Además de poder estimar indicadores de movilidad con mayor precisión que un operador humano.

El problema principal en el seguimiento de posturas de *C. elegans* en placas de Petri son las agregaciones entre nematodos o con ruido del entorno. La pérdida o cambios de identidad son muy comunes ya sea de forma manual o usando programas automáticos/semi-automáticos. Y este problema se vuelve más complicado aún en imágenes de baja resolución. Los programas que automatizan estas tareas de seguimiento de posturas trabajan con técnicas de visión por computador usando técnicas tradicionales de procesamiento de imágenes o técnicas de aprendizaje profundo. Ambas técnicas han demostrado excelentes resultados en la detección y seguimiento de posturas de *C. elegans*. Por un lado, técnicas tradicionales utilizan algoritmos/optimizadores para obtener la mejor solución, mientras que las técnicas de aprendizaje profundo aprenden de forma automática características del conjunto de datos de entrenamiento. El problema con las técnicas de aprendizaje profundo es que necesitan un conjunto de datos dedicado y grande para entrenar los modelos.

La metodología utilizada para el desarrollo de esta tesis (técnicas avanzadas de seguimiento de posturas) se encuadran dentro del área de investigación de la visión artificial. Y ha sido abordada explorando ambas ramas de visión por computador para resolver los problemas de seguimiento de posturas de *C. elegans* en imágenes de baja resolución. La primera parte, es decir, secciones 1 y 2, capítulo 2, utilizó técnicas tradicionales de procesamiento de imágenes para realizar la detección y seguimiento de posturas de los *C. elegans*. Para ello se propuso una nueva técnica de esqueletización y dos nuevos criterios de evaluación para obtener mejores resultados de seguimiento, detección, y segmentación de posturas. Las siguientes secciones del capítulo 2 utilizan técnicas de aprendizaje

---

profundo, y simulación de imágenes sintéticas para entrenar modelos y mejorar los resultados de detección y predicción de posturas. Los resultados demostraron ser más rápidos y más precisos en comparación con técnicas tradicionales. También se demostró que los métodos de aprendizaje profundo son más robustos ante la presencia de ruido en la placa.

**Palabras claves:** *C. elegans*; Lifespan; Healthspan; procesamiento de imágenes; técnicas tradicionales; aprendizaje profundo; detección; esqueletización, seguidor múltiple; imágenes de baja resolución; simulador de comportamientos; imágenes sintéticas.