



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Sistema de reconocimiento
automático de neuronas en
microscopía de
epifluorescencia**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero en Computación

P R E S E N T A

Fernando González Colín

DIRECTORA DE TESIS

Dr. Jimena Olveres Montiel



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

A mis padres por todo su apoyo, confianza y cariño.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres para quienes nunca tendré suficientes palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí. A mis sinodales que me estuvieron guiando, asesorando, evaluando y alentando. A mis amigos con los que he aprendido, de los que he aprendido y que en muchas ocasiones me han inspirado y motivado a ser mejor. Finalmente, agradezco a los proyectos UNAM PAPIIT IA103119 e IN116917 por los apoyos recibidos.

Índice general

Resumen.....	2
1. Introducción.....	3
1.1. Definición del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	7
2. Antecedentes de neurociencias.....	8
2.1. Imagenología de calcio.....	13
2.2. Experimento característico.....	14
2.3. Trabajos relacionados con el problema.....	17
3. Procesamiento imágenes digitales.....	20
3.1. Píxel.....	21
3.2. Histograma.....	23
3.3. Filtros.....	28
3.4. Perfilado.....	34
3.5. Detección de BLOBS.....	40
3.6 Análisis multiescala.....	43
3.7 Morfología matemática.....	48
4. Definición de requerimientos.....	53
5. Diseño e implementación.....	56
5.1 Segmentación.....	57
5.2 Validación.....	62
6. Pruebas y resultados.....	68
7. Conclusiones.....	73
8. Referencias.....	76

Resumen

La comprensión de la mente humana y sus padecimientos es uno de los retos más antiguos a los que se ha enfrentado el ser humano, los avances científicos y tecnológicos han permitido desarrollar técnicas, experimentos y teorías cada vez más complejas. Sin embargo, con el desarrollo de nuevas técnicas también han aparecido nuevas dificultades. Aunque la microscopía de epifluorescencia es una técnica novedosa que permite realizar experimentos en tejido cerebral y adquirir videos de la actividad de múltiples neuronas con resolución de célula única, las características de los videos hacen que la identificación de las células nerviosas observadas sea una labor engorrosa para los investigadores lo que implica, principalmente, una desventaja en productividad. En problemas similares de imagenología donde se requiere realizar reconocimiento y segmentación de objetos ha sido aplicado con éxito el procesamiento de imágenes digitales. El desarrollo de nuevos algoritmos y computadoras más potentes han hecho que esta disciplina evolucione rápidamente y tenga utilidad en muchas áreas de estudio, desde la astronomía hasta la medicina. En esta tesis se propone un sistema basado en procesamiento de imágenes digitales para automatizar el proceso de identificar neuronas en videos de microscopía de epifluorescencia y con ello apoyar a los neurocientíficos en sus investigaciones. Esta implementación ha sido pensada para ser robusta al mismo tiempo que se mantiene accesible para los usuarios al no exigir demasiadas prestaciones de cómputo. Además, los cambios de fluorescencia a través del tiempo son empleados para validar los elementos segmentados y proporcionar datos valiosos de la actividad de cada neurona a los usuarios más allá de la segmentación, todo lo anterior sin la necesidad de realizar complejas configuraciones de parámetros, en menor tiempo que el dedicado a hacer la actividad manualmente y con rendimiento equiparable al del experto.

1. Introducción

El ser humano en su inmensa curiosidad ha sido capaz de desvelar la naturaleza de muchos de los fenómenos que le rodean, empezando con aquellos que puede percibir, aunque, su curiosidad no se ha limitado a aquello que le rodea, preguntas sobre cómo escucha, ve, siente, huele, saborea, coordina los movimientos de su cuerpo, aprende, recuerda, olvida, ama, odia y se emociona, lo han llevado a buscar la comprensión de su propio cuerpo y con ello a controlar los padecimientos que le acechan.

Evidencias sugieren que desde la prehistoria, los primeros humanos ya concebían al cerebro como un elemento esencial para la vida. Desde entonces, con el paso de los años su comprensión fue siendo cada vez más profunda. Desde los primeros diagnósticos de daño cerebral en el Antiguo Egipto, pasando por la idea desarrollada en Grecia de que estructuras específicas proporcionan funciones específicas, las disecciones romanas, la anatomía renacentista, la teoría celular, y las primeras técnicas para la observación de células nerviosas hasta llegar a la doctrina de la neurona a finales del siglo XIX, numerosas teorías fueron desarrolladas, sin embargo, muchas no serían probadas hasta la invención del microscopio electrónico en la década de 1950, lo que a su vez desencadenó una revolución científica: la revolución de las neurociencias [1].

Con nuevos métodos de observación y experimentación teorías fueron desarrolladas, probadas y refutadas, sin embargo, la comunidad científica terminó por darse cuenta que para lograr comprender el sistema nervioso es necesario conocer muchas cosas que están involucradas, desde la estructura molecular del agua hasta el electromagnetismo y teoría de redes. En un escenario así, resultó evidente que la mayor