

Capítulo 1. Introducción

En el área de procesado digital de imágenes es de interés obtener una descripción de los objetos que se requieren analizar, este tipo de información se utiliza para segmentar imágenes, seguimiento, reconocimiento de objetos y otras tareas [25]. Sin embargo es complicado obtener este tipo de información por la diferencia que existe entre las formas de los objetos, además de que las técnicas utilizadas [7], no siempre entregan un resultado correcto. Por lo anterior se propone una técnica conocida como modelos activos o *snakes* [11] que ofrecen soluciones para obtener una descripción matemática del objeto de interés no importando su forma.

1.1 Planteamiento del problema

Se *explicará* el modelo activo (*snake*) que sirve para detectar contornos en imágenes estáticas mediante la utilización del software MATLAB¹. Este modelo es utilizado para la segmentación de imágenes (particionar una imagen en regiones) para poder ser procesadas con la finalidad de distinguir objetos específicos en una imagen, los cuales no siempre son fáciles de extraer. Existen varias propuestas para segmentar imágenes, ejemplos de éstos son los filtros Sobel o Prewitt [7] considerados como una técnica para detección de discontinuidades en imágenes, dando como resultado una imagen con sus bordes resaltados. La desventaja de estos filtros es que entregan resultados que son solo útiles para la visualización del ser humano, pero no para procesamiento de alto nivel, el cual le da sentido a los objetos obtenidos después de la segmentación.

Un ejemplo de lo comentado se muestra en la figura 1.1 en donde se utiliza el filtro Sobel para extraer bordes de la imagen. El resultado mostrado obtiene las discontinuidades de la imagen, sin embargo el usuario no puede especificar en este ejemplo que bacteria es la de interés. Existen técnicas como la morfología [7] que extrae componentes de la imagen para describir regiones de interés. Con esta herramienta y con el operador es posible extraer información de interés, aún así el usuario no tiene interacción con las resoluciones tomadas por estos procesamientos.

¹ Mathworks, Natick NA.

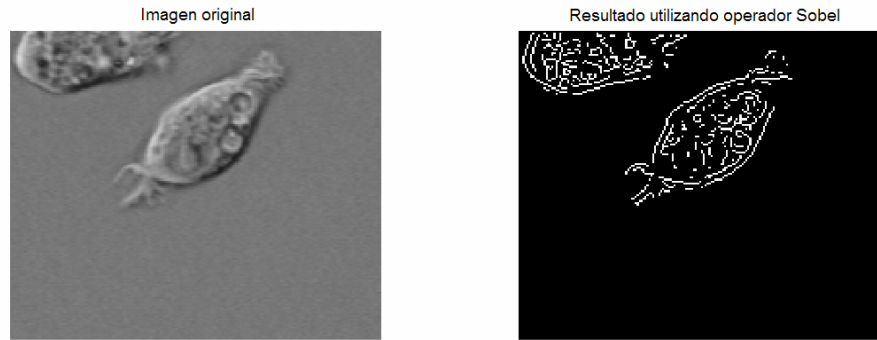


Figura 1.1 Ejemplo del uso del operador Sobel (der.)

Otra de las técnicas que se han propuesto [2,15] son los *templates* o plantillas, que son figuras geométricas predefinidas que se deforman hasta conseguir cerrar el objeto deseado. La desventaja de esta técnica es que se tiene que delimitar su aplicación a casos predefinidos, de lo contrario no puede realizar su objetivo. Un ejemplo de las desventajas de este método es en el caso particular en el que se quiera detectar el iris del ojo y se tenga una plantilla con figura geométrica cuadrada, entonces la operación de segmentación será mucho más difícil que si por otro lado se utiliza una figura geométrica circular.

El modelo activo², propuesto por Kass en 1987 [11], tiende a buscar mínimos locales definidos por *funcionales* de energía (capítulo 2). En este modelo se definen las variables de interés (*fuerzas internas*, *fuerzas externas*) que permitirán *experimentar* con él, con ello se conseguirá segmentar imágenes obteniendo así una figura específica para su uso en procesamiento de alto nivel, que es una ventaja sobre los filtros Sobel y Prewitt. Por otro lado, los objetos de interés no deben tener ninguna forma predefinida para su extracción, que es una característica positiva que los *templates* no tienen. Cabe resaltar que todas las técnicas comentadas son consideradas como procesamientos de nivel medio en el que generalmente las entradas son imágenes y las salidas son objetos característicos de la imagen [7].

Esta tesis se limita al estudio de imágenes estáticas con la posibilidad de implementar posteriormente el modelo *snake* a una secuencia de imágenes para seguimiento de objetos [15]. Sin embargo, la finalidad reside en *experimentar* con imágenes basadas en objetos geométricos sencillos para posteriormente trabajar con distintas características en las imágenes. Para lograr esto es necesario poder *explicar* el modelo, ya que sus variables dependen totalmente de las características anteriormente comentadas, además de las que el modelo contiene para su propio funcionamiento.

Por lo anterior se requiere comprender el modelo matemático que gobierna el comportamiento del *modelo activo* para que se implemente en distintas situaciones.

² Los términos modelo activo, contorno activo o *snake*, representan el mismo modelo y se utilizarán indistintamente en este trabajo.

1.2 Justificación

La problemática para detectar el contorno irregular de un objeto es posible de solucionar con *modelos activos*. Debido a que no se tiene acceso a un método para implementar *modelos activos* en programas como MATLAB, se requiere en primera instancia generar el algoritmo para su aplicación en situaciones ideales en imágenes donde los objetos de interés tengan bordes muy remarcados, por ejemplo una circunferencia blanca ubicada en un fondo negro. Al conseguir un algoritmo que realice esta tarea, se logrará definir claramente cuales son las variables primarias por considerarse para fortalecer el modelo.

El *modelo activo* ofrece versatilidad para distintos tipos de escenarios, ya sea con ruido o con objetos difíciles de trabajar. Ejemplos de estos últimos pueden presentarse en aquellas formas en las que sus bordes son difíciles de detectar debido a su estructura (conjunto de píxeles) con el fondo de la imagen. Sin embargo, para los distintos ambientes, el *modelo activo* depende de variables que afectan notablemente la eficiencia de sus resultados. Se requiere entonces, como segundo paso, identificar las variables afectadas en los distintos escenarios, así como desarrollar los algoritmos para su aplicación en la detección de contornos bajo estos ambientes.

Aparte de las variables afectadas por la imagen, existen variables que gobiernan el comportamiento de los puntos de control (puntos de conexión del *modelo activo*) que constantemente interactúan entre sí para llevar al *modelo activo* hacia los bordes del objeto deseado.

Esta tesis busca entonces, comprender las variables de la imagen que afectan al modelo, las variables del modelo que gobiernan su comportamiento y encontrar aquellas variables relevantes cuando el modelo se encuentra sujeto a distintos ambientes.

1.3 Objetivos

El objetivo de este proyecto es explicar y experimentar con el modelo *snake*, por medio de ajustes en sus parámetros que afectan su comportamiento interno, y de las variables externas tales como los funcionales de energía externa que se explican a detalle en el capítulo 2.

La experimentación se realizará con imágenes relativamente sencillas, refiriéndose con esto a su nivel de complejidad (alto contraste del contorno del objeto de interés, baja cantidad de ruido, dimensiones de imagen de 64x64 píxeles).

1.4 Contribución de la tesis

En este proyecto se explica el *modelo activo* por medio de las formulas matemáticas necesarias de una forma clara basándose en información confiable. Se parte de la

explicación práctica de la ecuación que rige el modelo de tal forma que el lector puede entender la razón del diseño del modelo. A partir de esta ecuación se realiza un desarrollo detallado para la obtención de la ecuación que rige el comportamiento del modelo y se finaliza con la versión discreta del modelo para poder aplicarlo en el algoritmo que se propone. Se considera que este proceso es necesario para explicar el modelo a fondo y poder realizar variaciones en él si fuese necesario. Siguiendo este mismo procedimiento se analizan dos modelos más (Cohen y Xu) especificando sus características y experimentando con ellos.

Se propone una técnica para hallar buenos parámetros en el *modelo activo* utilizando diseño de experimentos. Esto permite obtener mejores resultados y dar conclusiones objetivas del efecto de los parámetros ante diversos ambientes en donde se haya realizado el experimento.

1.5 Organización de la tesis

El capítulo 2 da una reseña de los *modelos activos* que se utilizarán, explicando cuales son los otros modelos existentes y cuales son sus características. Después de ello se explica el *modelo activo* de Kass, que es el primero que se propuso en 1987 por M. Kass, A. Witkin y D. Terzopoulos [11]. Se darán detalles de las fórmulas necesarias para poder llegar al modelo final que rige el comportamiento de éste.

El capítulo 3 presenta el modelo de Cohen y el de Xu que son también conocidos como “modelo de balón” [5] y “modelo GVF” [25] respectivamente. Cada modelo tiene características de mejor comportamiento ante situaciones de ruido o mejor alcance para detectar contornos. Se detalla el comportamiento de cada uno y como están diseñados para poder experimentar con los parámetros que se agregan en cada caso.

El capítulo 4 expone la implementación de los algoritmos en MATLAB para poder exponer experimentalmente lo visto en los capítulos 2 y 3.

El capítulo 5 presenta la técnica de diseño de experimentos para poder hallar buenos parámetros y muestra un análisis de la elección de los valores seleccionados para cada funcional de energía que, como se verá en el capítulo 2, rigen distintas características del modelo. En este mismo capítulo se trabaja sobre varios casos con imágenes que muestren el potencial de cada uno de los modelos trabajados.

Se finaliza en el capítulo 6 con las conclusiones respecto al uso de cada modelo y algunas recomendaciones para trabajos futuros.