

Capítulo 6. Conclusiones

Los modelos activos snake que se han utilizado representan una alternativa para realizar segmentación de imágenes con la versatilidad de que un usuario pueda elegir la zona de interés que desea segmentar y no dejar la solución final a un proceso de bajo nivel, como se observó con el operador Canny en el capítulo 5.

El tipo de modelos activos estudiados en este proyecto pertenece a un grupo de modelos llamados snaxels pues la curva está formada por un conjunto ordenado de puntos discretos. Estos modelos basados en puntos pertenecen a los contornos activos paramétricos pues su modelo está basado en una curva parametrizada.

Los snaxels más citados en la teoría son los que se utilizaron en este proyecto, existen otras variantes utilizadas para generar algoritmos más rápidos [21] lo que se observó es uno de los inconvenientes de los tres modelos.

En este trabajo se ha presentado la teoría fundamental para comprender el modelo activo snake para una curva parametrizada. El desarrollo matemático se presentó de tal forma que fuera fácil de comprender para el lector sin ser estrictos en las fórmulas y teorías, características de las que carecen la mayoría de documentos que exponen el modelo.

Se presentaron dos variantes al modelo original de Kass con distintas características según la situación que se requiera y mostrando por medio de simulaciones lo planteado en la teoría. La comparación de los tres modelos no se encuentra en ningún documento existente.¹

En el capítulo 5 se mostró una forma de hallar buenos parámetros para un ambiente específico con la garantía de un correcto funcionamiento siempre y cuando se utilice el modelo adecuado en condiciones favorables, por ejemplo; el modelo de Kass no es útil si los puntos de control se encuentran lejos del objeto de interés. Estos experimentos pueden contener tantos factores como se requieran y las salidas de los experimentos no necesariamente deben de ser precisas, pues si se realiza un diseño con muestras aleatorias independientes se garantizan conclusiones objetivas. En este proyecto no se consideró el tiempo de convergencia debido a que era de mayor interés observar el comportamiento del modelo cuando había localizado los bordes o el contorno deseado. Con esto se permitió definir un valor de umbral que trunca el número de iteraciones. Sin embargo, el no encontrar el mínimo obliga a realizar todas las iteraciones por lo que es imperativo definir bien las fuerzas externas y utilizar el modelo adecuado. Este método de diseño de experimentos se puede extender a otros casos donde, por ejemplo; el tiempo de convergencia sea un factor importante de observación.

En las pruebas realizadas el valor del umbral varió en distintos ambientes para el modelo de Xu pero no para el modelo de Cohen. Se aplicaron varias pruebas con este valor de umbral en otros ejemplos y se tuvieron buenos resultados, siempre y cuando los puntos de control no se ubicaran cerca de otros mínimos ya que esto provocará que el

¹ Búsquedas realizadas en las librerías de la IEEE, Springer-Verlag, ACM y compendios personales de varios de los autores citados en las bibliografías.

umbral estanque a la curva en mínimos falsos. Este problema se puede solucionar por medio de interacción del usuario o variaciones en la definición de la fuerza externa.

En imágenes complejas como la del caso 6 en el capítulo 5, se tuvo un resultado satisfactorio siempre y cuando los bordes del objeto de interés estén bien definidos. En otras pruebas se tuvieron que utilizar algunas técnicas para realzar los bordes para que el modelo se comportara adecuadamente, además de agregar energías externas como la de término ya que el no usar esta provoca que no se encuentren las esquinas y se tengan malos resultados pues las esquinas no se consideran como mínimos. Cabe resaltar que el valor del umbral no se varió en estos casos. Por lo anterior se sugiere experimentar primero con el modelo en un ambiente y con objetos específicos, de lo contrario el método presentado en este proyecto no garantiza buenos resultados.

6.1 Trabajo futuro

Aún hay mucho por realizar con los modelos activos, pues actualmente se trabajan con otros modelos activos paramétricos llamados b-snakes ó b-spline snakes [3] basados en la teoría de b-splines [18, 19]. Este tipo de modelos manejan menos parámetros y tienen el término de suavidad implícito (término que controla la tensión en las snaxels), lo que facilita su implementación. Otros modelos ha estudiar son los contornos activos geodésicos [4] que pertenecen a la familia de los contornos activos geométricos los cuales tienen la característica de poder cambiar su topología. Estos modelos se encuentran basados en la teoría analizada en el capítulo 2 o parten de ella para desarrollar los modelos. Principalmente se buscan nuevos modelos para combatir los problemas de las snaxels, que son [3]:

- Lenta convergencia.
- Dificultad para determinar los valores para los parámetros.
- Descripción de la curva por un conjunto finito de puntos desconectados.
- Derivadas de alto orden no son exactas en ambientes con ruidos para curvas discretas.

La implementación de un modelo que pueda superar estos problemas es lo que se requeriría como continuación de este proyecto. La teoría en el capítulo 2 deja las bases bien cimentadas para analizar otros modelos y la propuesta del diseño de experimentos es una alternativa que se puede seguir utilizando en otros modelos, pues se requieren definir aún parámetros.

Se ha observado que los modelos activos snake son una opción que ofrece más versatilidad en la toma de decisiones, lo que entrega un resultado deseado por el usuario. Los modelos presentados ofrecen opciones para diferentes ambientes y pueden ser utilizados en conjunto para obtener un buen resultado con las limitantes ya comentadas.

Para finalizar, las aplicaciones comerciales del modelo activo son una sugerencia para continuar este proyecto. Existen varias aplicaciones como por ejemplo:

- En la medicina [3, 25], como:
 - o Identificar partes del cerebro que son de interés para médicos.
 - o Segmentación del cerebro de la zona con hueso.
 - o Segmentación en imágenes de ultrasonido aplicado a arterías coronarias para medidas en el análisis de defectos en estas.
- Reconocimiento de objetos [2, 4] como:
 - o Identificación de ríos o edificios en imágenes aéreas.
 - o Identificación de caminos para visión artificial en carros.
- Tareas de edición de video [2] como:
 - o Extracción de objetos de interés en un video para cambios de color.

La finalidad es utilizar el modelo en tareas donde se tenga una definición previa de lo que se requiere encontrar. Este tipo de definiciones se conocen como conocimiento previo [2]. Blake e Isard [2] enfocan su estudio al conocimiento geométrico previo, que es la brecha que puede dar continuidad a esta tesis.

Con la técnica de experimentación presentada, la explicación del modelo activo y las referencias dejadas, se pueden realizar aplicaciones prácticas como las comentadas anteriormente o realizar un desarrollo similar al de este proyecto partiendo de otros modelos existentes como el geométrico o las b-snakes.