

# Capítulo

# 8

## Conclusiones.

Con el estudio y entendimiento de los métodos de segmentación, *Snake* tradicional y *Snake GVF*, se cumplió con uno de los objetivos medulares de este trabajo de tesis aunque no fue una tarea sencilla de desarrollar, ya que a pesar de que este método no es reciente, su funcionamiento es complejo debido a las herramientas matemáticas involucradas.

Una de las conclusiones de este trabajo de tesis, fue comprobar experimentalmente la eficiencia del *Snake GVF* sobre el *Snake* tradicional, mediante las pruebas realizadas sobre imágenes RM de la cabeza, ya que brinda cierta independencia de la posición inicial del contorno activo, además de permitir la detección de bordes con una concavidad no tan estrecha, por lo tanto mostró mejores resultados. Para la realización de todas las pruebas se utilizó la misma inicialización del *Snake* y la misma serie de manipulación de los parámetros, y bajo estos criterios se contrastó el rendimiento de los dos métodos estudiados. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de las pruebas sin pre-procesamiento, donde es evidente que el *Snake GVF* presenta un mejor rendimiento en tiempo de procesamiento, ya que el número de iteraciones y el número de reajustes de los parámetros, se redujo considerablemente.

Imagen	Regiones	Segmentación			
		Snake tradicional		Snake GVF	
		Número de iteraciones	Número de ajustes de parámetros <sup>4</sup>	Número de iteraciones	Número de ajustes de parámetros
RM1	Contorno exterior	2600	2	100	0
	Ojo izquierdo	500	2	-	-
	Ojo derecho	500	3	200	1
RM2	Contorno exterior	3100	2	420	3
	Cerebro	300	1	200	0
	Ojo izquierdo	600	2	-	-

Tabla 8.1 Comparación de rendimiento entre los métodos de segmentación estudiados.

Los parámetros óptimos se establecieron con base en las pruebas realizadas sobre las imágenes, es importante resaltar que dichos parámetros son particulares, es decir, proporcionan un funcionamiento eficiente del método únicamente en la región para la cual fue diseñado dado que cada región tiene características propias. Por lo tanto se concluye que no es posible establecer parámetros óptimos generales, por consiguiente si se desea aplicar el método a otra región o a otro tipo de imagen médica, la inicialización del contorno y manipulación debe variar. Otro punto importante es notar que para obtener resultados satisfactorios existen varias combinaciones de los valores de los parámetros, la determinación de las mismas se hace de acuerdo a la experiencia y tiempo de procesamiento deseado.

Es significativo resaltar que en este trabajo de tesis se utilizaron imágenes RM de la región de la cabeza, cuyas características permitieron utilizar un pre-procesamiento sencillo, en dichas imágenes la información de interés se concentra en una región sobre un fondo aparentemente homogéneo, esto hizo posible trabajar en el dominio espacial, ya que las dos regiones estaban bien definidas. Después del pre-procesamiento la disminución del ruido en la imagen fue considerable, aunque esto produjo cierta pérdida de información útil en la imagen, no fue significativa y por el contrario el rendimiento del método de segmentación mejoró notablemente al utilizar el mismo esquema de experimentación y comparación descrito. Al hacer homogéneo el fondo de la imagen con *imadjust*, los

<sup>4</sup> Número de reajustes que influyeron en el comportamiento del *Snake*.

contornos activos lograron una detección de bordes más rápida, sin la necesidad de recurrir a numerosas manipulaciones de los parámetros, lo que resulta práctico para el usuario. Además los contornos activos ya no se “perdieron” en mínimos locales provocados por el ruido contenido en las imágenes RM, como solía pasar con las imágenes sin pre-procesamiento. En la siguiente tabla se presentan los parámetros evaluados:

Imagen	Regiones	Segmentación			
		Snake tradicional		Snake GVF	
		Número de iteraciones	Número de ajustes de parámetros	Número de iteraciones	Número de ajustes de parámetros
RM1	Contorno exterior	500	0	100	0
	Ojo izquierdo	400	2	-	-
	Ojo derecho	800	3	200	1
RM2	Contorno exterior	700	0	40	0
	Cerebro	100	0	50	0
	Ojo izquierdo	1200	2	-	-

Tabla 8.2 Comparación de rendimiento entre los métodos de segmentación estudiados después del pre-procesamiento.

De la tabla 8.2 podemos observar claramente la reducción del número de iteraciones y de la intervención del usuario después del pre-procesamiento, por lo que comprobamos nuestra hipótesis.

Del trabajo realizado podemos concluir que el *Snake GVF* también se ve limitado en rango de captura, ya que este va de la mano con la densidad del campo, por lo tanto cuando se incrementa demasiado la densidad del campo, bordes débiles son ignorados.

Un trabajo futuro que podría mejorar los resultados, sería utilizar otro tipo ecuación para la detección de bordes que la utilizada en este trabajo, ecuación 2.10, ya que como la teoría del *GVF* lo evidenció, las grandes problemáticas que afectan al *Snake* tradicional son causadas por el modelo matemático utilizado para el cálculo de la fuerza externa. Al utilizar otro tipo técnica para detectar bordes, podríamos fortalecer la fuerza que guía al contorno activo a detectar el borde. Otra posibilidad es pre-procesar la imagen, como se hizo en este

trabajo, degradando la imagen con una variación de intensidad que favorezca el borde de interés, al hacerlo el *Snake* podría converger más rápido ya que la fuerza externa se fortalecería. Una vez detectado el borde, podríamos guardar la posición final del *Snake*, acción que tiene implementada el algoritmo [42], y sobreponerla en la imagen original y de esta manera se obtiene una segmentación precisa sobre una imagen sin pérdida de información.