

Índice general

Contenido	Página
Lista de figuras	iv
Objetivo	1
Hipótesis	1
Introducción	2
Esbozo de la tesis	3
Capítulo 1: Antecedentes de los métodos de Segmentación	4
1.1 Técnicas de segmentación aplicadas en las imágenes médicas	6
1.1.1 Umbralización (<i>Thresholding</i>)	6
1.1.2 Crecimiento de región (<i>Region Growing</i>)	9
1.1.3 Detección de borde	11
1.1.4 Modelos activos deformables	13
1.2 Justificación de la elección del método: Contornos Activos	14
Capítulo 2: El método de contornos activos <i>Snake</i> tradicional	15
2.1 <i>Snake</i> tradicional	16
2.1.1 Descripción matemática	16
2.2 Energía del <i>Snake</i>	17
2.2.1 Energía interna	17
2.2.2 Energía externa	19
2.2.2.1 Energía de la imagen	19
2.2.2.2 Energía externa restrictiva	22
2.3 Solución al problema de minimización de energía	24
2.4 Ventajas del método	30
2.5 Desventajas del método	30
Capítulo 3. El método <i>Snake</i> con Flujo del Vector Gradiente (<i>Snake GVF</i>)	32
3.1 El método <i>Snake GVF</i>	33
3.2 Descripción matemática	34
3.3 Cálculo del campo <i>GVF</i> y posición final del <i>Snake GVF</i>	37
3.4 Ventajas del método	40
3.5 Desventajas del método	41

Capítulo 4. Imágenes de resonancia magnética RM en formato DICOM	42
4.1 Problemas típicos de las imágenes médicas	43
4.1.1 Imágenes RM	44
4.2 Formato DICOM	45
Capítulo 5. Pruebas del método <i>Snake</i> sobre imágenes RM	46
5.1 Pruebas de ajuste sobre contornos irregulares	46
5.2 Pruebas sobre imágenes RM	54
5.2.1 Snake tradicional	54
5.2.1.1 Imagen RM1	54
5.2.1.1.1 Contorno exterior	56
5.2.1.1.2 Región del ojo izquierdo	59
5.2.1.1.3 Región del ojo derecho	61
5.2.1.2 Imagen RM2	63
5.2.1.2.1 Contorno exterior	64
5.2.1.2.2 Cerebro	66
5.2.1.2.3 Región del ojo izquierdo	67
5.2.2 Snake <i>GVF</i>	68
5.2.2.1 Imagen RM1	68
5.2.2.1.1 Contorno externo	69
5.2.2.1.2 Región del ojo derecho	72
5.2.2.2 Imagen RM2	74
5.2.2.2.1 Contorno externo	74
5.2.2.2.2 Cerebro	76
5.3 Identificación de problemas	80
Capítulo 6. Procedimiento de transformación de intensidad	82
6.1 Transformación de intensidad con <i>imadjust</i>	86
Capítulo 7. Pruebas del método <i>Snake</i> sobre imágenes RM pre-procesadas	92
7.1 Transformada de contraste aplicada en la imagen RM	93
7.1.1 <i>Snake</i> tradicional sobre la imagen RM1 pre-procesada	98
7.1.1.1 Contorno exterior	98
7.1.1.2 Región del ojo izquierdo	99

7.1.1.3	Región del ojo derecho	100
7.1.2	<i>Snake GVF</i> trabajando con la imagen RM1 pre-procesada	102
7.1.2.1	Contorno exterior	102
7.1.2.2	Región del ojo derecho	105
7.2	Transformada de contraste aplicada en la imagen RM2	107
7.2.1	<i>Snake</i> tradicional sobre la imagen RM2 pre-procesada	109
7.2.1.1	Contorno exterior	109
7.2.1.2	Región del cerebro	109
7.2.1.3	Región del ojo izquierdo	110
7.2.2	<i>Snake GVF</i> trabajando con la imagen RM2 pre-procesada	111
7.2.2.1	Contorno exterior	111
7.2.2.2	Región del cerebro	113
 Capítulo 8. Conclusiones		114
 Apéndices		118
Apéndice I [Códigos fuente]		118
Apéndice II [Teorema de Helmholtz]		121
 Lista de acrónimos		124
Glosario		125
Referencias		127

Lista de figuras.

Figura Página

Capítulo 1. Antecedentes de los métodos de segmentación.

1.1	Umbralización de un documento viejo y maltratado	7
1.2	Diagrama de bloques del método de Umbralización	8
1.3	Segmentación de huesos utilizado filtrado y Umbralización (extraído de [9])	9
1.4	Crecimiento de región	10
1.5	Segmentación con el método de Crecimiento de región	11
1.6	Detección de bordes en imágenes de Rayos X (extraído de [8])	12

Capítulo 2. El método de contornos activos *Snake* tradicional.

2.1	El contorno deformable $\mathbf{x}(s)$ está formado por n puntos s_i , llamados puntos de control, los cuales estarán definidos espacialmente por $x(s_i), y(s_i)$	16
2.2	Con $w_{line} = 1$ el <i>Snake</i> es atraído hacia los tonos oscuros, mientras que $w_{line} = -1$ lo atrae hacia tonos cercanos al blanco. Este ejemplo ha considerado un rango de intensidades de $[0,255]$..	20

Capítulo 3. El método *Snake* con Flujo del Vector Gradiente (*Snake GVF*).

3.1	Campo de fuerzas externas, extraído de [29]	34
-----	---	----

Capítulo 5. Prueba del método *Snake* sobre imágenes RM.

5.1	Imagen con bordes irregulares y libre de ruido	47
5.2	Inicialización del <i>Snake</i>	47
5.3	Campo de fuerzas externas	48
5.4	Manipulación de β	49
5.5	Desarrollo de suavidad del contorno activo al incrementar β	50
5.6	Un valor alto de β complica la detección de esquinas	50
5.7	Incremento de α	51

5.8	Variaciones del campo <i>GVF</i> al modificar μ	51
5.9	Inicialización del <i>Snake</i> con <i>GVF</i>	52
5.10	Segmentación pobre con <i>GVF</i>	53
5.11	Segmentación exitosa con <i>GVF</i>	53
5.12	Segmentaciones satisfactorias	53
5.13	Imágenes RM de prueba	54
5.14	Inicialización del <i>Snake</i> en RM1	55
5.15	Mapa de bordes y campo de fuerza externo tradicional de RM1.....	55
5.16	Segmentación del borde exterior de RM1 con <i>Snake</i> tradicional	57
5.17	Trayectoria del <i>Snake</i>	58
5.18	Segmentación del borde del ojo izquierdo de RM1 con <i>Snake</i> tradicional	60
5.19	Segmentación del borde del ojo derecho de RM1 con <i>Snake</i> tradicional	62
5.20	Inicializaciones del <i>Snake</i> en RM2	63
5.21	Mapa de bordes y campo de fuerzas externo tradicional de RM2 ...	64
5.22	Segmentación del borde externo de RM2 con <i>Snake</i> tradicional	65
5.23	Segmentación del borde del cerebro de RM2 con <i>Snake</i> tradicional	66
5.24	Segmentación del borde del ojo izquierdo de RM2 con <i>Snake</i>	67
5.25	Manipulación de μ para el cálculo del <i>GVF</i> para RM1	70
5.26	Segmentación del borde exterior de RM1 con <i>Snake GVF</i>	71
5.27	Detección fallida de concavidades en RM1 con <i>Snake GVF</i>	72
5.28	Manipulación de μ para el cálculo del <i>GVF</i> para RM1, centrado en la región del ojo derecho	73
5.29	Segmentación del borde del ojo derecho de RM1 con <i>Snake GVF</i> .	74
5.30	Campo <i>GVF</i> de la imagen RM2 con $\mu = 0.02$	75
5.31	Segmentación del borde exterior de RM2 con <i>Snake GVF</i>	75
5.32	Campo <i>GVF</i> de la imagen RM2 con $\mu = 0.02$, centrado en la región del cerebro	77
5.33	Segmentación del borde del cerebro de RM2 con <i>Snake GVF</i>	77
5.34	Problema de la segmentación del cerebro de RM2 con <i>GVF</i> ($\mu = 0.02$)	78
5.35	Campo <i>GVF</i> de la imagen RM2 con $\mu = 0.002$, centrado en la región del cerebro	79
5.36	Segmentación del borde del cerebro de RM2 con <i>Snake GVF</i>	79

Capítulo 6. Pruebas del método Snake sobre imágenes RM.

6.1	(a) Imagen original sobre un fondo aparentemente homogéneo sin presencia de ruido. (b) Campo de fuerzas no uniforme	83
-----	---	----

6.2	Binarización de la imagen	83
	En la imagen se observa un rectángulo del lado izquierdo, puntero que señala la ubicación del valor máximo de ruido, a estos píxeles se les hará un acercamiento para observar sus valores de intensidad, mostrados en la figura 6.4	84
6.3	Valores de intensidad de los píxeles dentro del rectángulo de la figura 6.3, en el extremo derecho se ven los píxeles pertenecientes al borde de la información útil, y del lado izquierdo se tiene el máximo valor que toma el ruido	85
6.4	Curva de transformación para gamma menor, igual y mayor a uno.	87
6.5	Curva de gamma para RM1.....	89
6.6	(a) Resultado después de aplicar <i>imadjust</i> a la imagen original. (b) Binarización de la imagen de salida	90
6.7	Histograma de la imagen de entrada, marcando el valor máximo de intensidad del ruido y el valor máximo de intensidad de la imagen	91
6.8	Histograma de la imagen de salida, marcando el valor máximo de intensidad del ruido y el valor máximo de intensidad de la imagen.	91

Capítulo 7. Pruebas del método Snake sobre imágenes RM pre-procesadas.

7.1	Impacto de <i>imadjust</i> sobre el mapa de bordes de la imagen RM1 ...	94
7.2	Segmentación del borde exterior de RM1 pre-procesada con <i>Snake</i> tradicional	99
7.3	Segmentación del borde del ojo izquierdo de RM1 pre-procesada con <i>Snake</i> tradicional	100
7.4	Segmentación del borde del ojo derecho de RM1 pre-procesada con <i>Snake</i> tradicional	101
7.5	Manipulación de μ para el cálculo del <i>GVF</i> para RM1 pre-procesada	102
7.6	Segmentación del borde exterior de RM1 pre-procesada con <i>Snake GVF</i>	104
7.7	Segmentación del borde exterior de RM1 pre-procesada con <i>Snake GVF</i> ($\mu = 0.002$	104
7.8	Manipulación de μ para el cálculo del <i>GVF</i> para RM1 pre-procesada, centrado en la región del ojo derecho	105
7.9	Segmentación del borde del ojo derecho de RM1 pre-procesada con <i>Snake GVF</i>	107
7.10	Máximo nivel de gris de la imagen RM2	108
7.11	Impacto de <i>imadjust</i> sobre RM2	108

7.12	Segmentación del borde exterior de RM2 pre-procesada con <i>Snake</i> tradicional	109
7.13	Segmentación del borde del cerebro de RM pre-procesada con <i>Snake GVF</i>	110
7.14	Segmentación del borde del ojo izquierdo de RM2 con <i>Snake</i> tradicional	111
7.15	Campo <i>GVF</i> de la imagen RM2 pre-procesada con $\mu = 0.02$	112
7.16	Segmentación del borde exterior de RM2 con <i>Snake GVF</i>	112
7.17	Campo <i>GVF</i> de la imagen RM2 con $\mu = 0.002$, centrado en la región del cerebro	113
7.18	Segmentación del borde del cerebro de RM2 pre-procesada con <i>Snake GVF</i>	113