

Algoritmo Crecimiento de Regiones para la segmentación de Glioblastomas Multiformes en MRI

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Es un algoritmo que busca n regiones en una imagen I que cumplan alguna propiedad P preestablecida y, además,

$$\text{i) } \bigcup_{i=1}^n R_i = I$$

ii) Todos los elementos de R_i están conectados, $i = \{1, \dots, n\}$

iii) $R_i \cap R_j = \emptyset$, para todos los i y j , $i \neq j$

iv) $P(R_i) = V$, para $i = 1, \dots, n$

v) $P(R_i \cup R_j) = F$, para $i \neq j$

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Principio básico:
- Se comienza con la selección de n puntos generadores g_i ,
 $i = \{1, \dots, i, \dots, n\}$

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Principio básico:
- Se comienza con la selección de n puntos generadores g_i ,
 $i = \{1, \dots, i, \dots, n\}$
- Cada generador seleccionado constituye una región inicial A_i

$A_1 \leftarrow g_1$

$A_2 \leftarrow g_2$

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Principio básico:
- A cada región A_i se agregarán todos aquellos vóxeles vecinos que cumplan un criterio de similitud predefinido

$$P(A_i) = V, \quad i = \{1, \dots, n\}$$

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Principio básico:
- A cada región A_i se agregarán todos aquellos vóxeles vecinos que cumplan un criterio de similitud predefinido

$$P\left(\boxed{d(x, g_i) = |x - g_i|} \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T \right) = V$$

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Principio básico:

- A cada región A_i se agregarán todos aquellos vóxeles vecinos que cumplan un criterio de similitud predefinido

$$P \left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T \right) = V$$

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P\left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T\right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P \left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T \right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P \left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T \right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P\left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T\right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P \left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T \right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P\left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T\right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P\left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T\right) = V$$

- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

■ Principio básico:

$$P\left(d(x, g_i) = |x - g_i| \wedge \min_{v_j \in N_8(x)} [d(v_j, g_i) = |v_j - g_i|] < T\right) = V$$

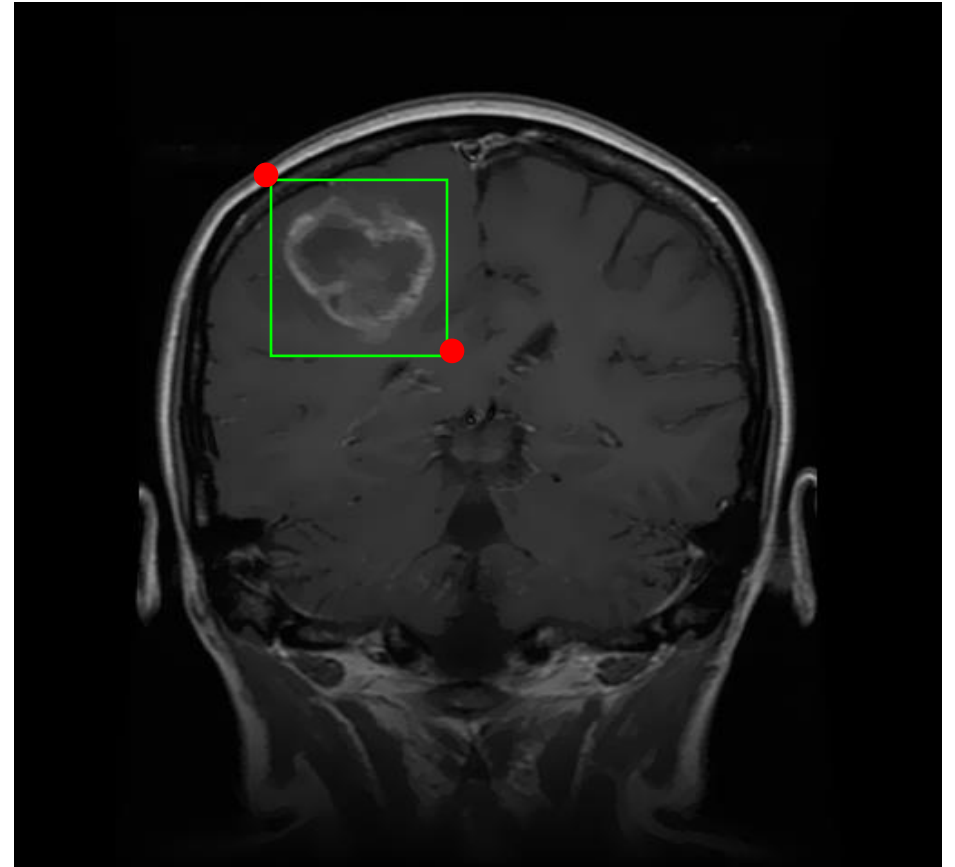
- El crecimiento de la región se controla seleccionando el umbral T

128	126	143	128	126	130	126	143	128	126
127	127	142	83	82	77	76	128	129	136
123	125	79	75	67	83	67	75	141	128
125	78	76	67	83	67	69	78	142	139
113	84	78	69	74	78	84	83	126	127
124	75	67	83	67	69	75	75	136	123
132	144	63	68	63	77	78	125	128	125
145	123	145	137	82	78	79	73	139	113
143	125	126	142	143	128	126	130	126	129
132	113	128	131	132	130	126	143	128	126

Algoritmo Crecimiento de Regiones

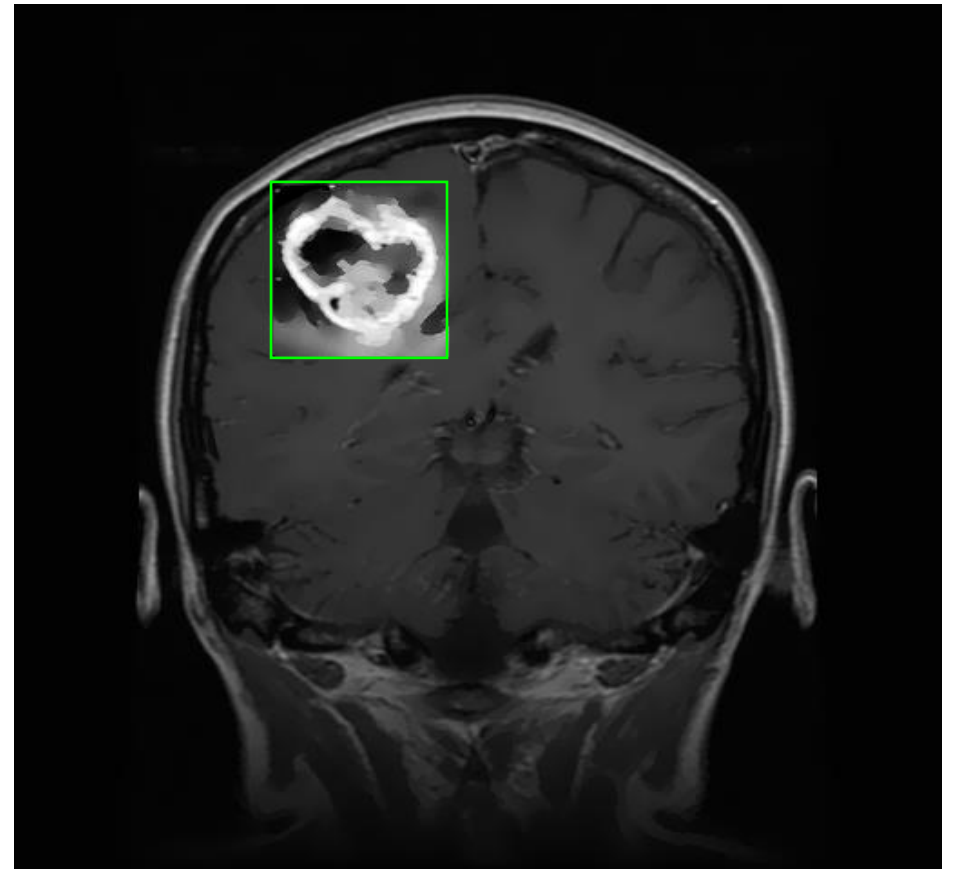
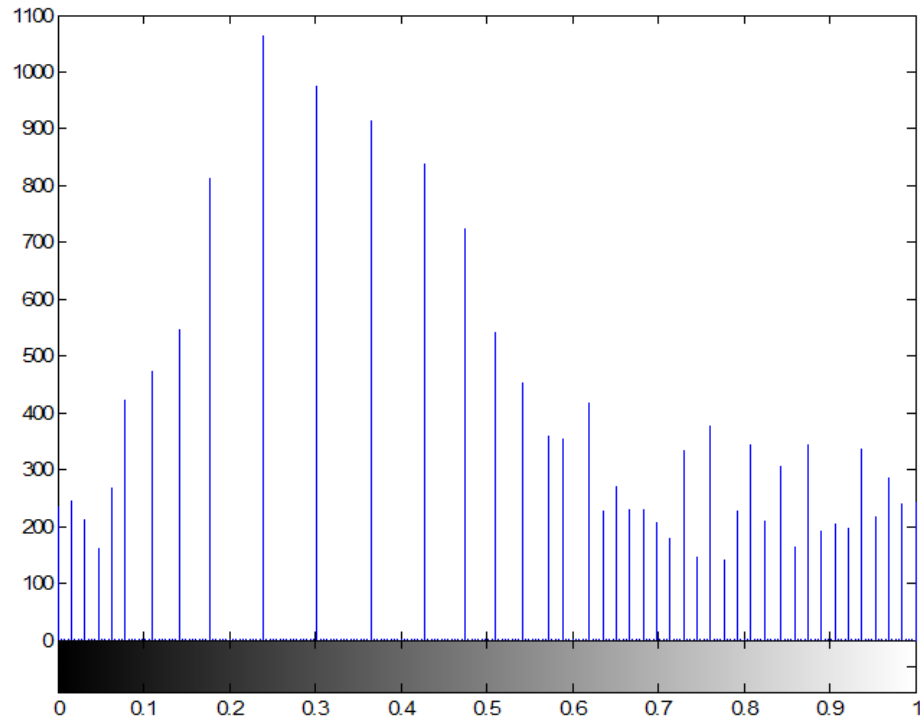
Implementación

- El usuario selecciona dos puntos de la imagen para definir una región de interés (Region of Interest, ROI) que contenga el tumor
- Es de gran interés maximizar el contraste tumor/fondo para diferenciar ambos tejidos



Algoritmo Crecimiento de Regiones

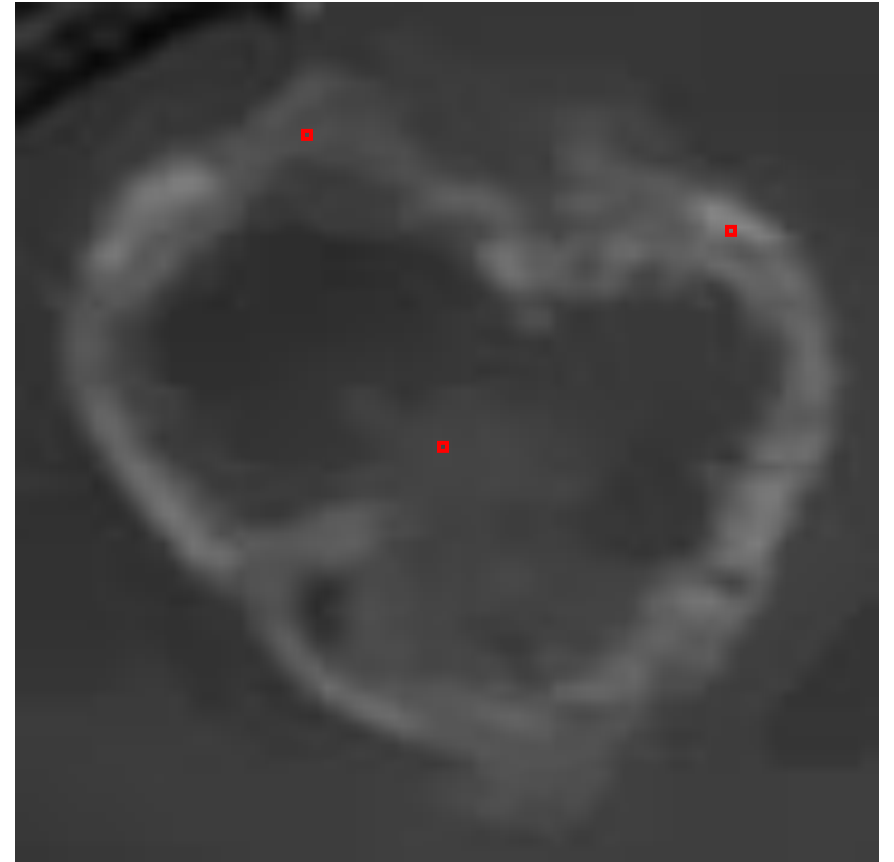
Implementación



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

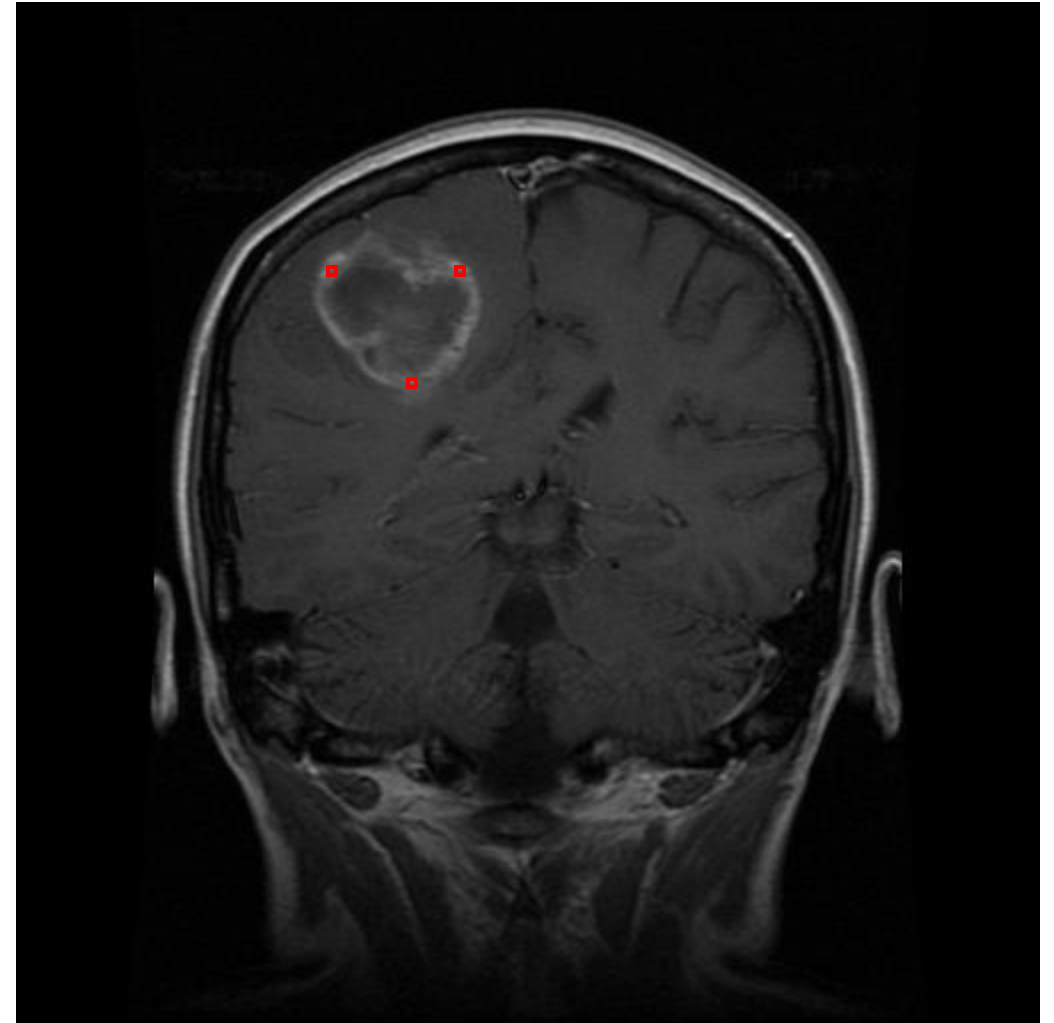
- El usuario selecciona puntos generadores g_i ($i = \{1, \dots, i, \dots, n\}$) representativos de diferentes dominios del tumor
- Cada generador g_i constituye A_i regiones para conformar la región tumoral final



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

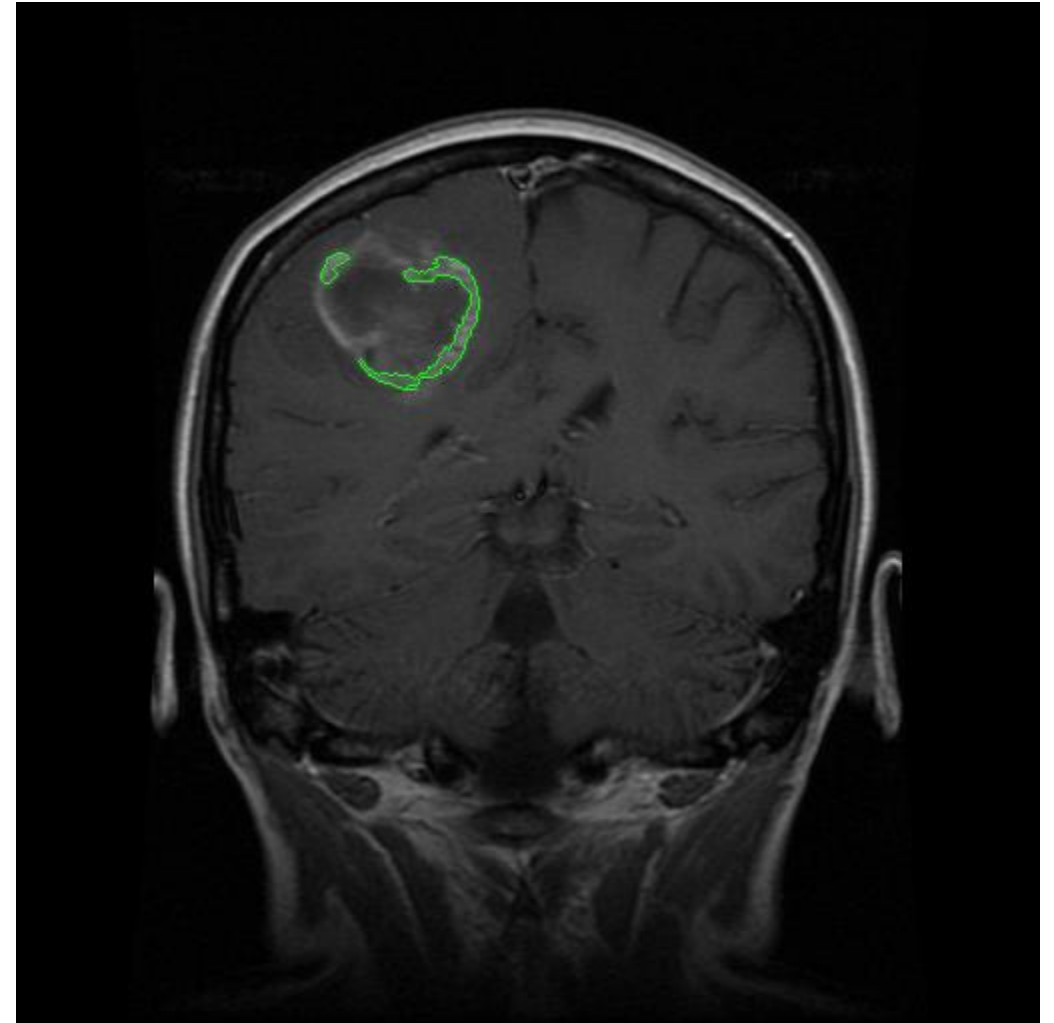
- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

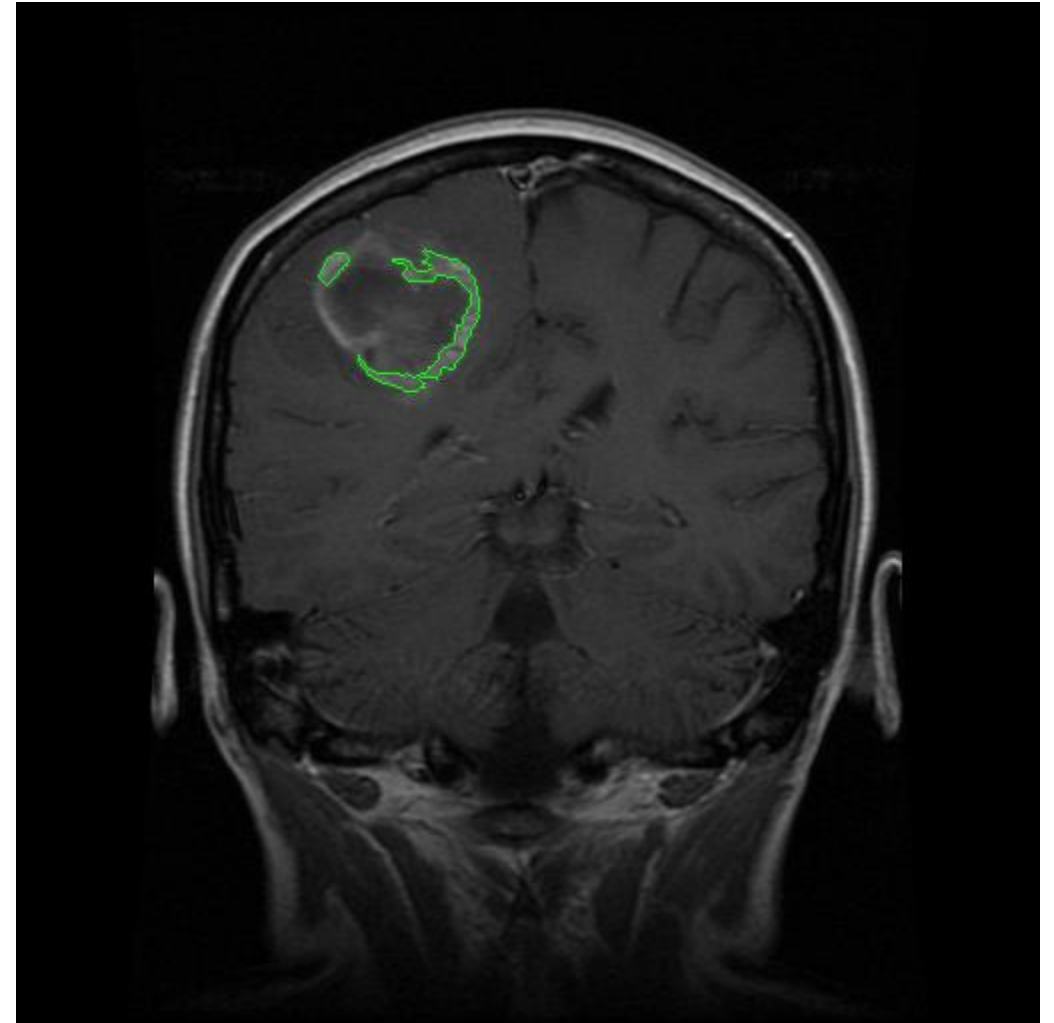
- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

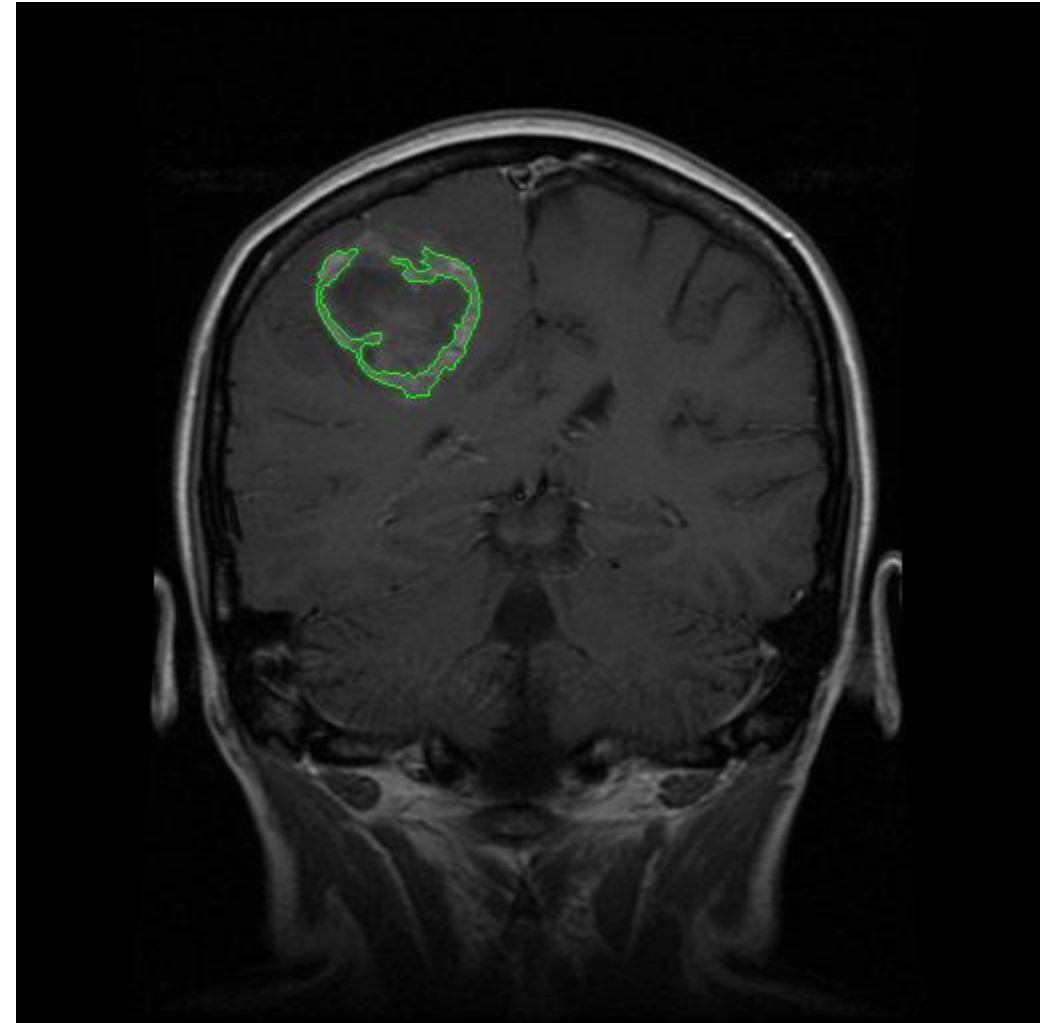
- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

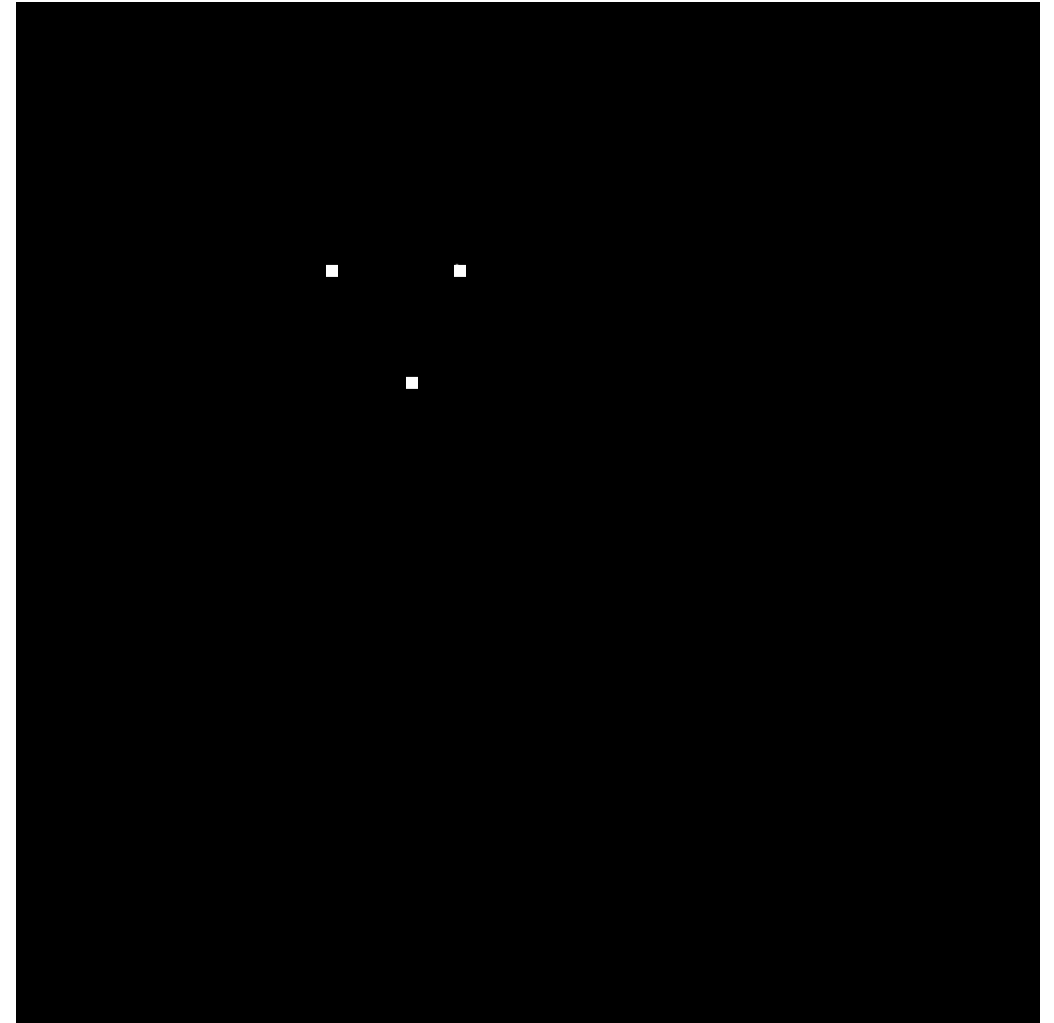
- Una vez seleccionados los puntos generadores la región inicial se conformará de acuerdo al valor de T , especificado por el usuario
- El usuario controla el crecimiento de la región, seleccionando el umbral T hasta obtener la región final deseada



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

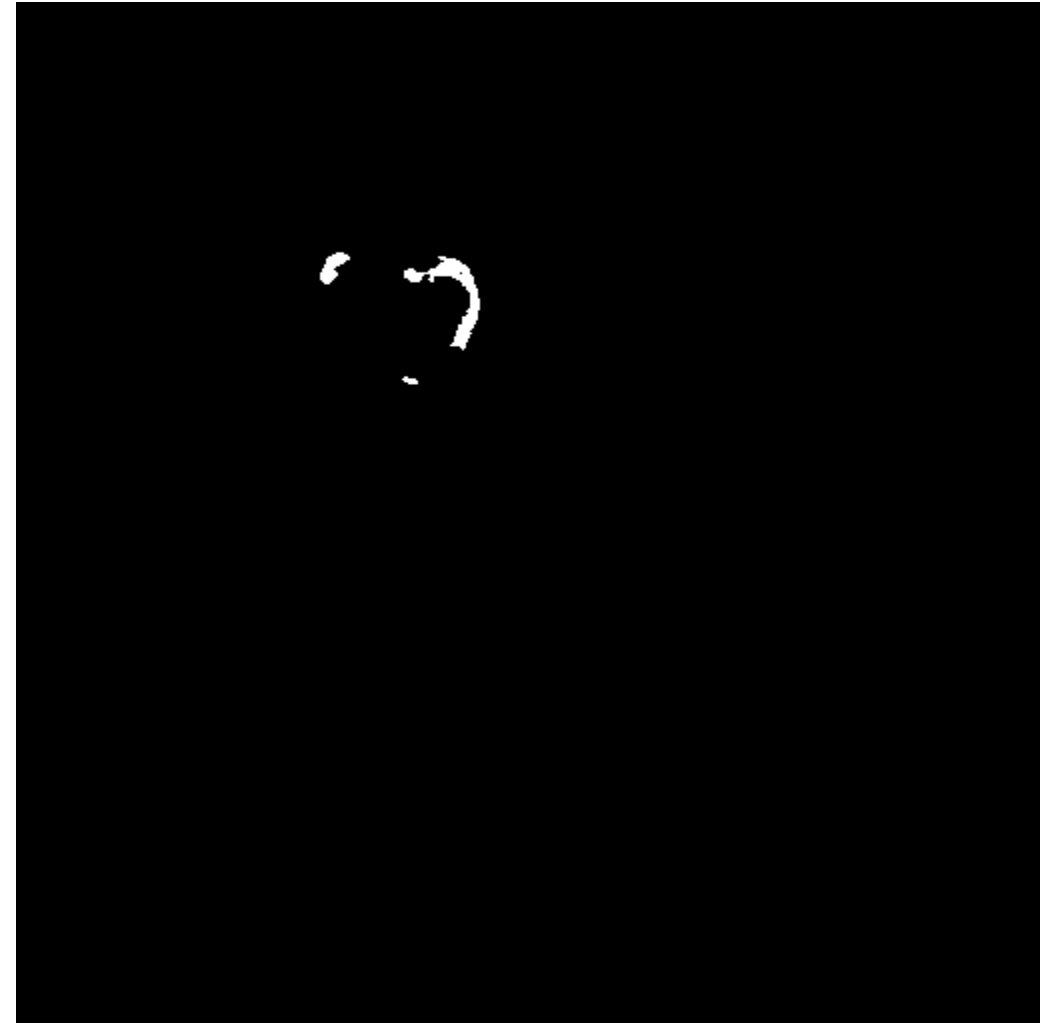
- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

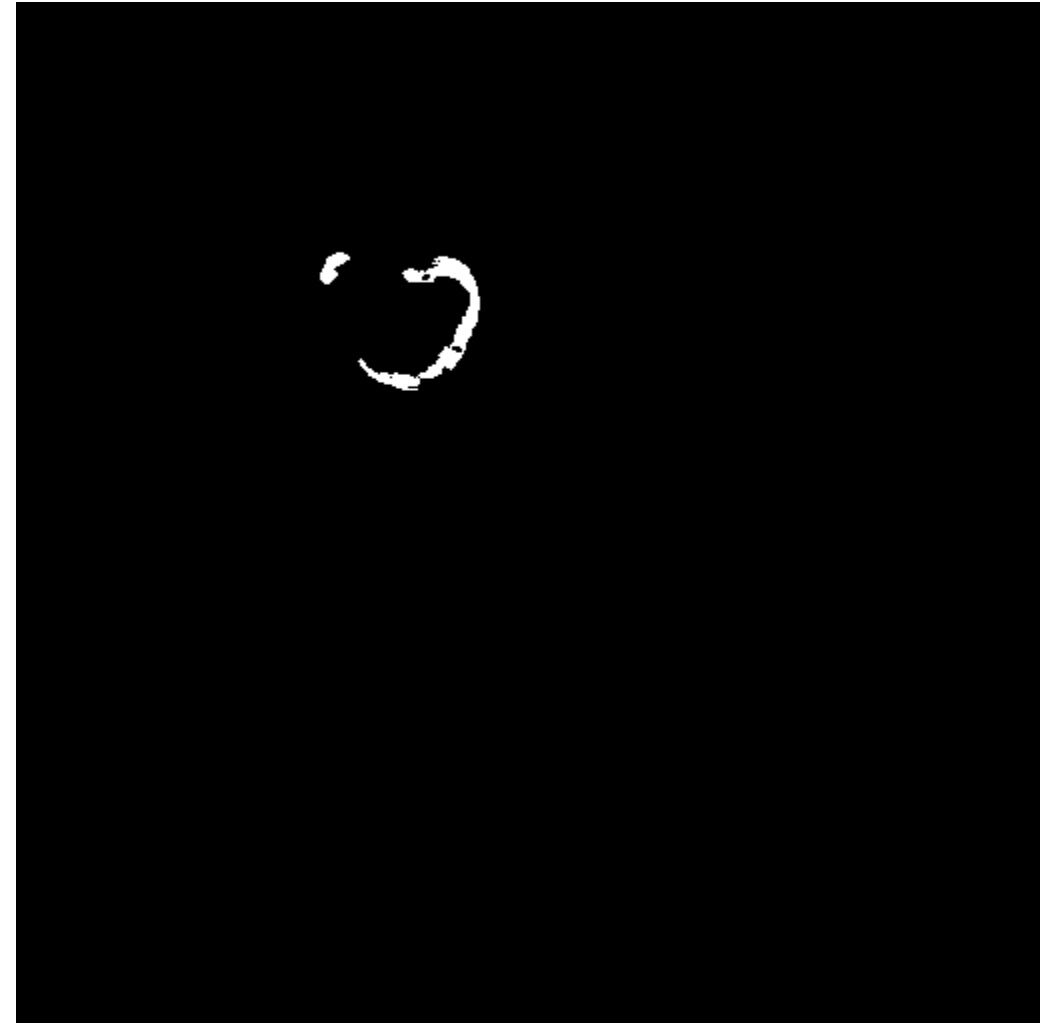
- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

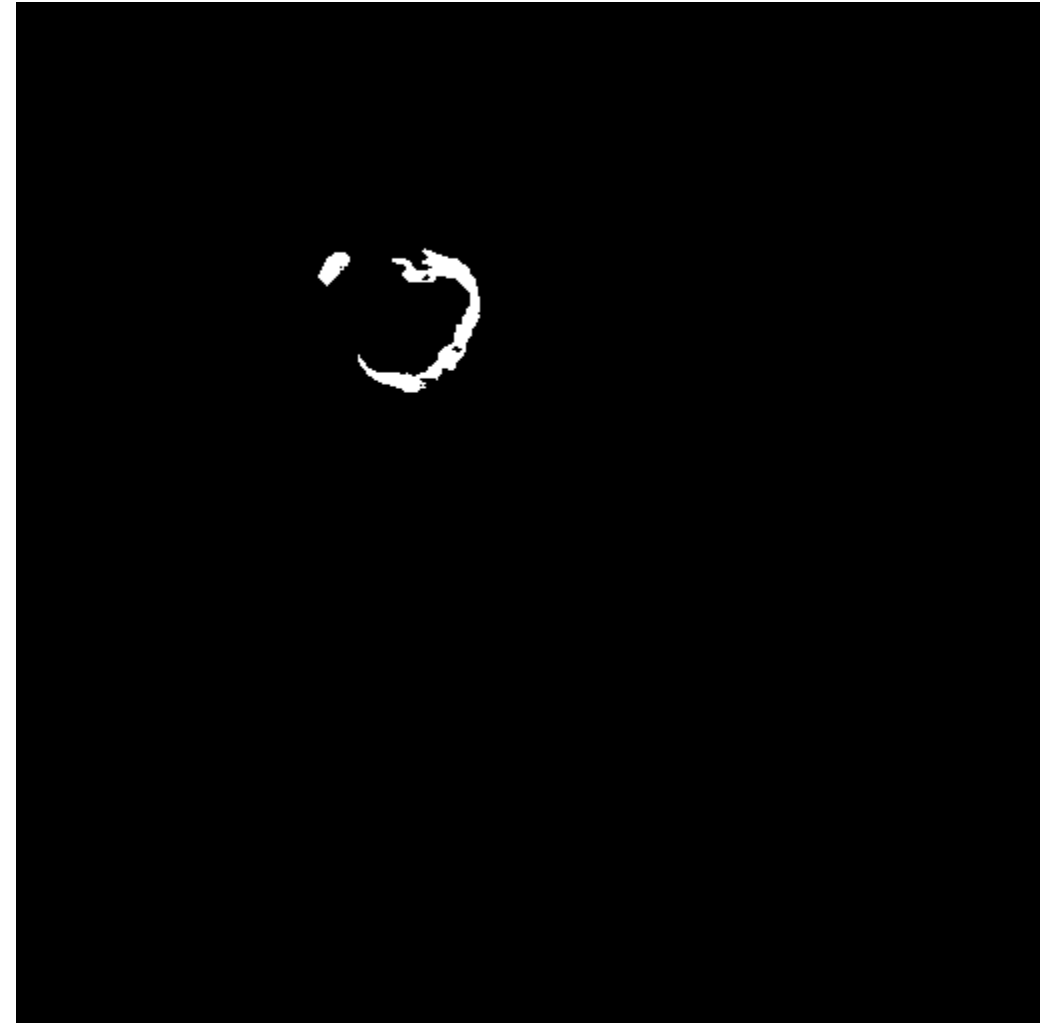
- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

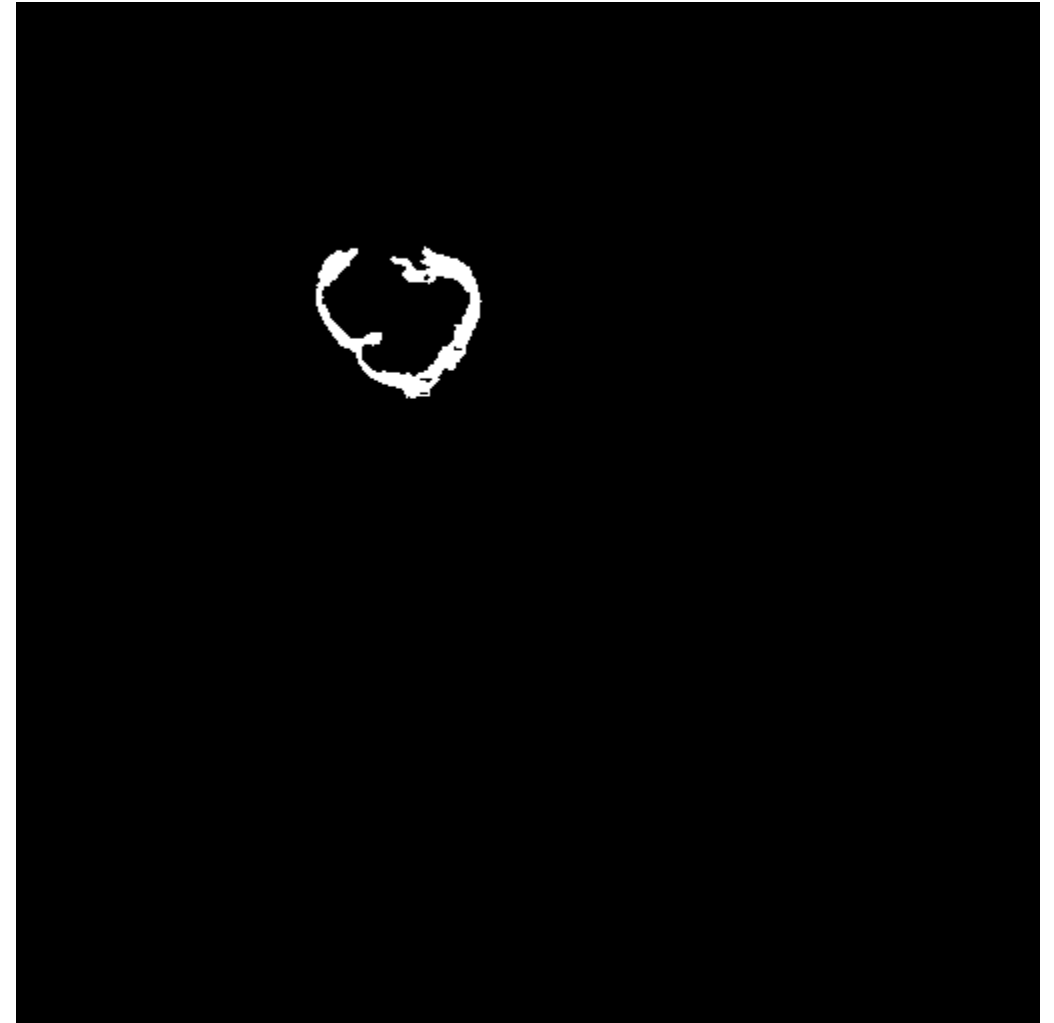
- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

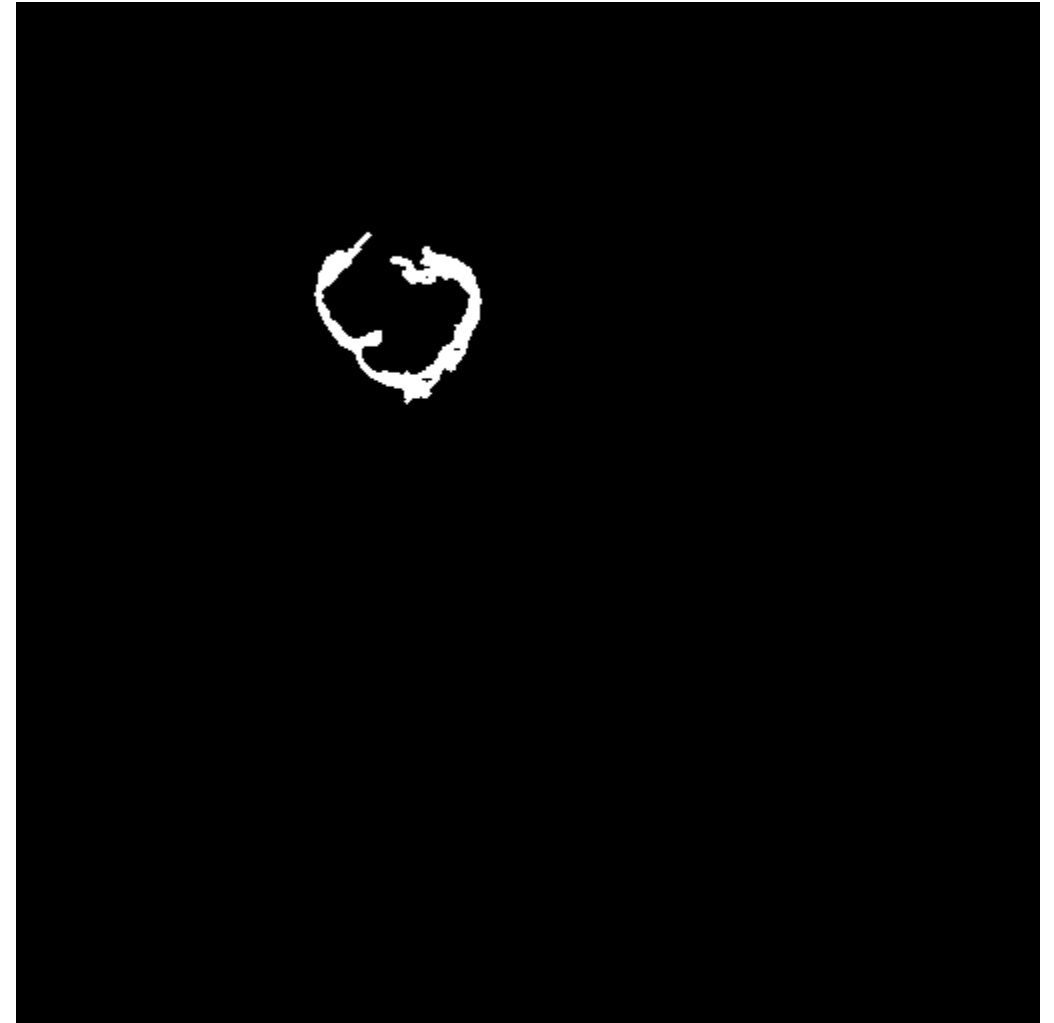
- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados

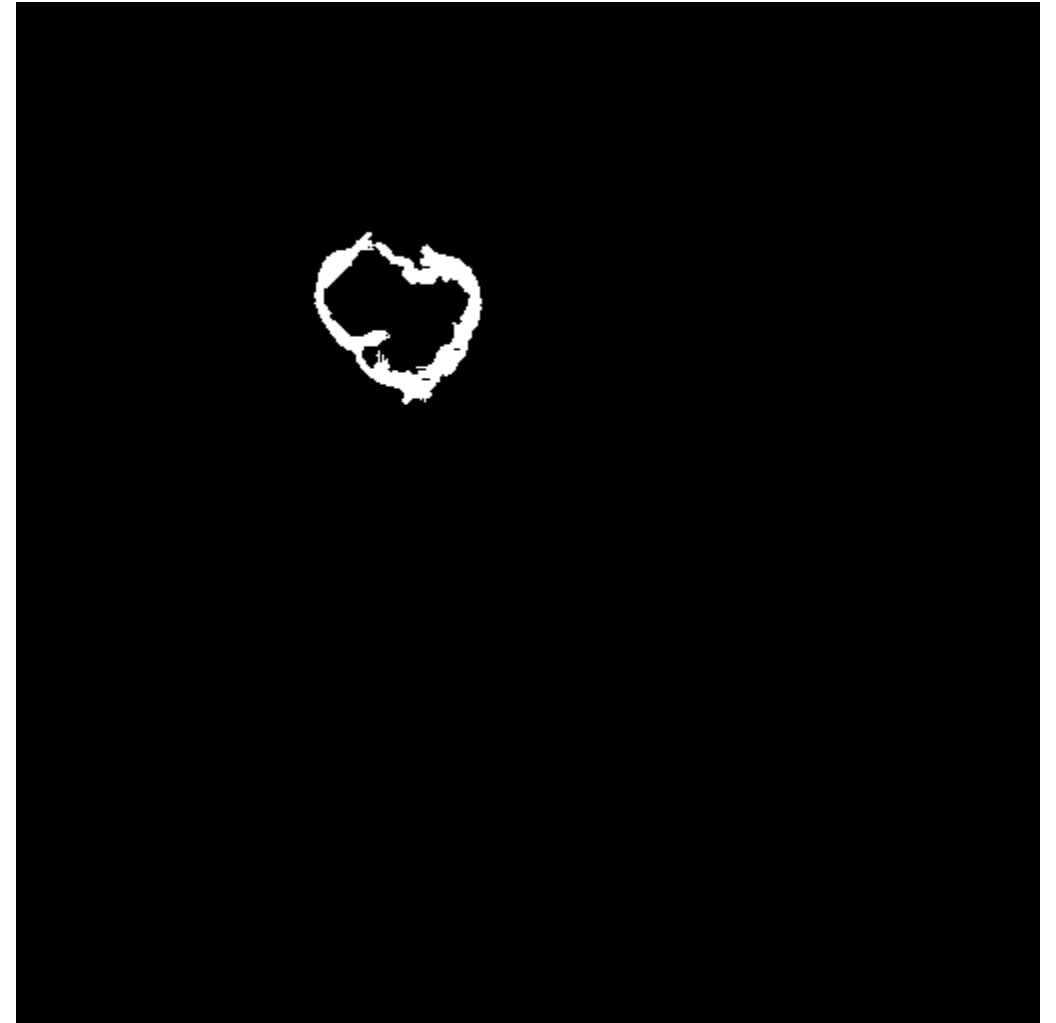


Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- El proceso de crecimiento desde la región inicial A_i hasta la región final se desarrolla en una imagen binaria que contiene las posiciones los elementos clasificados

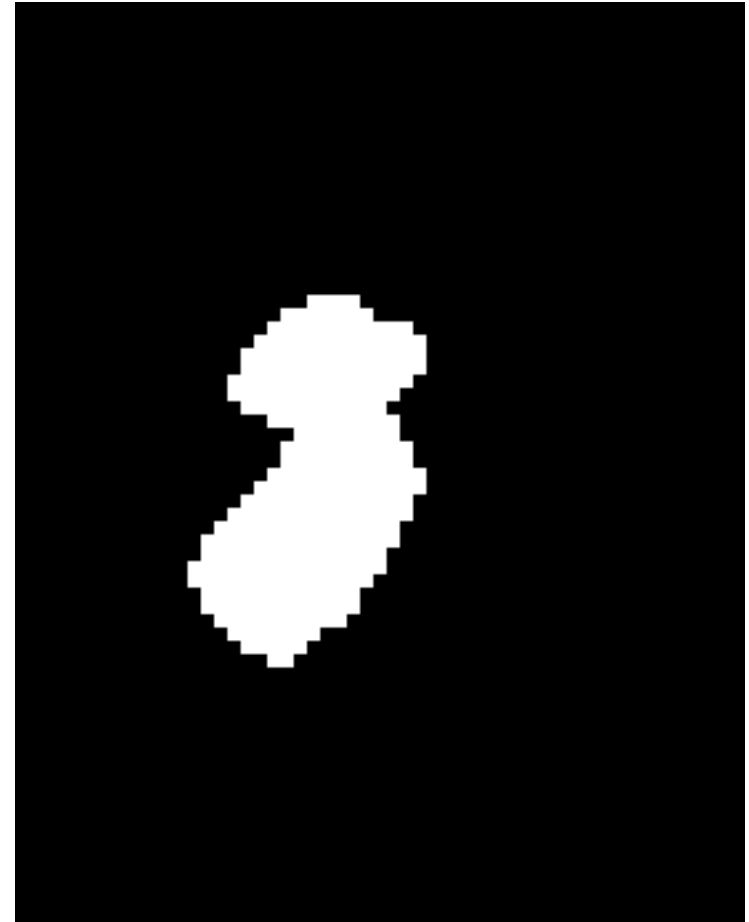
$$\text{Región tumoral} = \bigcup_{i=1}^n A_i$$



Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Los vecinos de una región cualquiera A_i se obtienen aplicando la técnica de dilatación, dada por:

$$A_i \oplus B = \{z \mid [(\hat{B})_z \cap A_i] \subseteq A_i\}$$

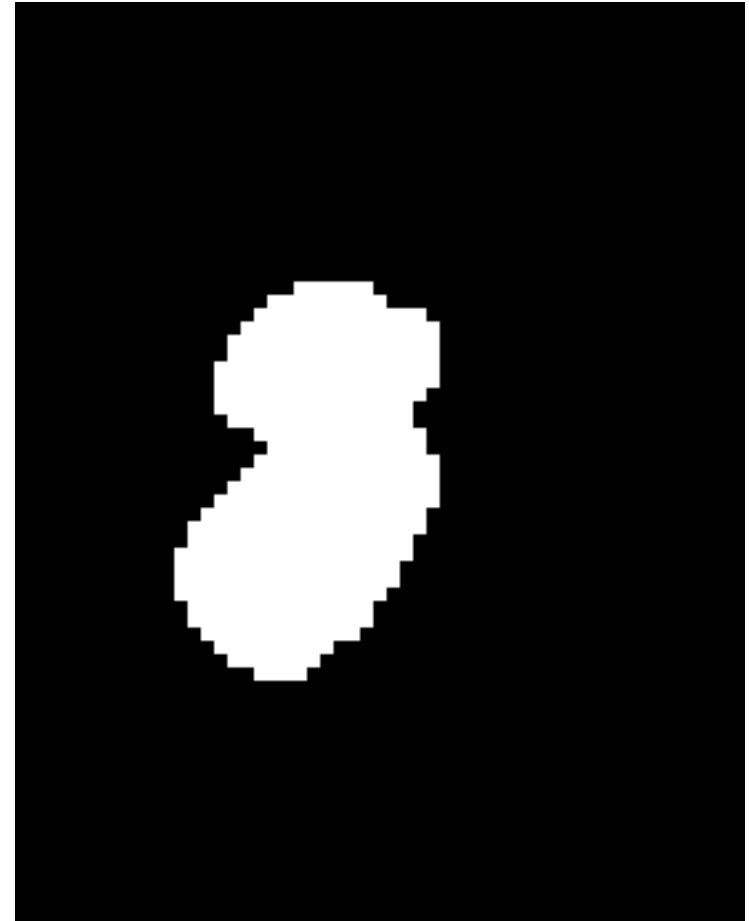


Algoritmo Crecimiento de Regiones

- La dilatación de A_i por un elemento estructurante B simétrico hace la hace crecer en la misma proporción en todas las direcciones

$$A_i \oplus B = \{z \mid [(\hat{B})_z \cap A_i] \subseteq A_i\}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

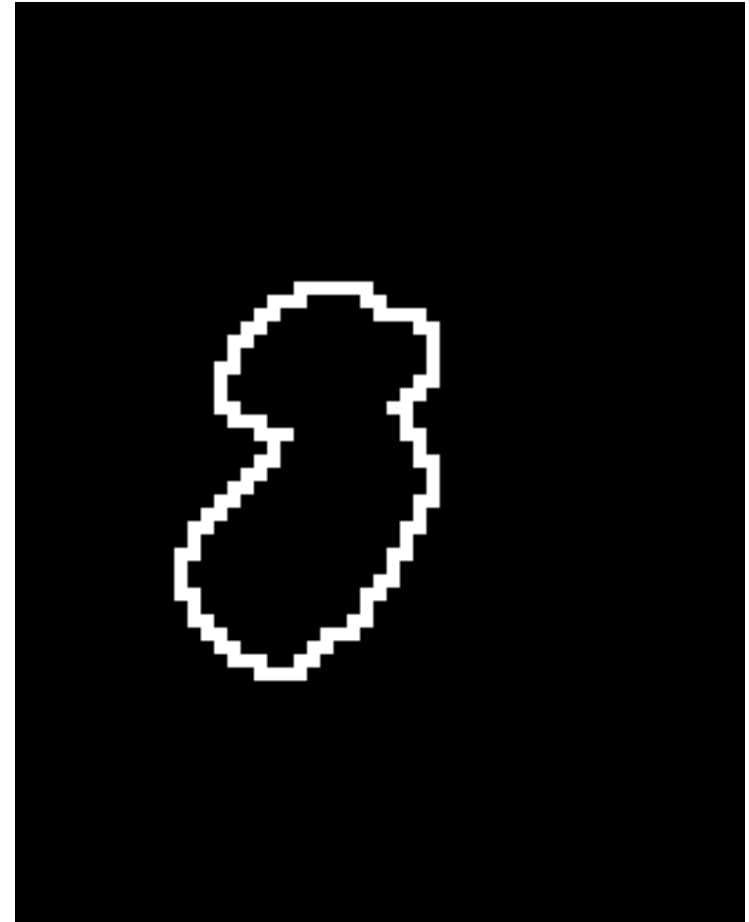


Algoritmo Crecimiento de Regiones

- Los vecinos de A_i se obtienen calculando:

$$V_i = \{v \mid [(A_i \oplus B) \cap A_i^c] \subseteq Z^2\}$$

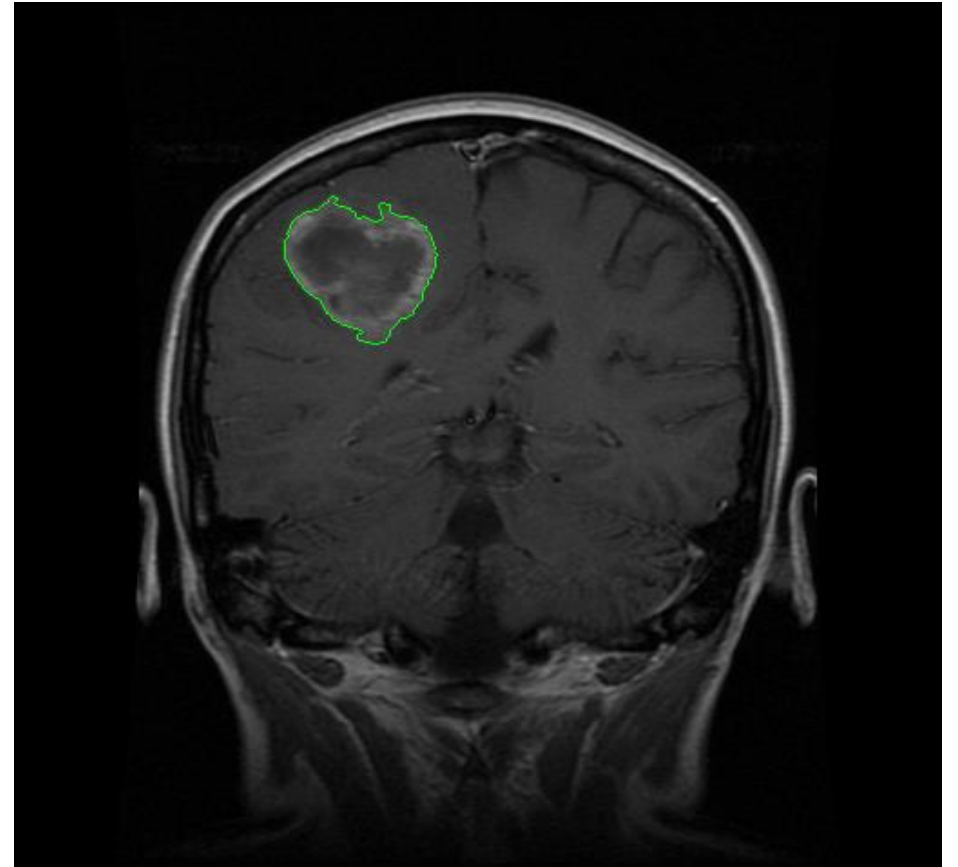
- Este proceso se realiza hasta que ningún vecino de A_i cumple el criterio de similitud establecido



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

- Los vacíos internos de la región tumoral se corrigen tomando en cuenta sólo el borde externo de la región obtenida
- El borde obtenido es superpuesto en la imagen original para visualizar el tumor segmentado



Algoritmo Crecimiento de Regiones

Implementación

