

Segmentación de Imágenes Médicas

Tesina de Grado

Autor: Walter M. Martínez Krawczuk

Directora: Claudia Russo

Temas a tratar

1. **Objetivo de esta tesina**
2. **Tipos de imágenes en general**
3. **Tipos de imágenes médicas**
4. **Segmentación de imágenes en general**
5. **Segmentación de imágenes médicas**
6. **Solución propuesta**
7. **Resultados obtenidos**
8. **Conclusiones**
9. **Trabajos futuros**

1. Objetivo de esta tesina

- Realizar un trabajo de investigación biotecnológica en el área de segmentación de imágenes médicas. Entendiendo por segmentación de imágenes la división o separación de aquellas partes de la imagen que pertenezcan a una misma estructura.
- El software será destinado a médicos y profesionales de la salud, con el primordial objetivo de:
 1. Permitir a técnicos presentar la evaluación de la imagen ante médicos, usando el software, disminuyendo de esta forma parte de la carga de tarea del médico.
 2. Acelerar el proceso de dicha evaluación.

2. Tipos de imágenes en general

- Representan con algún tipo de codificación, normalmente una matriz de números de dos dimensiones, una escena del mundo real.
- Tras la captura de la imagen tendremos una matriz de valores en dos dimensiones (2D), es decir, una *imagen digital*. Los valores de la matriz 2D representan **niveles de intensidad**.

2. Tipos de imágenes en general

- Se representan mediante retículas de celdas a las que asignamos valores.
- Cada celda se llama pixel. Un pixel es un concepto inmaterial y no tiene una medida asociada concreta.
- Podemos hablar de una imagen de 200x200 píxeles sin saber que tamaño real tiene. Para eso necesitamos la **resolución**.

2. Tipos de imágenes en general

Algunos formatos de archivos conocidos:

- **GIF: Graphic Interchange Format**
- **PNG: Portable Network Graphics**
- **JFIF: JPEG File Interchange Format**
- **TIFF: Tagged Image File Format**
- **PGM: Portable Grey Map**
- **BMP: Archivo de Mapa de Bits**

3. Tipos de imágenes médicas

- **Tomografías Computadas (TC):**
procedimiento de diagnóstico que usa combinación de radiografías y técnicas computarizadas para obtener cortes transversales.
- **Aplicaciones:** Las tomografías computadas pueden realizarse para ayudar a diagnosticar tumores, estudiar hemorragias internas o buscar otras lesiones o daños.

3. Tipos de imágenes médicas

- **Resonancia Magnética por Imágenes (RMI):** método para producir imágenes precisas de los órganos internos del cuerpo.
- **Estas imágenes son de gran utilidad para el diagnóstico precoz de muchas enfermedades y para una localización precisa de las lesiones en los distintos órganos.**

3. Tipos de imágenes médicas

diferencias entre TC y RMI

TC	RMI
Proceso rápido	Demora más
Cortes más grandes (0.5 a 1 mm)	Cortes chicos < 0.5 mm
Emplea rayos X	Emplea campos magnéticos

3. Tipos de imágenes médicas

- **DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)** es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas y datos de pacientes

3. Tipos de imágenes médicas

- **DICOM ha sido adoptado ampliamente por hospitales y está haciendo incursión en pequeñas aplicaciones de oficina para dentistas y médicos.**

4. Segmentación: definición

Dividir una imagen en objetos o partes.

La clasificación de tejidos de imágenes de resonancia magnética (RMI) y tomografía computada (TC) es un proceso en el cual los elementos de imagen que representan el mismo tipo de tejido son agrupados en un solo conjunto y son referenciados en una misma clase.

4. Segmentación de imágenes en general

- **Las unidades de las imágenes son los píxeles. Las propiedades de un píxel son su posición y su nivel o niveles de intensidad, según la imagen sea en escala de grises o color, respectivamente.**
- **En las imágenes aparecen ciertas áreas que constituyen agrupaciones de píxeles conexos entre sí, pero además de la conexión, dichos píxeles presentan propiedades o características comunes, por ejemplo: tienen el mismo color. Estas agrupaciones se llaman regiones.**

4. Segmentación de imágenes en general

Conectividad de píxeles:

- un píxel p , de coordenadas (x,y) tiene cuatro píxeles que establecen con él una relación de vecindad horizontal o vertical, ellos son $(E_4(p))$:

Horizontal: $(x-1,y)$ y $(x+1,y)$

Vertical: $(x,y-1)$ y $(x,y+1)$

4. Segmentación de imágenes en general

Conectividad de píxeles:

- Los cuatro vecinos diagonales de p tienen coordenadas ($E_D(p)$):

$(x-1,y-1)$, $(x+1,y-1)$, $(x-1,y+1)$ y $(x+1,y+1)$

4. Segmentación de imágenes en general

Vecinos de un pixel p de coordenadas (x,y)

$(x-1,y+1)$	$(x,y+1)$	$(x+1,y+1)$
$(x-1,y)$	(x,y)	$(x+1,y)$
$(x-1,y-1)$	$(x,y-1)$	$(x+1,y-1)$

4. Segmentación de imágenes en general

Técnicas de segmentación:

- Umbralización basada en **histograma**
- División y mezcla
- Segmentación basada en clustering
- *Crecimiento de regiones*

4. Segmentación de imágenes en general

Clasificación de técnicas de segmentación - Técnicas Contextuales:

- Tienen en cuenta las relaciones que existen entre los objetos de la imagen. Una técnica contextual tendrá en cuenta tanto las características del píxel como su vecindad con otros. Los algoritmos contextuales están basados en los conceptos de: discontinuidad y similitud.
 - Las técnicas basadas en discontinuidad dividen la imagen detectando cambios abruptos en los niveles de gris de la misma.
 - Las técnicas orientadas a similitud intentan crear regiones uniformes agrupando píxeles que satisfacen ciertos criterios de similitud. El resultado depende fuertemente del criterio y de la definición de conectividad empleada.

4. Segmentación de imágenes en general

Clasificación de técnicas de segmentación - Técnicas No Contextuales:

- Ignoran las relaciones que existen entre los objetos que aparecen en la imagen. Los píxeles se agrupan de acuerdo a algún atributo común como ser: intensidad, color.

5. Segmentación de imágenes médicas

Algoritmos de segmentación:

- **Umbralización**
- Similitud de regiones
- **Crecimiento de regiones**
- División y mezcla

5. Segmentación de imágenes médicas

Umbralización:

- Técnica no contextual.
- Transforma un conjunto de valores, variando en algún rango, en otro conjunto de valores que contienen sólo los valores deseados. Realiza esto aplicando un nivel de umbralización a los datos.
- Existen 2 clasificaciones posibles para cada píxel: si el píxel está por debajo del nivel del umbral recibirá un valor y si está por encima de este, otro.
- Como existen sólo 2 posibles clasificaciones, el resultado será una imagen binaria (2 tonos).
- La medida del umbral marca el nivel de gris (es un atributo global).

5. Segmentación de imágenes médicas

Similitud de Regiones:

- Técnica contextual.
- La uniformidad de una región se define en un predicado de similitud que debe cumplirse en todo píxel correspondiente a esa región. Normalmente el predicado se define en base al nivel de gris de los píxeles, el color u otra propiedad.
- Si un píxel cumple el predicado se le asigna un valor de verdadero, caso contrario se le asigna falso.

5. Segmentación de imágenes médicas

Crecimiento de Regiones:

- Técnica contextual bottom-top.
- Tiene en cuenta una serie de semillas que define el operador. Las semillas son píxeles seleccionados por una persona.
- Intenta hacer crecer una región conectada uniforme originada en cada semilla.
- Un píxel se agrega a la región si:
 - No se asignó antes a otra región
 - Es vecino de la región
 - La región creada al agregar el nuevo píxel sigue siendo uniforme
- Problemas:
 - Da distintos resultados de acuerdo al concepto de vecindad empleado (4 vecinos u 8 vecinos.)
 - Los resultados son muy sensibles a las semillas seleccionadas.

5. Segmentación de imágenes médicas

División y Mezcla:

- Técnica contextual top-down.
- Al igual que la técnica de similitud de regiones, utiliza un predicado.
- Inicialmente la imagen se considera como una única región y el predicado es falso, entonces se divide la región en subregiones.
- Las nuevas regiones obtenidas a partir de otras son nuevamente partidas y mezcladas hasta cumplir con el criterio de uniformidad.
- El proceso se repite hasta que todas las regiones sean uniformes o hasta alcanzar un número máximo de particiones preestablecido.

6. Solución Propuesta

La solución propuesta consiste en implementar dos versiones del algoritmo de segmentación de imágenes por **crecimiento de regiones**, también conocido como método semilla, para luego comparar los resultados.

De ahora en adelante nos referiremos a estos dos programas como *clásica* y *mejorada*. Como sus nombres lo indican, clásica se trata de una versión clásica del algoritmo de segmentación por crecimiento de regiones mientras que mejorada es una versión optimizada del mismo, que introduce algunos cambios.

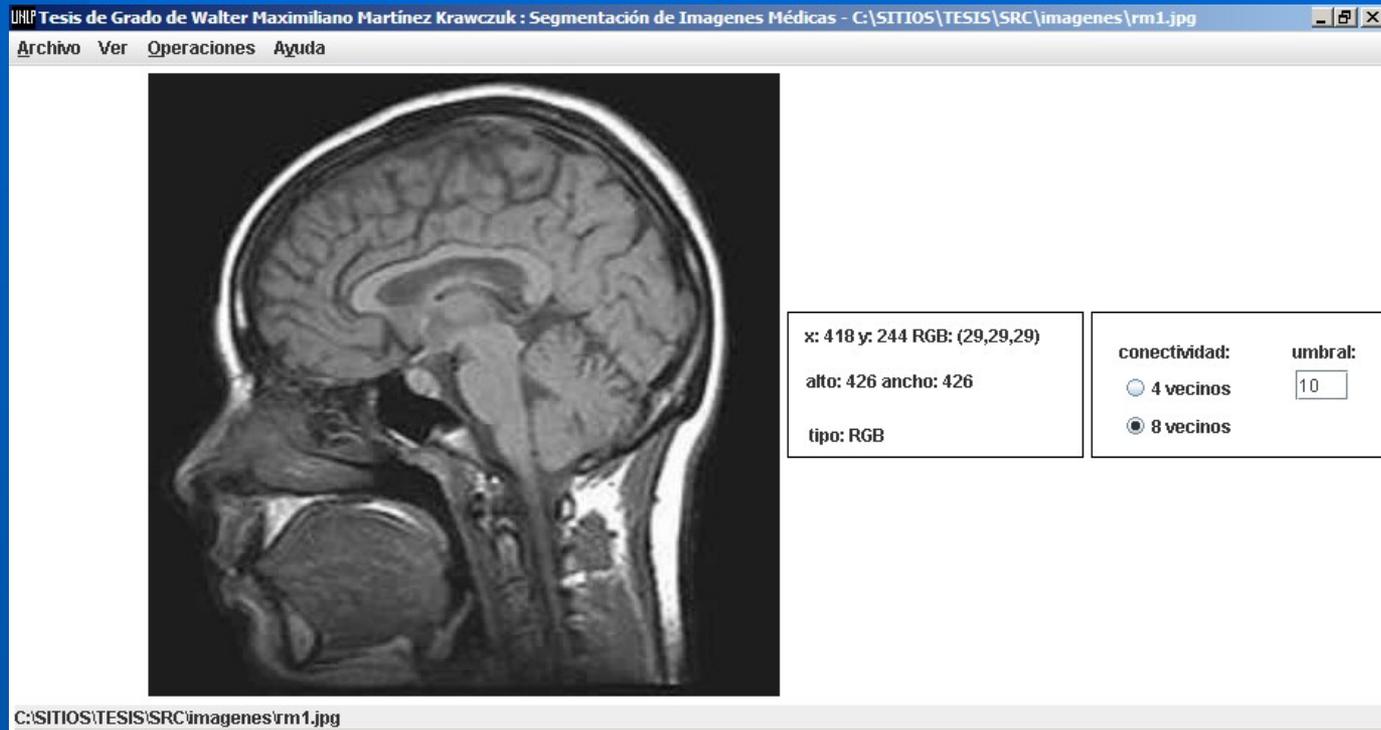
6. Solución Propuesta

Cambios en el algoritmo (versión mejorada):

- No tiene en cuenta los píxeles internos de la región, sólo intenta detectar los bordes de la misma.
- Cuando la curva pasa por lugares donde el gradiente de la imagen (o sea, el cambio de valor entre un píxel y sus vecinos) es pequeño, hacemos crecer rápido a la curva.
- Cuando la curva pasa sobre lugares donde el gradiente de la imagen es largo, se espera que los bordes estén cerca, y hacemos crecer lenta a la curva.

6. Solución Propuesta

- Versión Clásica



6. Solución Propuesta

● Versión Mejorada

Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Informatica
Tesis de Grado de Walter Maximiliano Martinez Krawczuk
Segmentacion de Imagenes Medicas
versión mejorada del algoritmo de segmentación

Información
presione para seleccionar
Examinar...
alto ancho
426 426
tipo resolución
JPG 8 bits

Configuración
conectividad umbral
 4 vecinos 10
 8 vecinos
ok

Ayuda

- presione "examinar" y seleccione una imagen
- configure el algoritmo usando el panel de configuración
- haga clic sobre la imagen, vea los resultados

[inicio](#)

segmentar



7. Resultados obtenidos

No existe una forma estándar de comparar los algoritmos de segmentación de imágenes médicas. Los criterios de evaluación suelen ser altamente subjetivos, sin embargo, el factor tiempo de ejecución es normalmente el comparador más usado.

7. Resultados obtenidos

Performance:

- Basaremos las comparaciones en dos aspectos: tiempo y calidad.
- Con tiempo nos referimos a la duración del cómputo, medido en segundos.
- Con calidad nos referimos a lograr cubrir la totalidad de la región segmentada sin dejar huecos.

7. Resultados obtenidos

A la hora de comparar las dos versiones del algoritmo debemos tener en cuenta las variables en juego:

2. cantidad de semillas
3. conectividad empleada
4. nivel del umbral
5. ubicación de las semillas sobre la imagen a segmentar

7. Resultados obtenidos

Preguntas a responder:

- 2. ¿Cómo influye la cantidad de semillas en el resultado final?*
- 3. ¿Qué efecto tiene la conectividad empleada en el resultado final?*
- 4. ¿A mayor nivel de umbral mejor segmentación?*
- 5. ¿Cómo influye la posición de las semillas en el resultado final?*

7. Resultados obtenidos

Mejores resultados obtenidos con la versión clásica VS mejorada

Versión clásica

Semillas	Umbral	Conectividad	Tiempo
1	80	4	42.15
2	50	4	21.04
3	80	4	21.0
4	60	4	10.90
1	60	8	30.5
2	80	8	15.5
3	60	8	14.98

[ver ejemplo](#)

Versión mejorada

Semillas	Umbral	Conectividad	Tiempo
1	80	4	0.09
2	120	4	0.18
3	80	4	0.28
4	80	4	0.40
1	120	8	0.09
2	30	8	0.20
3	20	8	0.29

[ver ejemplo](#)

7. Resultados obtenidos

Preguntas a responder:

- *¿Cómo influye la cantidad de semillas en el resultado final?*

Es mejor la versión mejorada porque con menos cantidad de semillas se obtienen mejores resultados.

7. Resultados obtenidos

- *¿Qué efecto tiene la conectividad empleada en el resultado final?*

Basándonos en los resultados obtenidos no podemos concluir que un algoritmo sea mejor que el otro (pero es mejor en general la 8-conectividad).

7. Resultados obtenidos

- *¿A mayor nivel de umbral mejor segmentación?*

La versión mejorada es mejor por ser más independiente del nivel de umbral (se obtienen buenos resultados sin tener tanto en cuenta el umbral usado).

Además, en la versión clásica a mayor nivel de umbral mayor retardo y esto no pasa en la versión mejorada.

7. Resultados obtenidos

- *¿Cómo influye la posición de las semillas en el resultado final?*

Ambas versiones son necesariamente interactivas: no podrían funcionar si el operador no colocara las semillas sobre la imagen. No podemos concluir en este caso que un algoritmo sea mejor que el otro.

8. Conclusiones

Basándonos en las comparaciones concluimos:

- **La versión mejorada es notoriamente más veloz que la versión clásica, empleado además menor cantidad de semillas.**
- **La versión clásica tiene más retardo a mayor nivel de umbral y esto no ocurre en la versión mejorada.**

8. Conclusiones

- **La versión mejorada, al no colorear internamente la región segmentada, demora menos tiempo. Se concentra en detectar los bordes de la región, a los que colorea.**
- **Visualmente, el efecto de pintar internamente la región segmentada (no solamente sus bordes) puede resultar más cómodo para el operador. Esto es una ventaja de la versión clásica.**

8. Conclusiones

- **Versión Mejorada: No requiere instalar software ni hardware especial y soporta imágenes en formato DICOM, JPEG, PNG, GIF, etc.**

9. Trabajos futuros

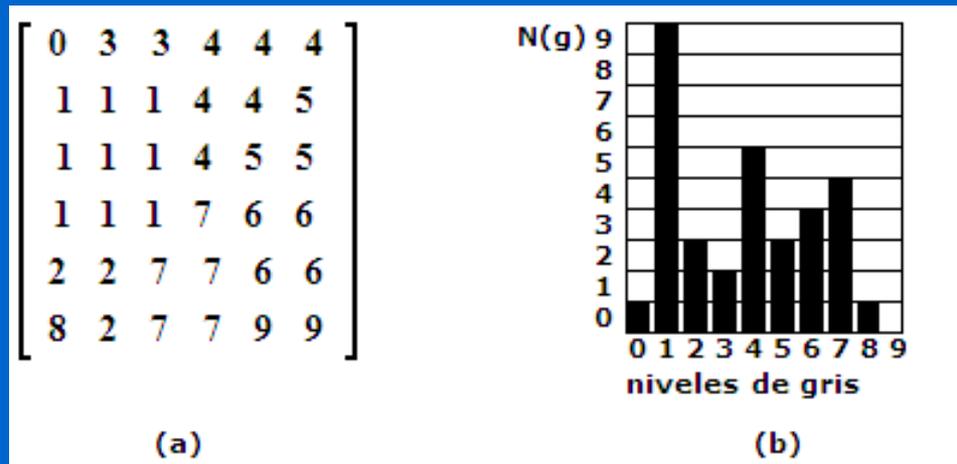
Posibles mejoras:

- **Auto-detectar parámetros de ejecución**
- soporte para otros formatos de imágenes (sin necesidad de modificar el core de la aplicación)
- clasificar las regiones una vez segmentadas (pintarlas de otro color)

Ejemplos varios

Escala de Grises e Histograma

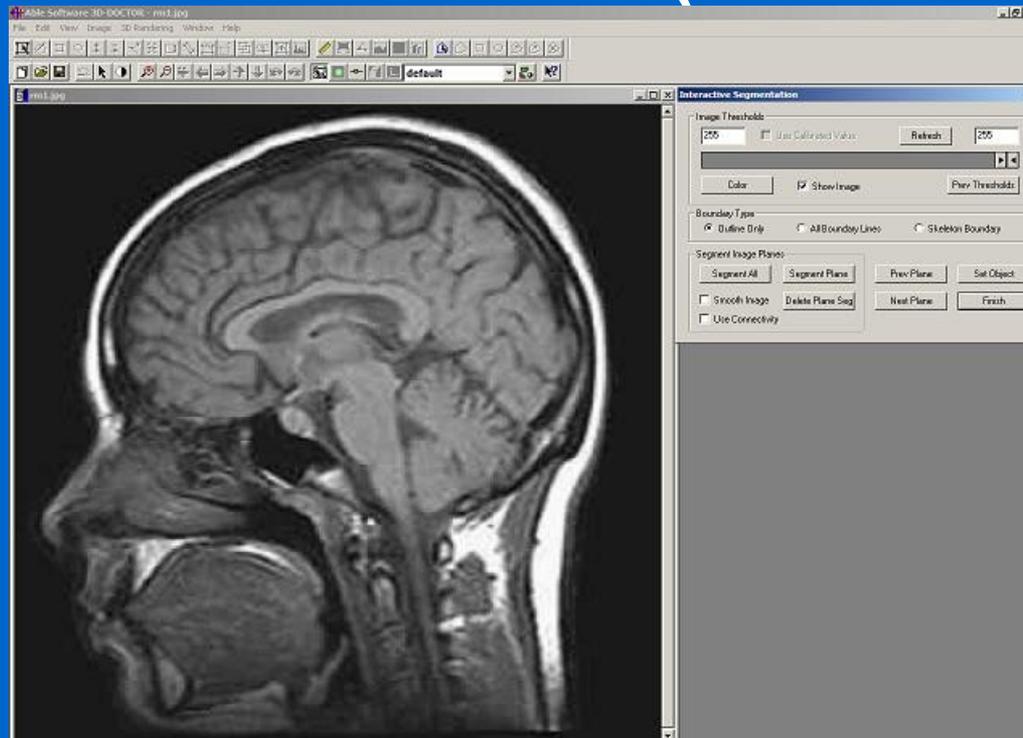
- **Ejemplo de un histograma:** Representación gráfica de la gama de tonos de una imagen, desde las zonas más oscuras a las más claras.



[volver](#)

Ejemplo Umbralización

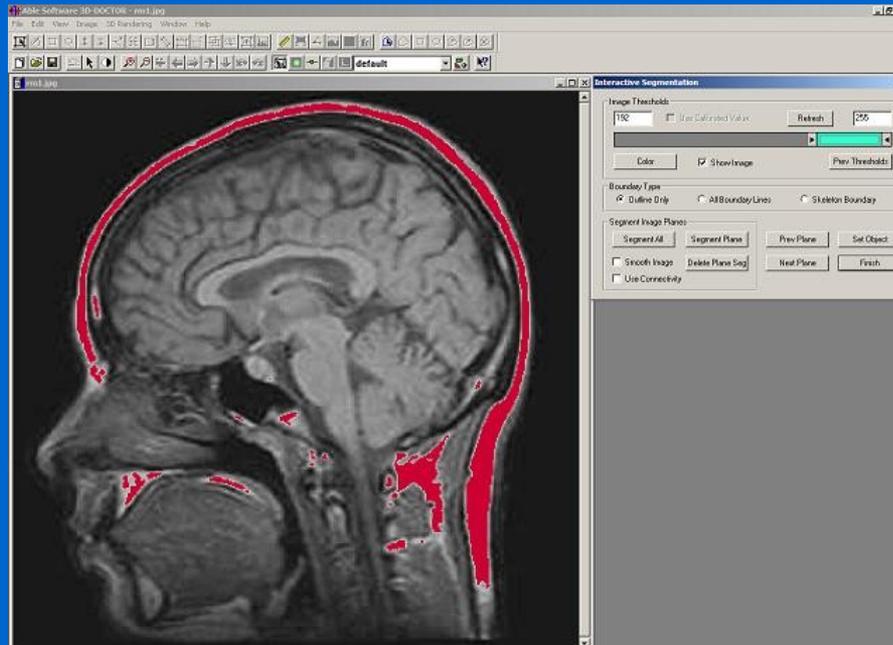
- Software: 3D-Doctor (Able software)



volver

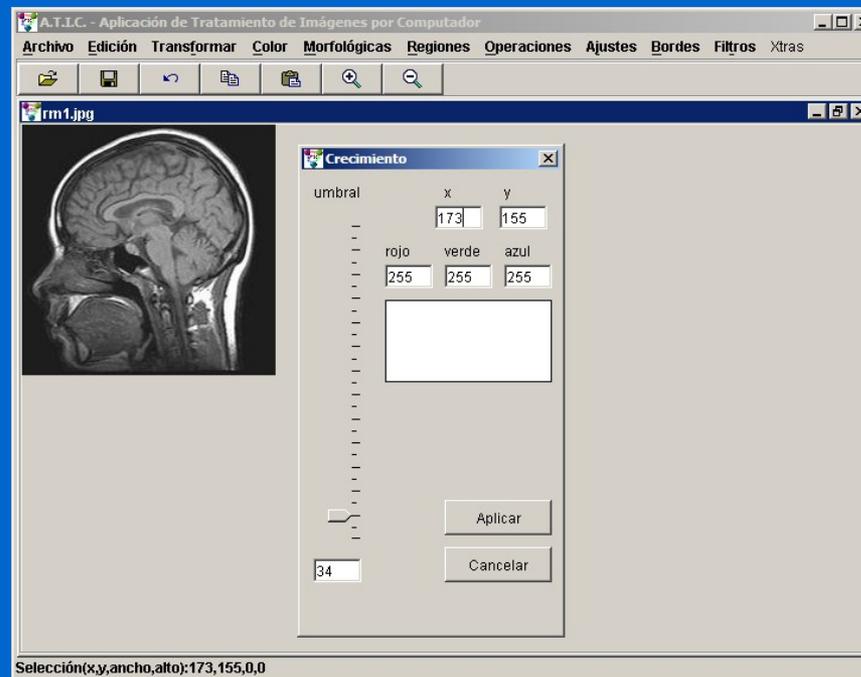
Ejemplo Umbralización

- Empleado umbral 192



Ejemplo Crecimiento de Regiones

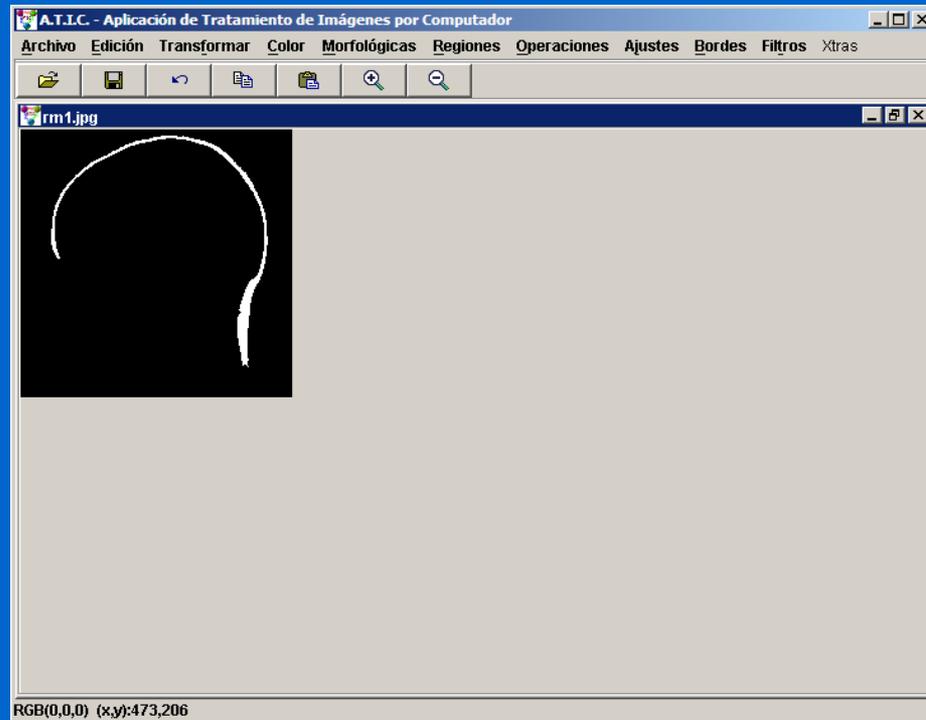
- Software: A.T.I.C (Aplicación para Tratamiento de Imágenes por Computador)” de la empresa Ra-Ma.



volver

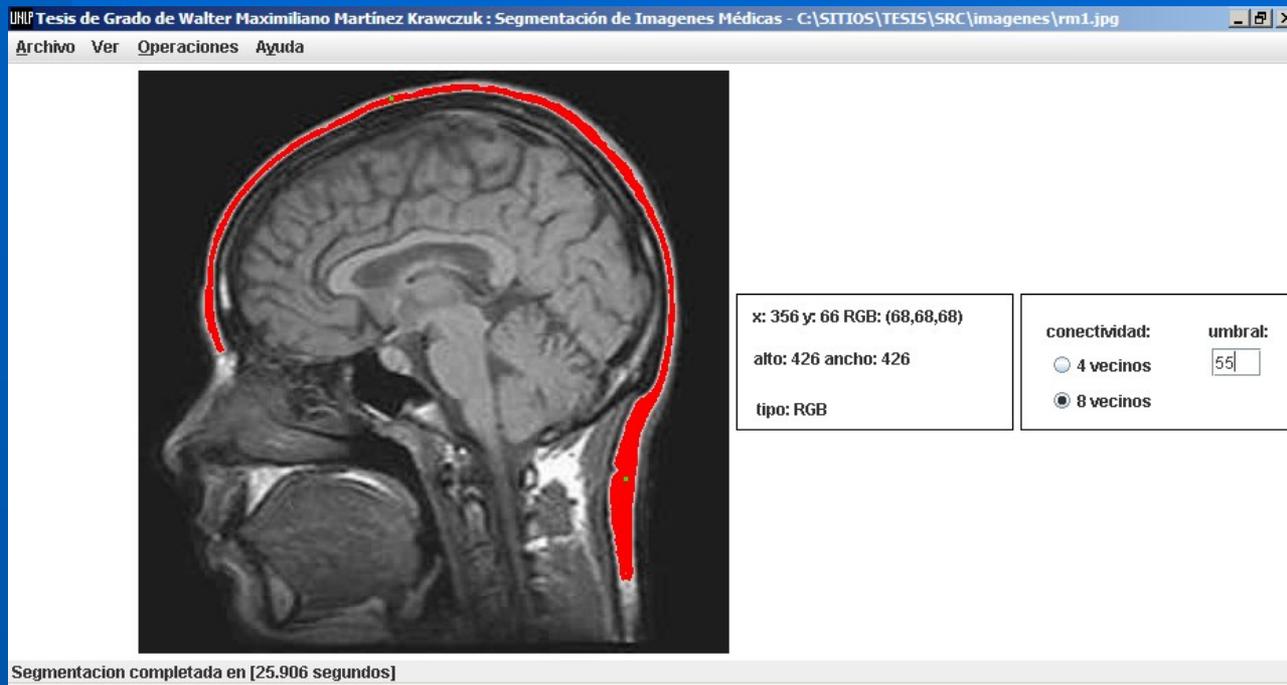
Ejemplo Crecimiento de Regiones

- Mediante adición de píxeles con umbral 64



Ejemplo Versión Clásica

Conectividad 8, umbral 55



volver

Ejemplo Versión Mejorada

Conectividad 8, umbral 55

Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Informatica
Tesis de Grado de Walter Maximiliano Martinez Krawczuk
Segmentacion de Imagenes Medicas
versión mejorada del algoritmo de segmentación

Información
presione para seleccionar
Examinar...
alto ancho
426 426
tipo resolución
JPG 8 bits

Configuración
conectividad umbral
 4 vecinos 55
 8 vecinos
ok

Ayuda

- presione "examinar" y seleccione una imagen
- configure el algoritmo usando el panel de configuración
- haga clic sobre la imagen, vea los resultados

[inicio](#)

segmentar



Segmentación completada en 0.328 segundos

The image shows a software interface for medical image segmentation. On the left is a control panel with sections for 'Información', 'Configuración', and 'Ayuda'. The 'Configuración' section is active, showing 'conectividad' set to '8 vecinos' and 'umbral' set to '55'. The main area displays a sagittal MRI brain scan with a red segmentation mask outlining the brain's boundary. A 'segmentar' button is visible above the image. Below the image, a status message reads 'Segmentación completada en 0.328 segundos'.

volver

Definición: Resolución

- **Número de puntos (píxeles) que contiene la imagen.**
- **Se mide en puntos por pulgada (o ppp). Por ejemplo, en una imagen con una resolución de 300 ppp, cada pulgada de la imagen contiene 300 puntos. Dicho de otro modo, cada punto o píxel que compone la imagen ocupa $1/300$ de pulgada.**

[volver](#)

Definición: Intensidad

- Se denomina intensidad al grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc. Por ello existen diferentes clases de intensidad, entre ellas: La intensidad de corriente eléctrica es la magnitud física que expresa la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en la unidad de tiempo. [volver](#)

6. Solución Propuesta

Cambios en el algoritmos (versión mejorada):

- **Fast Marching:** para propagar la semilla inicial hacia afuera.
- **Level Set Method:** método numérico para identificar formas. Hace fácil seguir formas que cambian de topología (huecos, etc.).

[volver](#)

Posibles mejoras

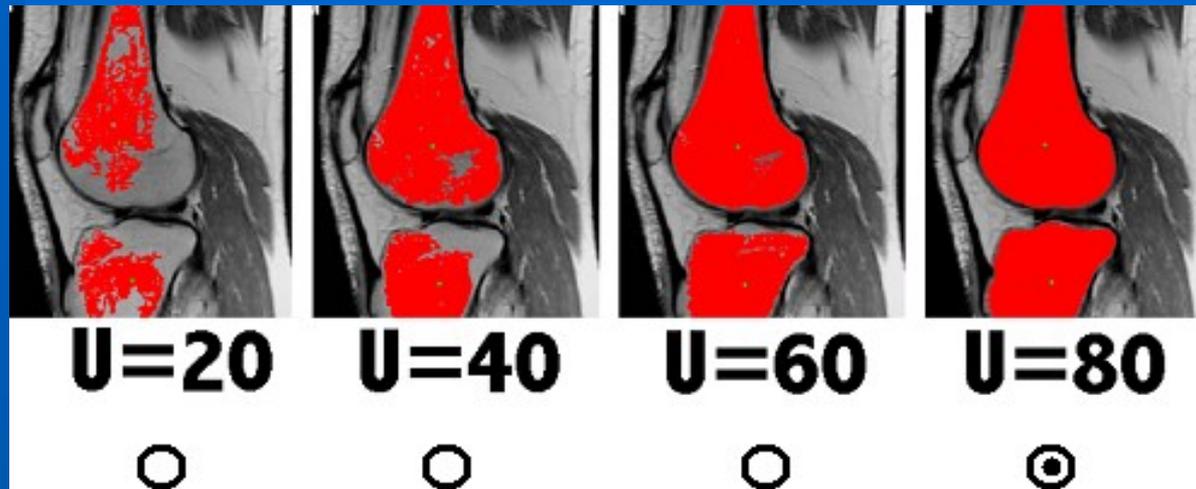
Auto-detectar parámetros de ejecución

Idea: el método de semillas requiere

- 3) Cargar imagen**
- 4) Posicionar semillas**
- 5) Seleccionar umbral**
- 6) Seleccionar conectividad**

Posibles mejoras

- Detectar mejor nivel de umbral



Presentando distintos resultados al usuario, éste selecciona el mejor (asume ese umbral en adelante)

Posibles mejoras

4-conectividad VS 8-conectividad

- En base a los resultados se concluye que la 8-conectividad cubre mejor la región, entonces asumimos 8-conectividad.

Posibles mejoras

Finalmente...

- 2) **Cargar imagen**
- 3) **Posicionar semillas**
- 4) Seleccionar umbral
- 5) Seleccionar conectividad

Posibles mejoras

Desventajas

**Fuertemente ligado a la imagen
(funciona bien para un lote de
imágenes similares)**

[volver](#)