

# Binarización de imágenes médicas mediante el método de Otsu en Slicer 3D

## Resumen

Este trabajo se centra en dos objetivos específicos. Por un lado pretendemos abrir una primera puerta hacia la programación mediante el software de procesamiento de imágenes Slicer 3D, el cual nos permite implementar nuestros propios módulos en lenguaje Python (entre otros lenguajes de programación). Por otro lado se quiere profundizar sobre el método de binarización de Otsu y su aplicación sobre imágenes médicas. El documento además se ha desarrollado con un matiz didáctico con el fin de que pueda ser utilizado en el proceso de aprendizaje sobre los temas tratados.

**Palabras claves:** binarización, slicer, Otsu, segmentación.

## Introducción

Slicer 3D es un software libre destinado a la visualización y al análisis de imagen digital. Aunque Slicer 3D es una potente herramienta para tratamiento de imágenes en general, se le da un uso mayoritario en el ámbito de la medicina y la investigación clínica debido a que ofrece funcionalidades como la segmentación de imágenes o generación de modelos 3D.

Es por ello que nos parece un software ideal para desarrollar aplicaciones como las que queremos implementar, aunque bien es cierto que el programa desarrollado en este caso no requiere de un software tan elaborado como Slicer.

En la actualidad existe una gran cantidad de métodos de binarización de imágenes pero en nuestro caso vamos a trabajar con el método Otsu, el cual es uno de los más antiguos y el cual es base de otros métodos que se desarrollaron a partir de este.

Como resultado de la investigación hemos obtenido un software muy intuitivo que ilustra el procedimiento del método Otsu y que permite compararlo con los resultados obtenidos si en vez de utilizar el umbral determinado por Otsu elegimos otro.

A lo largo de este documento hablaremos sobre la binarización de imágenes, explicaremos el método Otsu de binarización, comentaremos detalles de la implementación realizada y expondremos los resultados obtenidos del programa desarrollado.

## Segmentación

La segmentación de las imágenes es uno de los temas más estudiados en el ámbito de la investigación de imágenes digitales, lo que ha dado lugar a la invención de numerosos métodos. La segmentación es el proceso de dividir una imagen digital en varias partes. Cada método define una o varias características que determinan como de buena es una segmentación. Podemos estructurar estos métodos, entre otras clasificaciones, en aquellos métodos sin supervisión y con supervisión. El primer grupo engloba aquellos algoritmos que clasifican de forma automática los píxeles en base a algún criterio. El segundo grupo consta de los métodos en los cuales el usuario influye en la clasificación de los píxeles. Algunos ejemplos de estos métodos son:

- Método de crecimiento de regiones
- Método de agrupamientos (Clustering)
- Método de redes neuronales
- Detección de bordes
- Umbralización

Aunque la lista es mucho más larga nosotros nos centraremos en la binarización, que no es más que una umbralización de dos niveles en la que los píxeles de una imagen en escala de grises serán divididos en dos grupos, los píxeles que se considerarán como negros y los que se considerarán blancos.

## Binarización

La binarización es una forma de segmentación que consiste en agrupar los píxeles de una imagen en píxeles negros y píxeles blanco. Esto se consigue estableciendo un umbral en la escala de grises dividiendo así los posibles grises en dos grupos.

### HISTOGRAMA

Aunque este método se usa como primer paso en muchas de las secuencias de tratamiento y procesamiento de imágenes, es sensible a la generación de ruido, lo que hace que la división del histograma pueda ser más complicada. Es por ello que se han propuesto algunas variantes para el ámbito de la segmentación en imagen médica.

## Método Otsu

El método Otsu es una de las posibles formas de binarización que se han propuesto a lo largo del estudio de la segmentación de imágenes. Este consiste simplemente en determinar el umbral óptimo en el que dividir la escala de grises dividiendo así los píxeles que se considerarán negros y los que se considerarán blancos. En esto coinciden muchos otros métodos. La diferencia reside en como calcular ese umbral óptimo. Hay que recalcar que el método Otsu es el más utilizado de todos para la segmentación en imágenes médicas.

### Formulación

Tomamos los píxeles de una imagen representadas en  $L$  niveles de grises  $\{1, 2, 3, \dots, L\}$ . Denotamos como  $n_i$  al número de píxeles en la imagen con el nivel de gris  $i$  y  $N$  al total de

píxeles. Además debemos normalizar estos datos por lo que sacamos las probabilidades de cada uno de los niveles de grises.

$$P_i = n_i / N$$

$$p_i \geq 0, \sum_{i=0}^L p_i = 1$$

El siguiente paso es agrupar los píxeles en dos grupos  $C_1$  y  $C_2$  por un umbral  $k$ , del modo que  $C_1$  denota los píxeles con niveles de gris entre los valores  $[1...k]$  y  $C_2$  aquellos píxeles con valores comprendidos entre  $[k+1, \dots L]$ . Podemos entonces decir que la probabilidad de  $C_1$  corresponde a:

$$\omega_1 = \sum_{i=1}^k p_i = \omega(k)$$

De forma análoga podemos sacar la de  $C_2$ .

$$\omega_2 = \sum_{i=k+1}^L p_i = 1 - \omega(k)$$

Además necesitamos obtener la media de cada uno de estos subconjuntos. Se calcula de este modo:

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^k i * p_i / \omega_1 = \mu(k) / \omega(k)$$

$$\mu_2 = \sum_{i=k+1}^L i * p_i / \omega_2 = (\mu_T - \mu(k)) / (1 - \omega(k))$$

Podemos decir también que:

$$\mu_T = \mu(L) = \sum_{i=1}^L i * p_i$$

Donde  $\mu_T$  es la media del nivel de grises de la imagen original.

Otro aspecto a tener en cuenta para la elección del umbral es la varianza de cada uno de los subconjuntos. Se calculan del siguiente modo:

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=1}^k (1 - \mu_0)^2 * P_i / \omega_1$$

$$\sigma_2^2 = \sum_{i=k+1}^L (1 - \mu_0)^2 * P_i / \omega_2$$

Teniendo estos datos podemos evaluar lo buena que es la elección de  $k$  como umbral para la binarización. Existen varias formas de optimizar el valor de  $k$ , pero todas las que propone Otsu son equivalentes. Nosotros hemos optado por optimizar el valor de la varianza entre clase. Este valor lo representaremos por  $\sigma_T^2$ , y vendrá dado por la fórmula:

$$\sigma_T^2 = [\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2 / \omega(k) * (1 - \omega(k))$$

## Referencias

- Two modified Otsu image segmentation methods based on lognormal and gamma distribution models
- A survey of current methods in medical image segmentation
- A survey of thresholding Techniques P.K.Sahoo, S.Soltani, And A.K.C. Wong
- A threshold selection method from gray-level histograms. N. Otsu