

TOMOGRAPHY GEOMETRIC ALGORITHM TO RECONSTRUCT IMAGE

Guillermo Ayala-Martínez

Abstract:

Computed tomography CT is an important diagnostic imaging method used in medicine, consists of applying an X-ray scan to a flat section to obtain its imagen, it is a non-invasive and non-destructive procedure.

The imaging CT is obtained whit multiple projections, for this reason it is necessary to use a computer. A simple geometric algorithm is proposed to program the computer, it is not necessary to use successive approximations or discretize the image, as in other procedures, in this case the image is a point map.

Key Words: Computed tomography, geometric reconstruction, algorithm for image processing.

TOMOGRAFIA ALGORITMO GEOMETRICO PARA RECONSTRUIR IMAGEN

Resumen

La tomografía axial computada TAC es un importante método de diagnóstico por imagen utilizado en Medicina, consiste en aplicar un barrido por rayos X a una sección plana para obtener su imagen, es un procedimiento no invasivo y no destructivo.

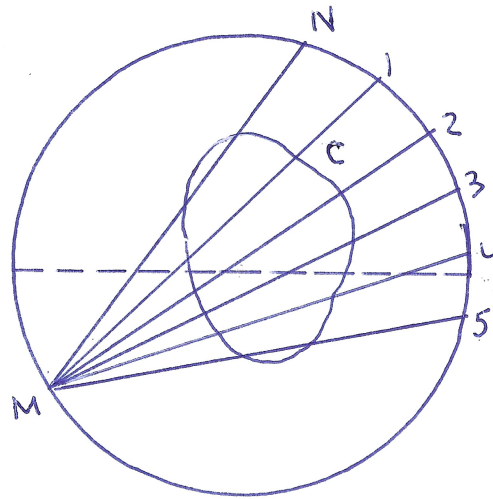
La imagen de TAC se obtiene con múltiples proyecciones, por esto es necesario utilizar un ordenador. Se propone un algoritmo geométrico sencillo para programar el ordenador, no se necesita utilizar aproximaciones sucesivas ni discretizar la imagen, como en otros procedimientos, en este caso la imagen es un mapa de puntos.

Palabras clave: Tomografía computada, reconstrucción geométrica, algoritmo para procesar imagen.

3 de enero 2023.

INTRODUCCION, DEFINICIONES

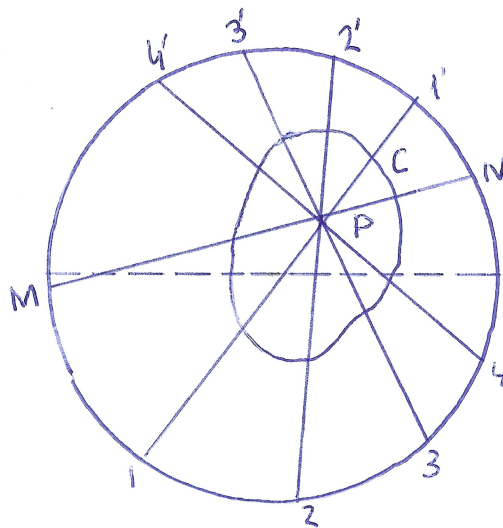
Por tomografía se entiende un procedimiento para obtener imágenes radiológicas de una sección geométrica (no física) de un cuerpo, en el plano de la sección un haz de rayos X hace un barrido de modo que la densidad del objeto produzca una atenuación de la radiación, lo que nos permitirá hacer una imagen como mapa de densidades. Ver figura 1



Un emisor de rayos X recorre una circunferencia, mitad inferior, y un conjunto de detectores en posición fija, en la mitad superior, detecta la emisión. Llamaremos rayo a la línea recta del emisor al receptor, la atenuación de la proyección dependerá de la zona atravesada según su densidad. El emisor puede moverse de grado en grado hasta 180 grados. La tomografía de rayos X denomina tomografía axial computada TAC, la palabra tomografía se refiere al plano de corte geométrico, axial porque se pueden obtener imágenes en planos paralelos a lo largo del cuerpo y computada porque se utiliza un ordenador, pues las proyecciones no son la imagen y es necesario reconstruirla por medio de un ordenador en tiempo real. Las imágenes se registran en una memoria y se visualizan en una pantalla. El ordenador estará programado con el algoritmo de reconstrucción de imagen. Este artículo propone un nuevo procedimiento para formar la imagen.

RECONSTRUIR LA IMAGEN PIXEL POR PIXEL

El procedimiento clásico es sumar el valor de las proyecciones que pasan por un punto para determinar su intensidad, lo que exige identificar los rayos de proyección que contienen el punto. Se propone un método geométrico para construir la imagen, pixel por pixel de cada punto P definido por sus coordenadas. Fig.2



La ecuación de una recta de proyección MN es:

$$(1) \quad x \cdot \cos\varphi + y \cdot \sin\varphi = p$$

Siendo φ el ángulo de la recta MN con el eje Y de coordenadas

Las coordenadas de M en la circunferencia de radio R son:

$$(2) \quad x = R \cos\alpha$$

$$(3) \quad y = R \sin\alpha$$

Del mismo modo para N. De (1), (2) y (3) resulta:

$$(4) \quad p = R(\cos\alpha \cdot \cos\varphi + \sin\alpha \cdot \sin\varphi)$$

Si todas las rectas MN han de pasar por un punto p de coordenadas $x(p)$, $y(p)$ se cumplirá:

$$(5) \quad p = x(p) \cdot \cos\varphi + y(p) \cdot \sin\varphi$$

Por lo que (4) será:

$$(6) \quad x(p) \cos\varphi + y(p) \sin\varphi = R \cos(\alpha - \varphi)$$

Dando valores al parámetro φ obtenemos el ángulo $\alpha - \varphi$ siendo su coseno:

$$(7) \quad \cos(\alpha - \varphi) = (x(p) \cdot \cos\varphi + y(p) \cdot \sin\varphi) / R$$

ALGORITMO DE LA TOMOGRAFÍA

Formar imágenes mediante proyecciones, pseudo código.

```
For x=0 to 600
  For y=0 to 600
    Input x, y    R=100
     $\phi(1) = -\arctan(x+R)/y$ 
     $\phi(2) = \arctan(R-x)/y$ 
    for  $\phi = \phi(1)$  to  $\phi = \phi(2)$ 
       $\alpha(1) = \phi + \arccos(x \cos\phi + y \sin\phi) / R$ 
       $\alpha(2) = 2\phi - \alpha(1)$ 
      array(m,n)   $\alpha(1) = m$    $\alpha(2) = n$ 
      input P(m,n)
       $F(x,y) = F(x,y) + P(m,n)$ 
    Next  $\phi$ 
  Next y
Next x
 $F(x,y) = F(x,y) / 180$   input L
 $F(x,y) = F(x,y) - L$ 
If  $F(x,y) < 0$  then  $F(x,y) = 0$ 
End
```

EXPLICACIÓN

Los datos experimentales el sistema los organiza en una matriz (array) (m,n), m es el ángulo del emisor y n el del receptor, con el eje OX y en sentido antihorario, m y n varían de 0 a 180°

El n° de pixels es 600 por 600. Un pixel se obtiene con 180 proyecciones, se promedia la suma de proyecciones con 180. Habrá valores de pixel que no son de la imagen, se eliminan fijando L (aproximadamente el promedio de la imagen) a lo inferior a L se le asigna cero. El resultado se da en una matriz de imagen $F(x,y)$ como mapa de puntos, pues no hay discretización del dominio de imagen.

REFERENCIAS

1-Salvador Galindo Uribarri "Principios matemáticos de la reconstrucción de imágenes tomográficas" 2003

2-Wikipedia "Tomographic reconstruction" 2022

3-J.L. Fernández Marrón "Desarrollo de algoritmos de reconstrucción de imágenes en tomografía de capacitancia eléctrica"

4-Summiya Parveen "Modified Algebraic Reconstruction Techniques in Computer Tomography" July 2020