

## Reconstrucción de Imágenes Tomográficas: Métodos Iterativos

1. Un método iterativo de reconstrucción muy conocido es la técnica de reconstrucción algebraica (ART), en la cual se estiman y se miden las proyecciones y se divide el resultado por el número de píxeles en una dirección dada. El resultado se añade entonces al valor estimado y se itera hasta conseguir la imagen original. La iteración está dada por:

$$f_j^{(k+1)} = f_j^{(k)} + \frac{p_i - \sum_{j=1}^N f_{ji}^{(k)}}{N} \quad (1)$$

en donde  $N$  es el número de píxeles por dirección (horizontal, diagonal y vertical),  $f_j^{(k)}$  es el estimado de la imagen actual,  $f_j^{(k+1)}$  es el estimado propuesto,  $p_i$  es el número de cuentas medidas en una dirección  $i$ ,  $\sum_{j=1}^N f_{ji}^{(k)}$  es la suma de cuentas en los  $N$  píxeles a lo largo de la dirección  $i$ . Considere las proyecciones mostradas en la Fig. 1 y reconstruya con el algoritmo ART la imagen original.

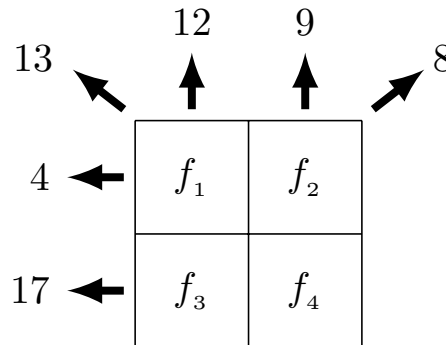


Figure 1: Imagen para ejercicio de ART.

2. Modificando los archivos demo-art.py y ART.py (que se encuentran en el directorio python-ART) o usando Octave con los archivos de AIR-Tools
  - Implementar el cálculo del error de reconstrucción

- Analizar la influencia del número de ángulos, de detectores y del nivel de ruido (controlable con la variable  $i_0$ ) sobre el error de reconstrucción utilizando el método de ART (o Kaczmarz)
- Repetir el análisis para
  - Kaczmarz simétrico: una barrida en un sentido seguida de una barrida en sentido opuesto
  - Kaczmarz aleatorio: se elige el índice de manera aleatoria
  - SART: se actualizan todos los índices simultáneamente usando:  $f^{k+1} = f^k + \mu T A^T M(p - A f^k)$  donde  $T = V^{-1}$ ,  $M = W^{-1}$  con  $V$  y  $W$  matrices diagonales cuyos elementos son la sumas de filas y columnas de  $A$
- Cómo se compara el tiempo de cálculo respecto a métodos directos como retroproyección filtrada?
- Modificando por ejemplo el archivo ART.py, o usando em.m de AIR-Tools, implementar Expectation Maximization. Examinar la imágenes reconstruidas. Estimar el error de reconstrucción como función del número de iteraciones.

### 3. OPTATIVO: SI SE TIENE ACCESO A MATLAB,

Correr el programa emLem.test.m en fessler.tgz, que realiza la reconstrucción iterativa de una imagen de PET

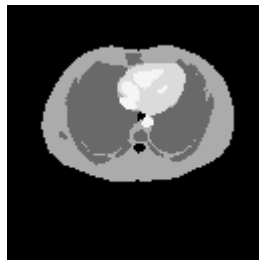


Figure 2: Imagen de emisión

- Modificar el archivo correspondiente para que la reconstrucción se realice sin corrección por atenuación



Figure 3: Mapa de atenuación

- Analizar la influencia del nivel de ruido sobre el proceso de reconstrucción
- Calcular el error de reconstrucción como función del número de iteraciones de la imagen reconstruida para diferentes niveles de ruido.