

Práctica. Registrado Multimodal

Objetivos

- Conocer la técnica de registrado multimodal basada en Información Mutua.
- Cálculo de distribuciones de probabilidad conjuntas y de Información Mutua de pares de imágenes.
- Registrado de imágenes CT y MR.

Duración estimada:

2-3 horas

Material y herramientas

- Dos imágenes correspondientes de las modalidades CT y MR en formato *pgm*: *CT.pgm* y *MR.pgm*
- Herramienta de programación: MatLab.

Descripción

En esta práctica se va a evaluar el funcionamiento de la función criterio para registrado multimodal basado en la maximización de la información mutua entre las posiciones relativas de dos imágenes. Para ello se utilizará un sencillo modelo de movimiento de traslación con un vector de dos parámetros $\mu = (x_0, y_0)$

La práctica consistirá en calcular la Información Mutua I de dos imágenes A y B , a partir de la distribución de probabilidad conjunta de los niveles de gris de ambas imágenes $p(a, b)$, esto es,

$$I(A, B_{\mu_i}) = \sum_{a=0}^{255} \sum_{b=0}^{255} p_{\mu_i}(a, b) \log \frac{p_{\mu_i}(a, b)}{p(a)p(b)}$$

Dado un valor de $\mu_i = (x_0^i, y_0^i)$, la distribución conjunta se calculará a partir del histograma conjunto $h_{\mu_i}(a, b)$ de la imagen A y de la imagen B_{μ_i} transformada según el valor de $\mu_i = (x_0^i, y_0^i)$. El histograma conjunto se calculará como:

$$p_{\mu_i}(a, b) = \frac{h_{\mu_i}(a, b)}{MN} = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \delta(a, A(x, y)) \delta(b, B_{\mu_i}(x, y))$$

siendo $A(x, y)$ el nivel de gris de la imagen A en el píxel de coordenadas (x, y) , y análogamente respecto a la imagen B .

La imagen transformada $B(\mu_i)$ se calculará a partir de la imagen B como

$$B_{\mu_i}(x, y) = B(x - x_0^i, y - y_0^i)$$

Ejercicios

Para realizar los ejercicios, asociaremos las imágenes A y B a las imágenes $CT.pgm$ y $MR.pgm$ respectivamente (Figura 1). La imagen A está desplazada una cierta cantidad de píxeles $\mu = (x_0, y_0)$ respecto a la imagen B .

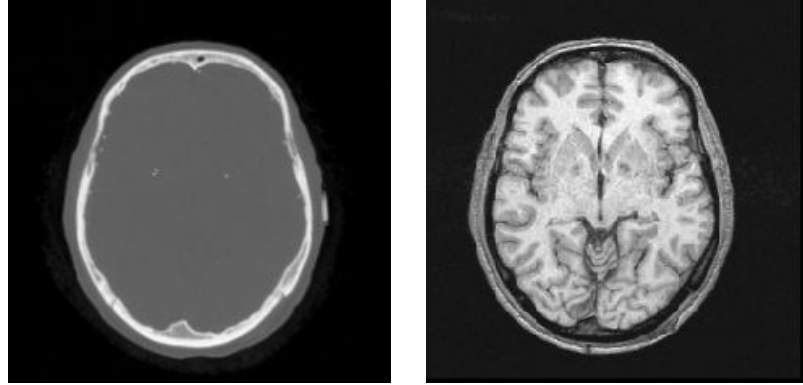


Figura 1. Imágenes CT (izquierda) y MR (derecha) de un mismo corte.

Para observar el comportamiento de la función información mutua para diferentes estimaciones de $\mu_i = (x_0^i, y_0^i)$ y poder determinar cual es el valor del desplazamiento entre ambas imágenes, se calculará la Información Mutua para un rango de valores de los desplazamientos en x e y entre -10 y +10 píxeles, con un incremento de 1 píxel, es decir, $x_0^i, y_0^i \in \{-10, -9, -8, \dots, 0, 1, \dots, 9, 10\}$, por tanto, realizaremos cálculos de Información Mutua para un total de $i = 1, \dots, 21 \times 21$ valores posibles de desplazamientos $\mu_i = (x_0^i, y_0^i)$.

Guardar los valores de las Informaciones Mutuas para cada uno de los desplazamientos calculados en un fichero o matriz y representarlos en una gráfica 3D de la siguiente forma

$$z = I(x_0^i, y_0^i); \quad x_0^i, y_0^i \in \{-10, -9, -8, \dots, 0, 1, \dots, 9, 10\}$$

Determinar cual es el desplazamiento $\mu^* = (x_0, y_0)$ que maximiza la Información Mutua.

Si se desea, para poder visualizar si el valor del desplazamiento calculado es correcto, transformar la imagen B según el desplazamiento encontrado y guardarla en un fichero u otro objeto imagen. Realizar una animación con la imagen A y la imagen B transformada antes y después según el desplazamiento encontrado, para comprobar visualmente si las imágenes están correctamente registradas.

NOTAS:

Si se programa en MatLab, se pueden utilizar las siguientes funciones:

- `imread` para leer imágenes. Ejemplo

```
I=imread('CT.pgm','pgm');
```

donde se lee la imagen *CT.pgm* en el array *I*.

- `surf` o `surfc` para dibujar una superficie. Ejemplo:

```
surf(Z);
```

donde *Z* es un array de *MxN* valores que se dibujarán en forma de superficie con curvas de nivel, como el gráfico de la Figura 2.

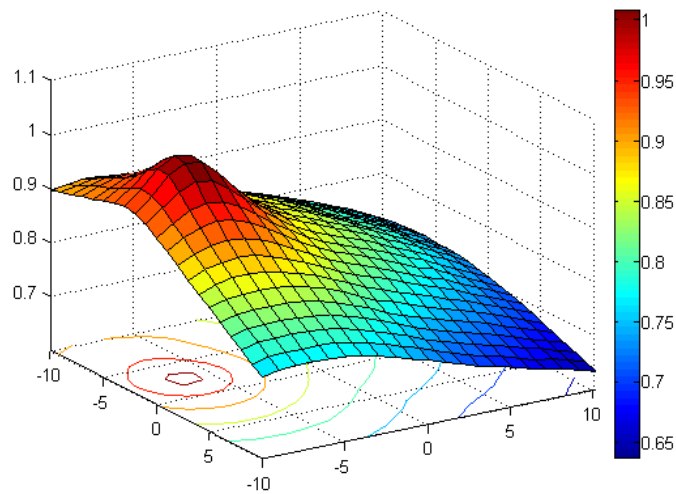


Figura 2. Superficie de la función $Z(x,y)$.

- `movie` para realizar una animación. Ejemplo:

```
F(1)=im2frame(I1,gray(256));  
F(2)=im2frame(I2,gray(256));  
movie(F,10,2);
```

en la que se realizará una animación de los frames *F(1)* y *F(2)* repitiéndola 10 veces a 2 frames por segundo.

Para más información sobre el uso de las mencionadas funciones, véase la ayuda en línea del entorno de programación MatLab.