Tarea 3

Estimación de Movimiento

Procesamiento de video Ago-Dic 2019

18 de septiembre del 2019

Antonio Maldonado Pinzón

Dadas dos imágenes de entrada I_1 y I_2:

a) Definir un conjunto $N + 1$ de desplazamientos enteros $\vec{d}_a = (dx, dy)$ con $dx \in \{-N/2, \ldots, N/2\}$ y $dy \in \{-N/2, \ldots, N/2\}$. Estimar el desplazamiento óptimo que hay entre las imágenes vía emparejamiento simple, utilizando el siguiente criterio de estimación:

$$\mathcal{E}(\vec{d}) = \sum_{\vec{x}\in\mathcal{R}} [I_k(\vec{x}) - I_{k-1}(\vec{x} + \vec{d})]^2 .$$

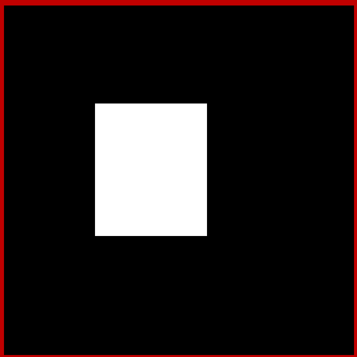
b) Estimar $\vec{d}_b = (dx, dy)$ usando el algoritmo de Lucas-Kanade y mostrar el resultado del vector.

c) Aplicar los desplazamientos estimados $\vec{d}_a$ y $\vec{d}_b$ a la imagen I_{k-1}:

$\tilde{I}_a = I_{k-1}(\vec{x} + \vec{d}_a)$ $\tilde{I}_b = I_{k-1}(\vec{x} + \vec{d}_b)$ y mostrar las imágenes $\tilde{I}_a$ y $\tilde{I}_b$.

d) Calcular $R_a = |I_k - \tilde{I}_a|$ y $R_b = |I_k - \tilde{I}_b|$ y mostrar las imágenes R_a y R_b.

Imagen 1



Notación a utilizar:

$\vec{d}$ = (dx, dy) → Vector de desplazamientos.

$\vec{x}$ = (x , y) → Coordenadas de una imagen.

$I(\vec{x} + \vec{d}) = I(x + dx, y + dy)$ → Aplicar desplazamiento a una imagen.

$I(w(\vec{x}; \vec{d}))$ → Transformación de una imagen con parámetro d.

$w(\vec{x}; \vec{d}) = \vec{x} + \vec{d}$ → Esta es la transformación que se va a utilizar.

$\frac{\partial}{\partial x} I(\vec{x})$ → Derivada parcial con respecto a x de una imagen.

$\frac{\partial}{\partial y} I(\vec{x})$ → Derivada parcial con respecto a y de una imagen.

$\overrightarrow{\Delta \mathrm{d}} = (\Delta \mathrm{dx}, \Delta \mathrm{dy})$ → Vector de desplazamientos.

$\| \overrightarrow{\Delta \mathrm{d}} \| = \sqrt{\Delta \mathrm{dx}^2 + \Delta \mathrm{dy}^2}$ → Magnitud del vector $\overrightarrow{\Delta \mathrm{d}}$.

$$A = \begin{bmatrix} \sum(\frac{\partial}{\partial x} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))^2 & \sum(\frac{\partial}{\partial x} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))\,(\frac{\partial}{\partial y} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d})) \\ \sum(\frac{\partial}{\partial x} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))\,(\frac{\partial}{\partial y} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d})) & \sum(\frac{\partial}{\partial y} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))^2 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} -[\sum [I_k(\vec{x}) - I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))]\,(\frac{\partial}{\partial x} I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))] \\ -[\sum [I_k(\vec{x}) - I_{k-1}(w(\vec{x};\vec{d}))]\,(\frac{\partial}{\partial y} I_{k-1}\left(w(\vec{x};\vec{d})\right)] \end{bmatrix}$$

ε → Umbral.

Algoritmo Lucas-Kanade

Inicializamos el vector de desplazamiento en cero:

$\vec{d}$ = (0, 0) → dx=0, dy=0

Repetir:

Construir un sistema de ecuaciones:

$A\ \overrightarrow{\Delta \mathbf{d}} = \vec{b}$

Resolver el sistema de ecuaciones:

$\overrightarrow{\Delta \mathbf{d}} = A^{-1}\ \vec{b}$

Actualizar vector de desplazamientos:

$\vec{d}^{\,t+1} = \vec{d}^{\,t} + \overrightarrow{\Delta \mathbf{d}}$

Aplicar $\vec{d}^{\,t+1}$ a la imagen I_{k-1}:

Se tiene que interpolar la imagen ya que $\vec{d}^{\,t+1}$ puede contener valores flotantes.

$\widetilde{I_{k-1}}(\vec{x}) = I_{k-1}(\vec{x} + \vec{d}^{\,t+1})$

Hasta que $\| \overrightarrow{\Delta \mathbf{d}} \| < \varepsilon$

Para este ejercicio la imagen se hizo esto :

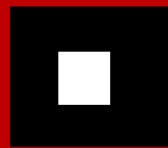
$I_{k-1} = I_{k-1}(\vec{x} + \overrightarrow{\Delta \mathbf{d}})$

En lugar de hacer esto:

$\widetilde{I_{k-1}}(\vec{x}) = I_{k-1}(\vec{x} + \vec{d}^{\,t+1})$

Esto es porque en las pruebas el costo computacional es menor si se hace con la primera manera.

Imagen 2_1



a) Se definió un conjunto de desplazamientos de 11, es decir, el conjunto será de {-5,5}, se eligió 11 porque si comparamos esta imagen con la imagen 1 vemos que hay un pequeño desplazamiento.

b) Resultados con Fuerza bruta:

```
Imagen 2_1
Desplazamiento en filas: 2
Desplazamiento en columnas: 2
```

c) Resultados con Lucas-Kanade:

```
Imagen 2_1
Desplazamiento en filas: 1.848691
Desplazamiento en columnas: 1.855968
```

d)

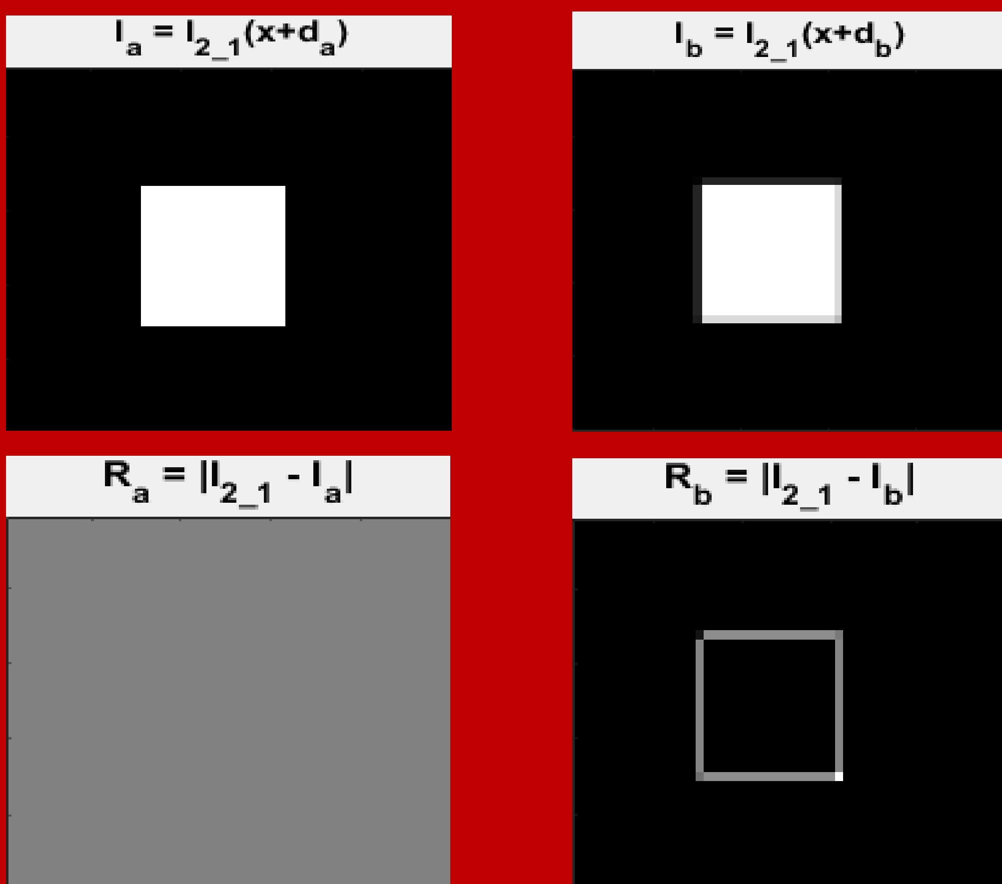
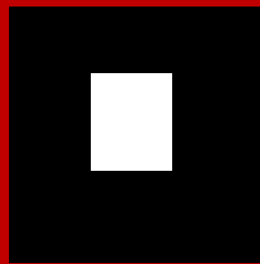


Imagen 2_2



a) Se definió un conjunto de desplazamientos de 11, es decir, el conjunto será de {-5,5}, se eligió 11 porque si comparamos esta imagen con la imagen 1 vemos que hay un pequeño desplazamiento.

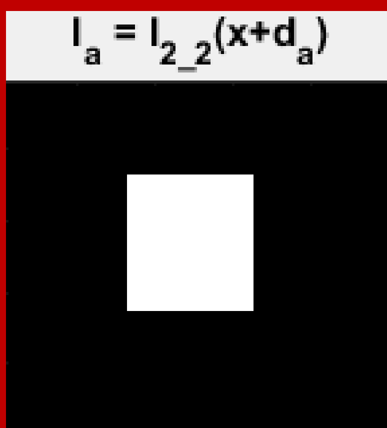
b) Resultados con Fuerza bruta:

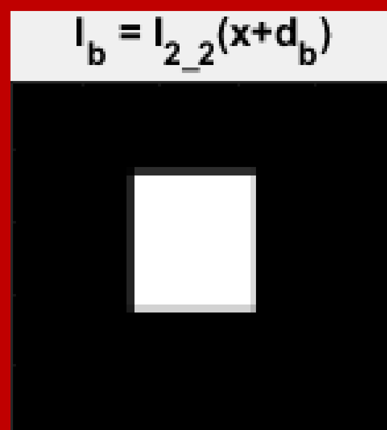
```
Imagen 2_2
Desplazamiento en filas: -1
Desplazamiento en columnas: 3
```

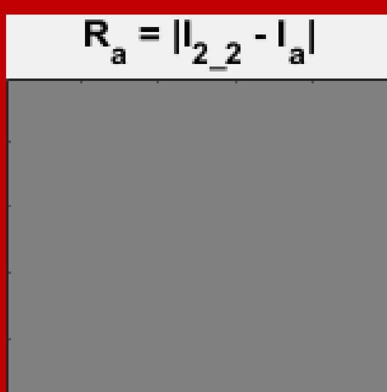
c) Resultados con Lucas-Kanade:

```
Imagen 2_2
Desplazamiento en filas: -1.185928
Desplazamiento en columnas: 2.855446
```

d)







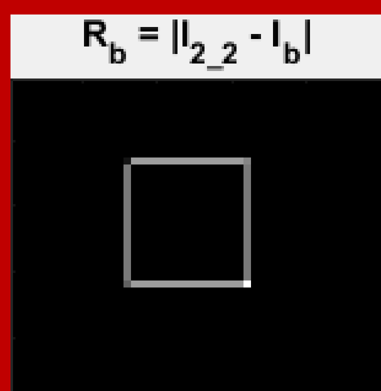
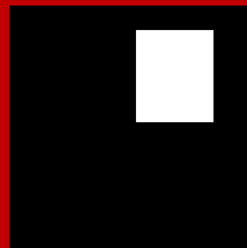


Imagen 2_3



a) Se definió un conjunto de desplazamientos de 31, es decir, el conjunto será de {-15,15}, se eligió 31 porque si comparamos esta imagen con la imagen 1 vemos que hay un gran desplazamiento.

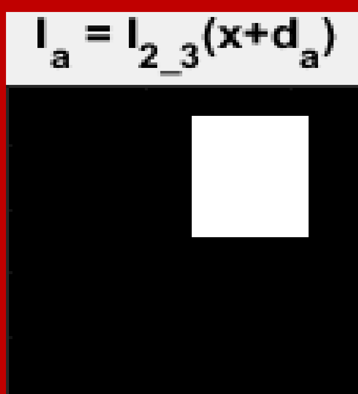
b) Resultados con Fuerza bruta:

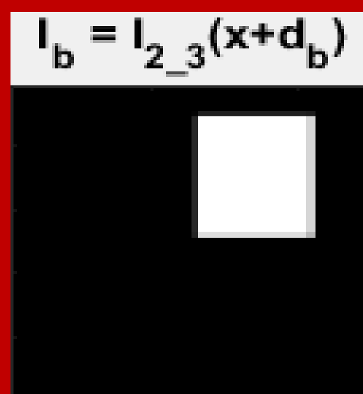
```
Imagen 2_3
Desplazamiento en filas: -9
Desplazamiento en columnas: 13
```

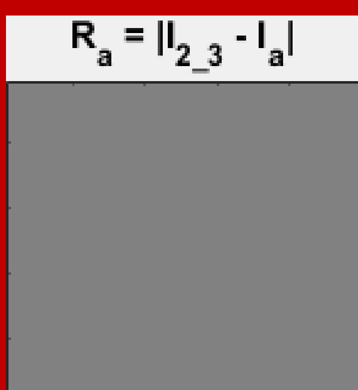
c) Resultados con Lucas-Kanade:

```
Imagen 2_3
Desplazamiento en filas: -9.140368
Desplazamiento en columnas: 12.829233
```

d)







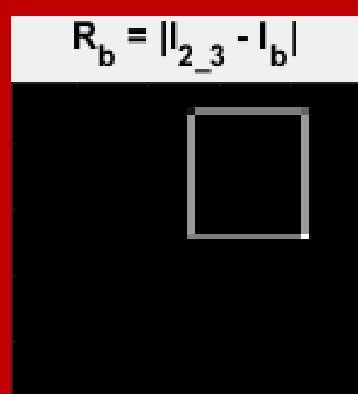
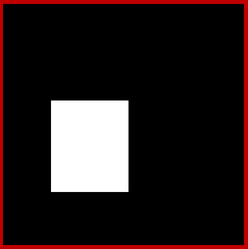


Imagen 2_4



a) Se definió un conjunto de desplazamientos de 19, es decir, el conjunto será de {-9,9}, se eligió 19 porque si comparamos esta imagen con la imagen 1 vemos que hay un desplazamiento considerable.

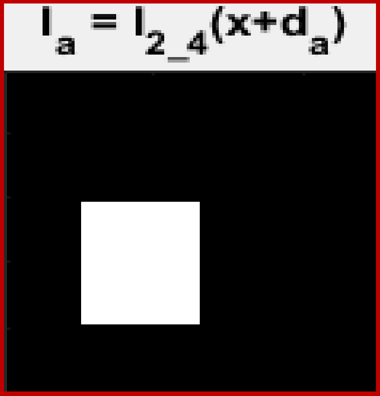
b) Resultados con Fuerza bruta:

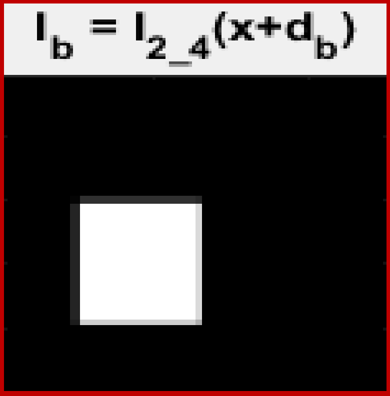
```
Imagen 2_4
Desplazamiento en filas: 6
Desplazamiento en columnas: -3
```

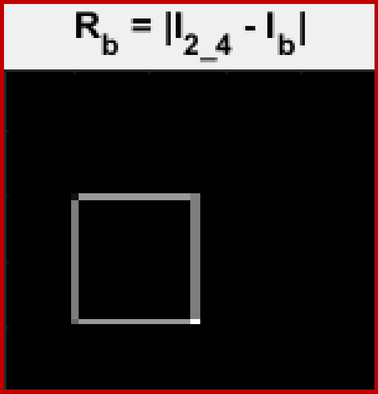
c) Resultados con Lucas-Kanade:

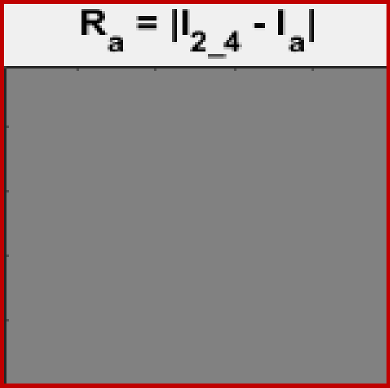
```
Imagen 2_4
Desplazamiento en filas: 5.807836
Desplazamiento en columnas: -3.154536
```

d)









Conclusión

Al utilizar el algoritmo de Fuerza bruta el resultado fue exacto y el algoritmo de Lucas-Kanade no lo fue exacto, pero al final nos quedó el contorno del objeto y eso es muy útil, el costo computacional fue mayor para Lucas-Kanade, esto es porque se uso una imagen de baja resolución, si se utilizara una imagen de mayor resolución el costo computacional sería mayor en la Fuerza bruta.