

Flujo Óptico

Susana Pineda De Luelmo

En esta práctica se pretende realizar un análisis de las técnicas de flujo óptico mediante la implementación del método de Lucas Kanade y el de Horn & Schunck.

El método de Lucas Kanade será analizado tanto resolviendo el sistema de ecuaciones mediante productos matriciales como resolviendolo de forma analítica.

Lucas Kanade

Para la implementación del método de Lucas Kanade resolviendo el sistema de ecuaciones se han seguido los siguientes pasos:

- Cálculo de las derivadas parciales en los frames utilizados.
- Suma de las derivadas parciales del primer frame con las del segundo frame
- Suavizado y diferencia de los dos frames
- Recorrer las derivadas parciales calculando:
 - La suma de los valores presentes en la ventana de integración de la derivada parcial en x, en y y en la diferencia entre el primer y segundo frame.
 - Cálculo de la pseudoinversa y el producto matricial para obtener u y v de la ventana de integración.
- Descarte de información para pintar por pantalla los valores del flujo óptico con la frecuencia indicada por el usuario.

En esta implementación el único valor modificable es el tamaño de la ventana de integración.

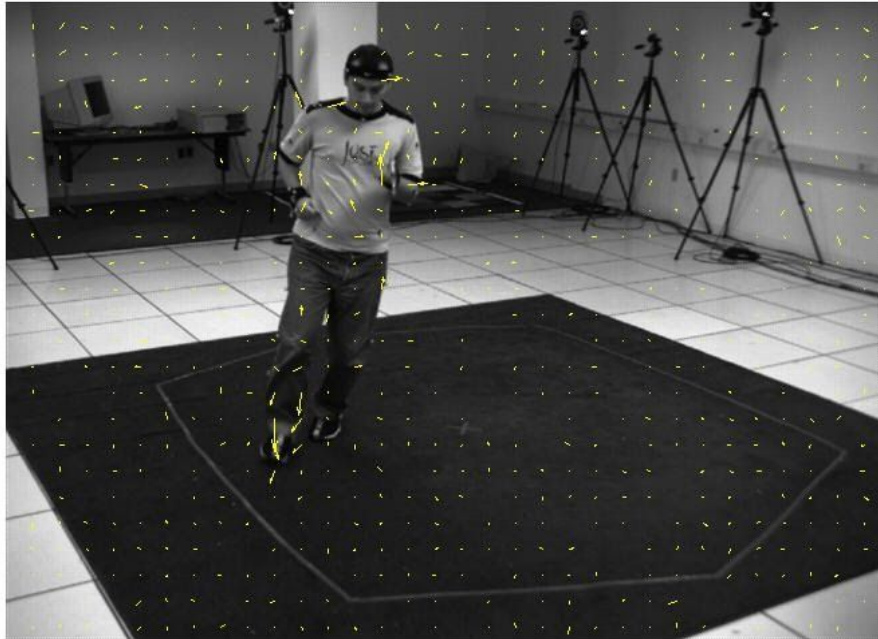
Con esta implementación se han realizado diferentes pruebas:

- Secuencia de 20 imágenes del dataset Combo_4_(C4) de resolución 490x656:
 - Tamaño de ventana de integración de 3x3
 - Tamaño de ventana de integración de 5x5
 - Tamaño de ventana de integración de 7x7

Combo_4_(C4)

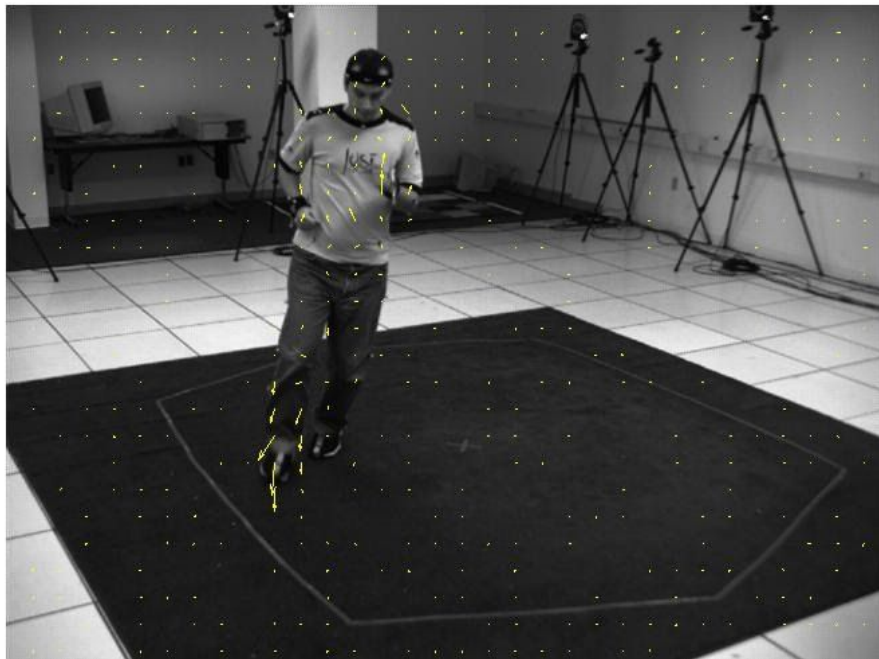
Utilizando una ventana de integración de 3x3 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 13.36 segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 258.35 segundos
- Ejemplo de ejecución:



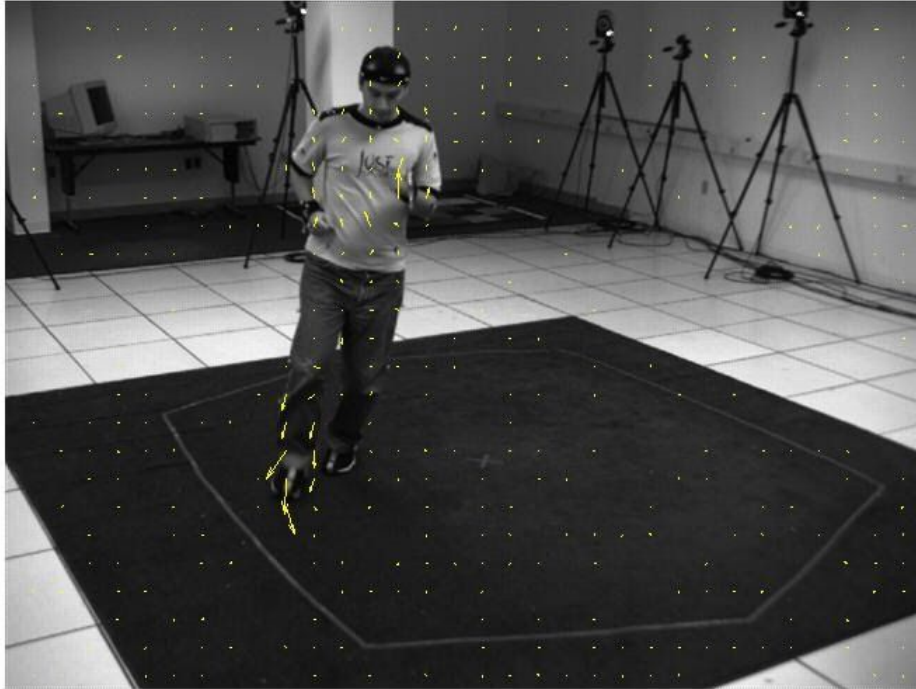
Utilizando una ventana de integración de 9x9 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 21.9 segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 426.43 segundos
- Ejemplo de ejecución:



Utilizando una ventana de integración de 11x11 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 22.52segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 436 segundos
- Ejemplo de ejecución:



Lucas Kanade 2

Para calcular el flujo óptico utilizando el método de Lucas Kanade también podemos tratar de resolver la siguiente fórmula de forma directa:

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-\sum_i I_x^2 \sum_i I_u I_u + \sum_i I_u I_y \sum_i I_y I_u}{\sum_i I_x^2 \sum_i I_y^2 - \sum_i I_u I_y \sum_i I_u I_y} \\ \frac{\sum_i I_u I_y \sum_i I_u I_y - \sum_i I_x^2 \sum_i I_y I_y}{\sum_i I_x^2 \sum_i I_y^2 - \sum_i I_u I_y \sum_i I_u I_y} \end{bmatrix}$$

Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Cálculo de las derivadas parciales en los frames utilizados.
- Suma de las derivadas parciales del primer frame con las del segundo frame
- Suavizado y diferencia de los dos frames
- Recorrer las derivadas parciales calculando los sumatorios de:
 - La derivada parcial en y al cuadrado.
 - El producto de la derivada parcial en x y la diferencia entre el primer y segundo frame.
 - El producto de la derivada parcial en x y de la derivada parcial en y.
 - El producto de la derivada parcial en y y la diferencia entre el primer y segundo frame.
 - La derivada parcial en x al cuadrado.
- Cálculo de los valores de u y v en la ventana de integración a partir de los sumatorios calculados anteriormente.
- Descarte de información para pintar por pantalla los valores del flujo óptico con la frecuencia indicada por el usuario.

En esta implementación el único valor modificable es el tamaño de la ventana de integración.

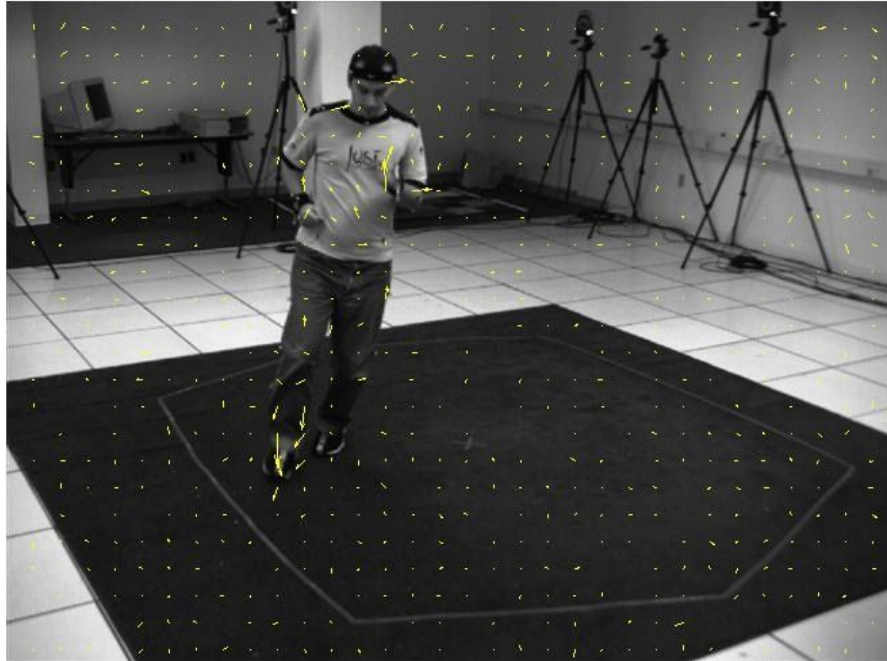
Con esta implementación se han realizado diferentes pruebas:

- Secuencia de 20 imágenes del dataset Combo_4_(C4) de resolución 490x656:
 - Tamaño de ventana de integración de 3x3
 - Tamaño de ventana de integración de 9x9
 - Tamaño de ventana de integración de 11x11

Combo_4_(C4)

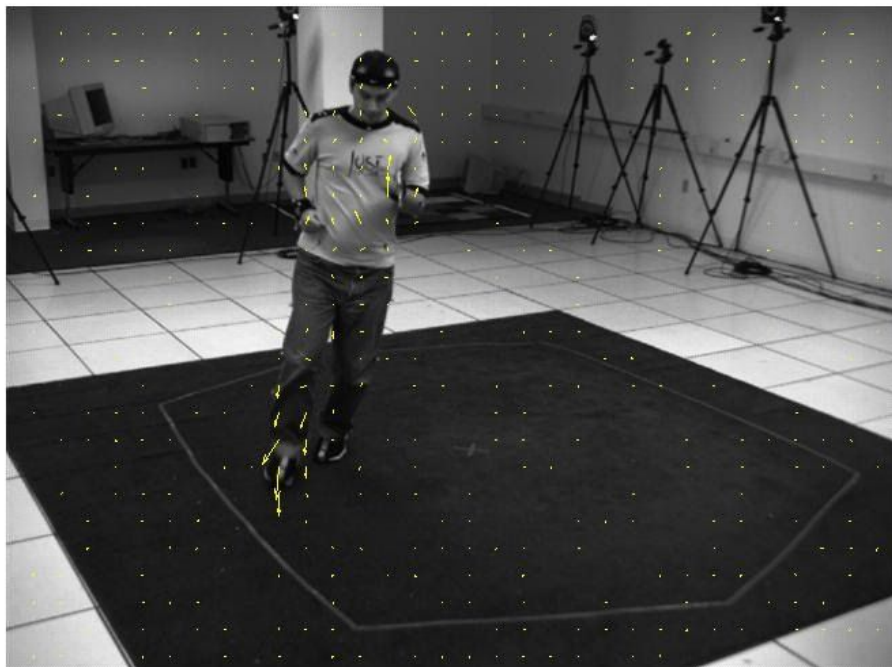
Utilizando una ventana de integración de 3x3 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 3.54 segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 73.37 segundos
- Ejemplo de ejecución:



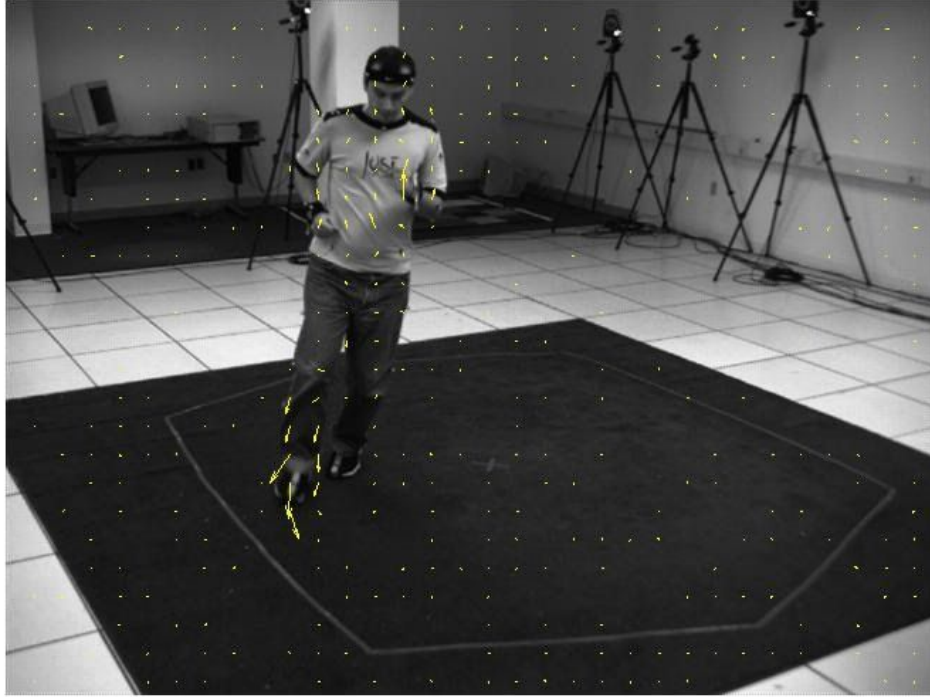
Utilizando una ventana de integración de 9x9 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 3.55 segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 71.93 segundos
- Ejemplo de ejecución:



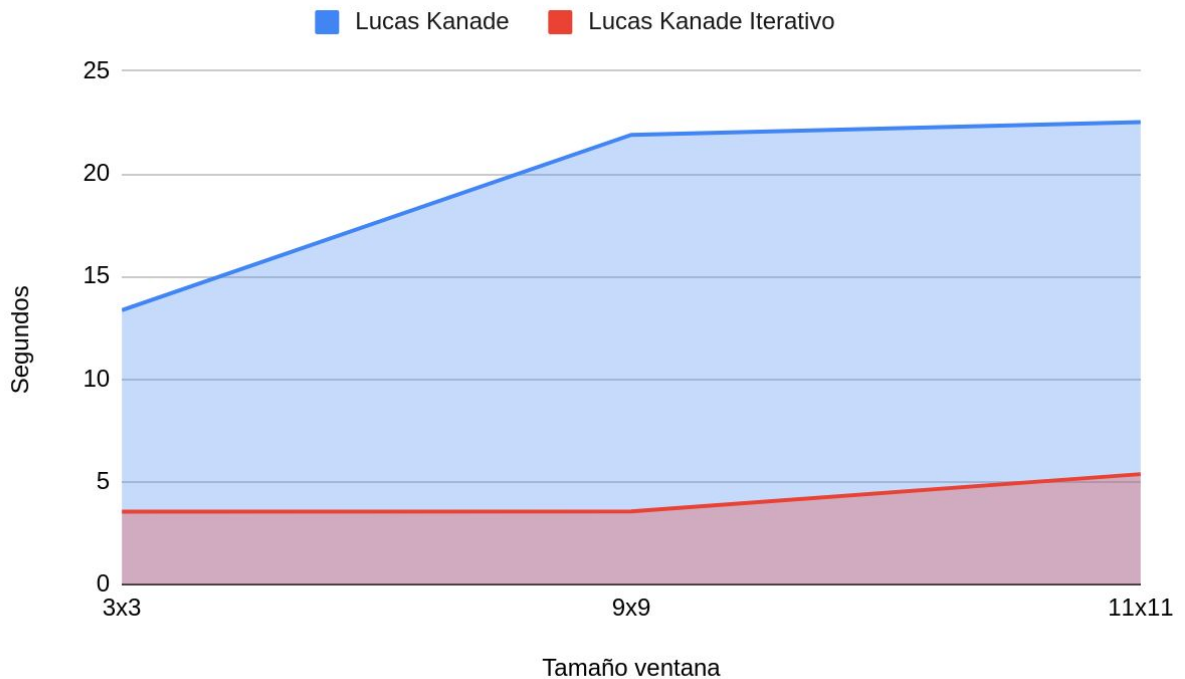
Utilizando una ventana de integración de 11x11 obtenemos los siguientes resultados:

- Tiempo medio de ejecución del método de Lucas Kanade: 5.37 segundos
- Tiempo total de ejecución de 20 imágenes: 110.89 segundos
- Ejemplo de ejecución:



Comparativa tiempos Lucas Kanade

Debido a la necesidad de resolver el sistema de ecuaciones en la primera implementación del método de Lucas Kanade el tiempo de ejecución es mucho más alto que en la segunda implementación.



Por otra parte, la segunda implementación no se ve afectada por el tamaño de la ventana de integración ya que las operaciones se realizan sobre toda la imagen.

Horn & Schunck

Para calcular el flujo óptico utilizando el método de Horn & Schunck seguiremos los siguientes pasos:

- Inicialización de los vectores u y v .
- Cálculo de las derivadas parciales en los frames utilizados.
- Suma de las derivadas parciales del primer frame con las del segundo frame.
- Diferencia de los dos frames.
- Inicialización de la máscara de promedio
- Hasta llegar al número máximo de iteraciones se realiza de forma iterativa:
 - Cálculo del valor promedio de la región
 - Cálculo del valor de u mediante la fórmula:
 - Cálculo del valor de v mediante la fórmula:
- Cálculo de los valores de u y v en la ventana de integración a partir de los sumatorios calculados anteriormente.
- Descarte de información para pintar por pantalla los valores del flujo óptico con la frecuencia indicada por el usuario.

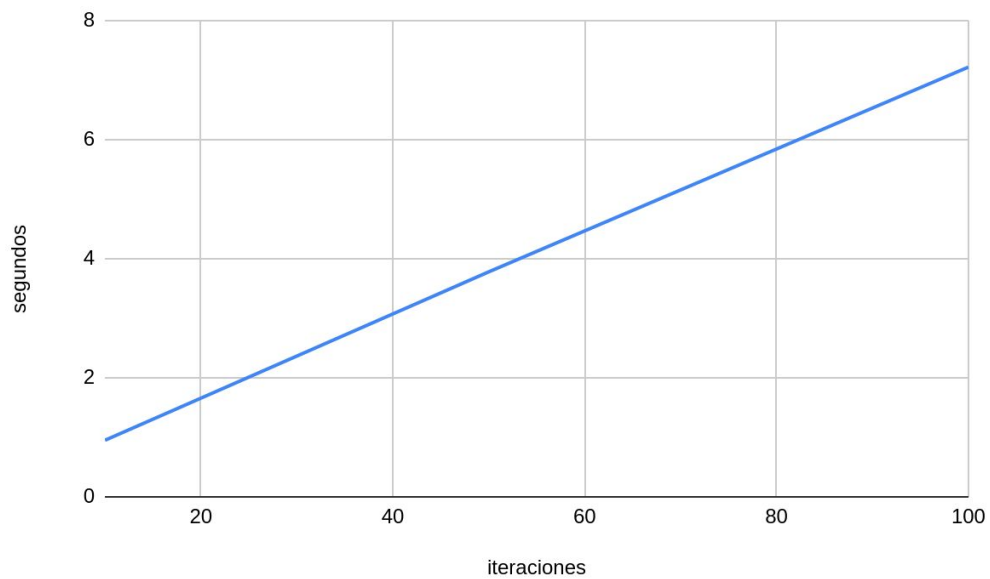
En esta implementación se puede variar el valor α de la fórmula y el número de iteraciones que se van a realizar.

Con esta implementación se han realizado diferentes pruebas:

- Secuencia de 20 imágenes del dataset Combo_4_(C4) de resolución 490x656:
 - $\alpha = 0,1$
 - Iteraciones = 10
 - Iteraciones = 50
 - Iteraciones = 100
 - $\alpha = 3$
 - Iteraciones = 10
 - Iteraciones = 50
 - Iteraciones = 100
 - $\alpha = 60$
 - Iteraciones = 10
 - Iteraciones = 50
 - Iteraciones = 100

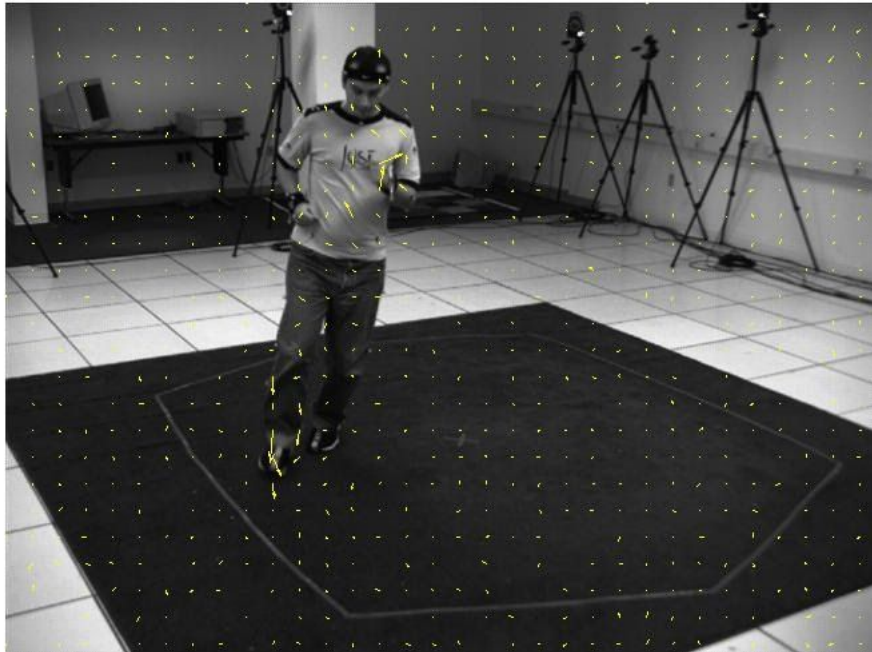
Combo_4_(C4)

Debido a que el valor de alpha no afecta al tiempo de ejecución podemos analizar el rendimiento fijándonos únicamente en el número de iteraciones.

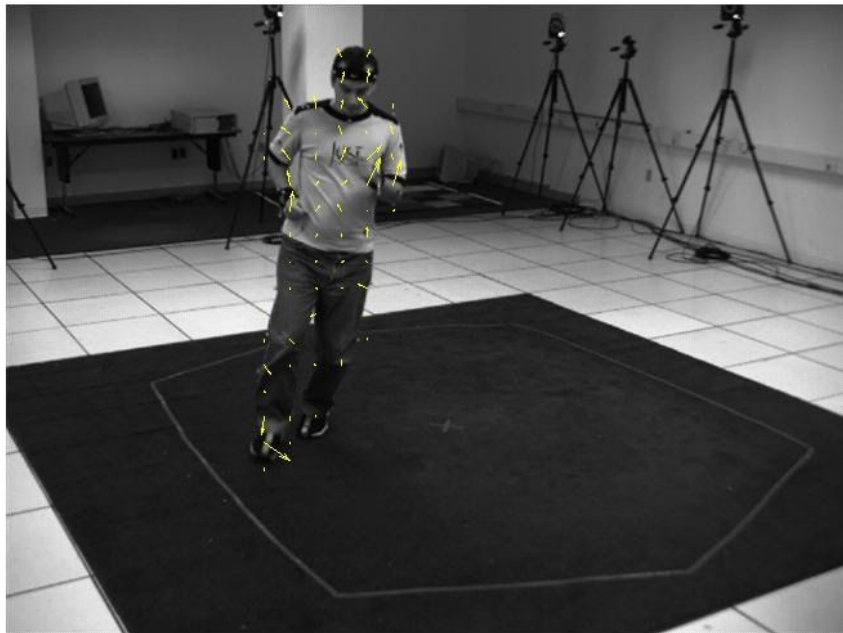


En cuanto al factor alpha podemos comprobar que cuanto mayor es su valor menos “ruido” aparece en la solución:

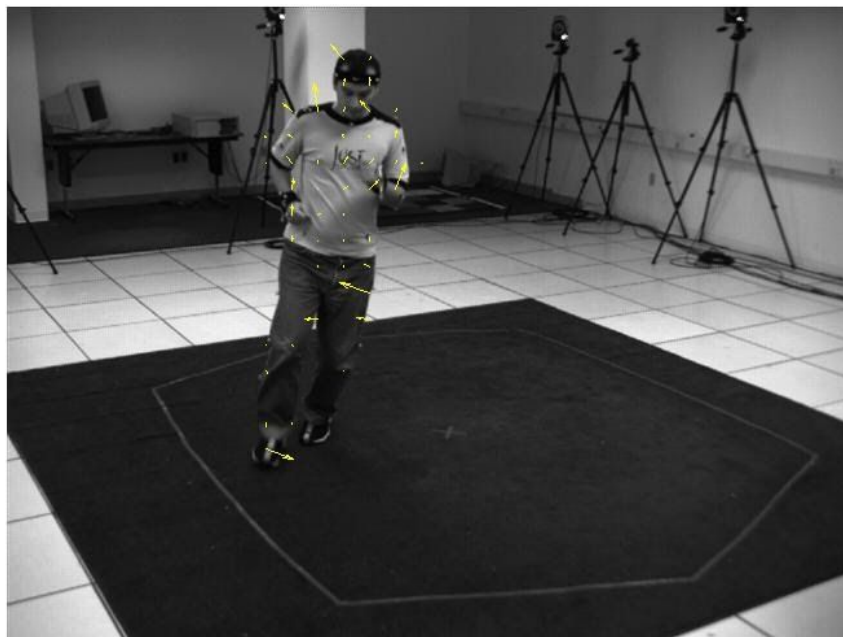
Alpha = 0.1



Alpha = 3



Alpha = 60



Conclusiones

En cuanto a rendimiento, como hemos podido comprobar, el método de Horn & Schunck es el que obtiene mejores tiempos de ejecución, mientras que el método de resolución de funciones de Lucas Kanade obtiene los peores.

Por otro lado, en cuanto a “calidad” de los resultados el método de Horn & Schunck también es el que nos aporta mejores resultados pudiendo eliminar el máximo posible de ruido a partir del valor de α .