

Lab 3 – Optical Flow

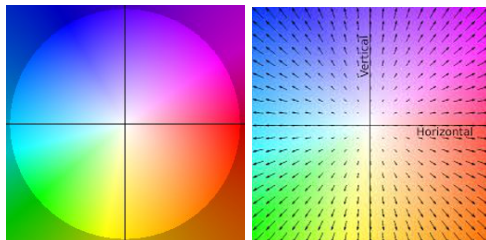
T2. Comment the obtained result. Is the estimated optical flow the expected one? Justify your answer.

Podemos ver que el flow map es correcto ya que nos muestra el movimiento entre las dos imágenes.

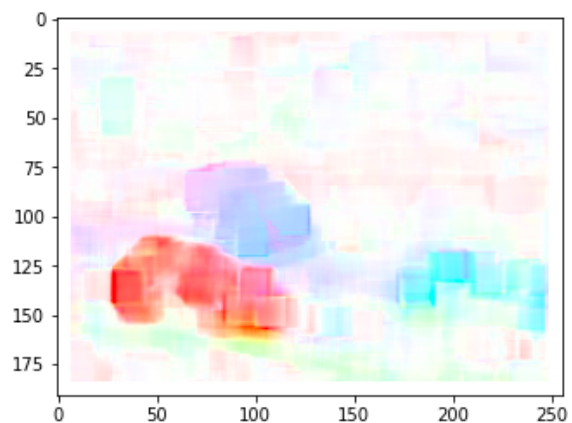


Frames consecutivos y su optical flow

En esta imagen de colores, la función `compute_color_flow_map` lo que hace es asignar un color a una dirección y en función de si es más largo o más corto el vector del optical flow tiene una intensidad más fuerte o mas floja, respectivamente. Siguiendo las imágenes:



Patrón de colores según la intensidad y dirección

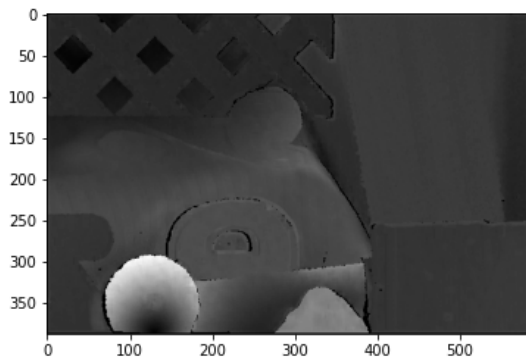


Optical flow de la imagen

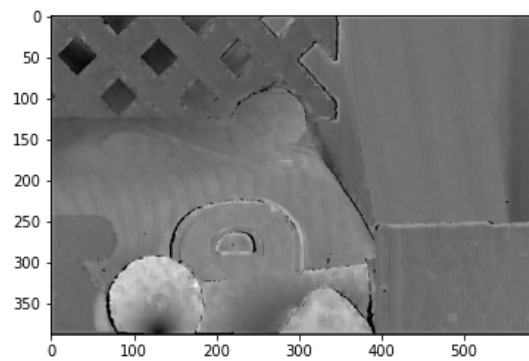
T4. Compare the estimated optical flows with the basic Lucas-Kanade algorithm for different patch size: 9×9 , 17×17 and 25×25 . Provide both a quantitative and qualitative comparison.

Ejecutamos el algoritmo de Lucas Kanade con 3 patches diferentes y calculamos el *endpoint error* (EPE) y el *angular error* (AE). Los resultados son los siguientes:

Patch 9x9:

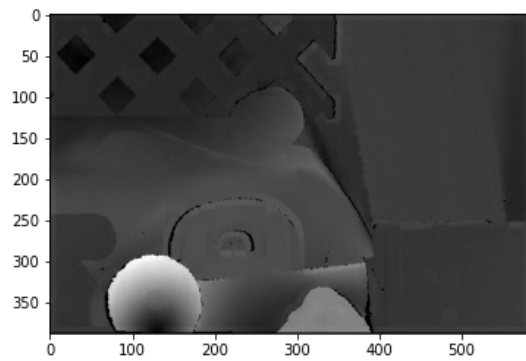


epe: 1.1148

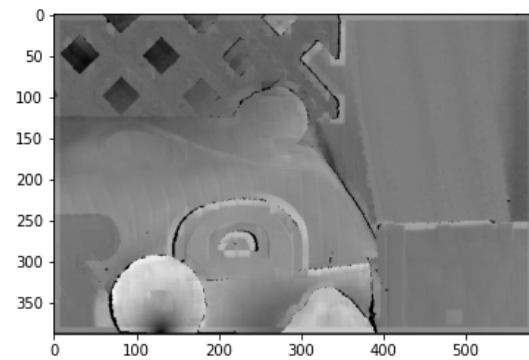


ae: 0.7323

Patch 17x17:

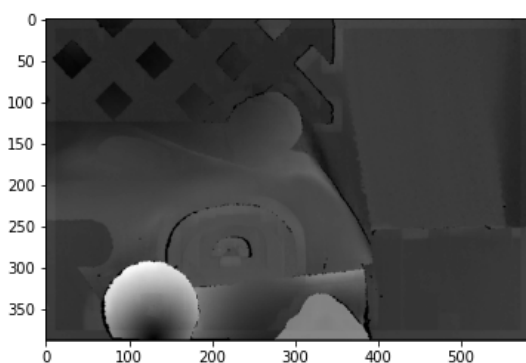


epe: 1.1215

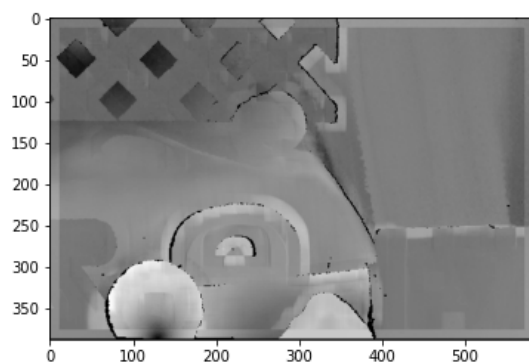


ae: 0.7389

Patch 25x25:



epe: 1.1287



ae: 0.7461

Vemos que cuando el patch es mayor, perdemos definición ya que un patch más grande no coge tanta información como uno pequeño. Si nos fijamos en las imágenes del patch 9x9, vemos más detallados los objetos en comparación con las otras imágenes, que las vemos de una forma más difuminada y ‘smooth’.

Numéricamente podemos observar que el error aumenta cuando usamos un patch más mayor, por tanto, confirmamos que cuando el patch es más grande, vemos un error más significativo en las imágenes obtenidas.

T5. Compute and visualize the R value at every pixel. Comment the results you obtain.

Para calcular R utilizamos la fórmula vista en teoría:

$$R = \lambda_1 \lambda_2 - k(\lambda_1 + \lambda_2)^2 = \det(M) - k \operatorname{tr}(M)^2$$

Fórmula para calcular R

Sabemos que el *Harris Corner Detector* extrae los bordes de una imagen. Si nos fijamos en la imagen R , veremos los puntos donde hay diferentes direcciones de nuestra imagen principal. Esta imagen R la hemos creado a partir de las matrices de los *eigenvalues*. El resultado es el siguiente:

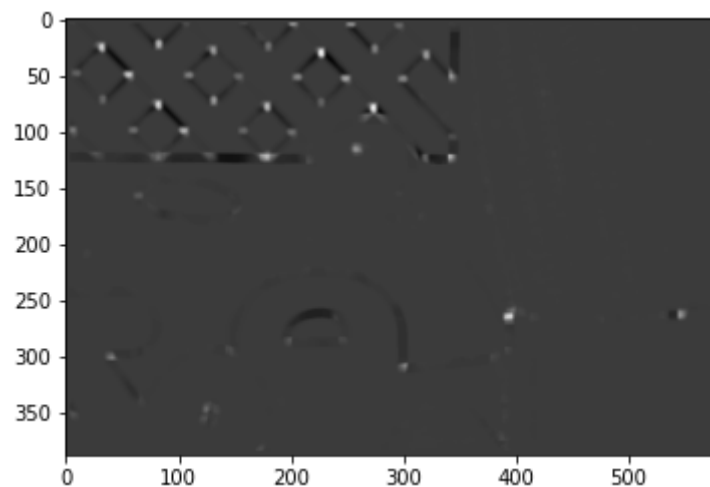
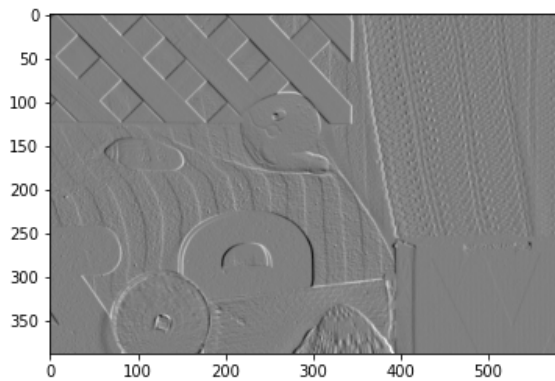


Imagen resultante del cálculo de R

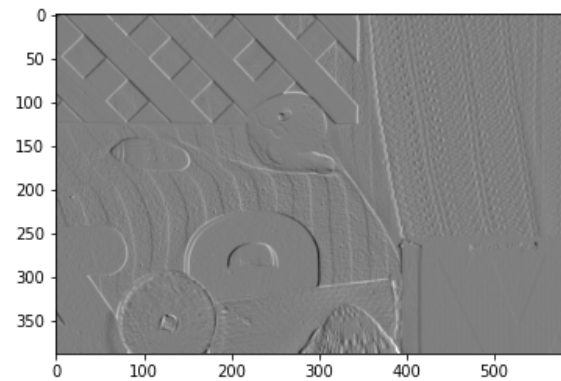
T8. Use and adapt the following code to calculate the difference of the two consecutive frames and the difference of one frame and the other frame warped with the estimated flow. Analyze and comment both results.

Los resultados obtenidos son los siguientes:



Max diff: 144 / Min diff: -108

Imagen resultante de la diferencia entre dos frames consecutivos



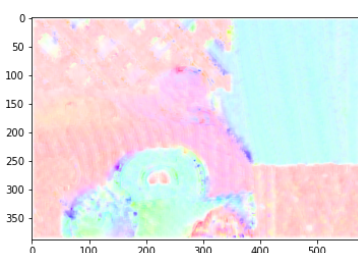
Max diff: 144 / Min diff: -92

Imagen resultante de la diferencia entre dos frames consecutivos, uno de ellos *warped*

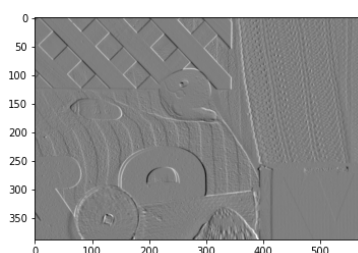
Podemos observar que las dos imágenes son muy similares entre ellas y la diferencia entre frames es prácticamente la misma, por tanto, podemos afirmar que es una buena aproximación. Ya que visualmente casi no se puede apreciar la diferencia, pero numéricamente vemos que la diferencia mínima varía unos 15 valores.

T9. Vary the input parameters in the `pyr_lucas_kanade_of`. Analyze the effect of each parameter.

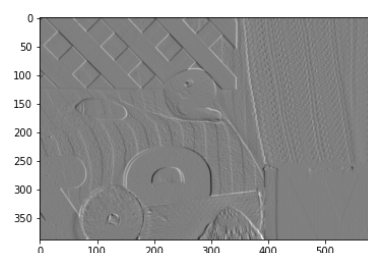
patch_size = 7, scales = 2, warpings = 1 (referencia)



optical flow

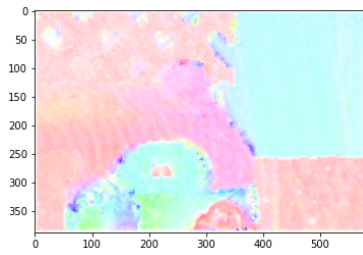


Two consecutive frames:
Max diff: 144
Min diff: -108

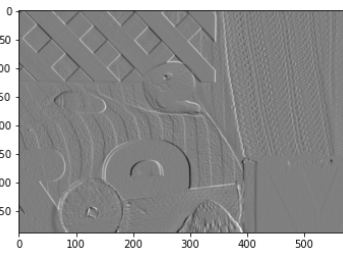


One frame and frame warped:
Max diff: 144
Min diff: -92

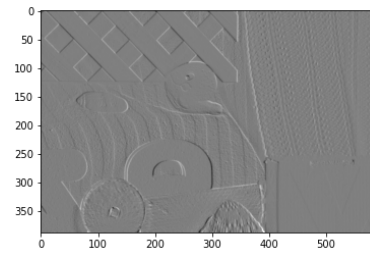
patch_size = 7, scales = 2, warpings = 3



optical flow

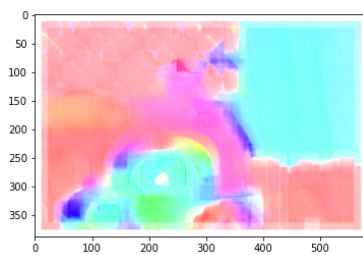


Two consecutive frames:
Max diff: 144
Min diff: -108

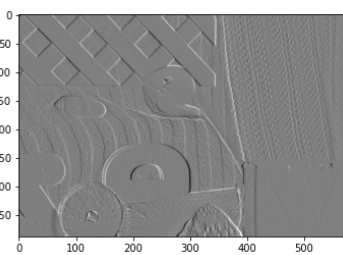


One frame and frame
warped:
Max diff: 144
Min diff: -82

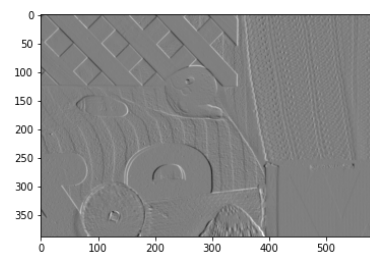
patch_size = 25, scales = 2, warpings = 1



optical flow

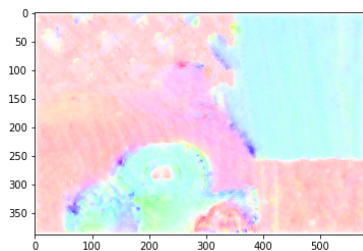


Two consecutive frames:
Max diff: 144
Min diff: -108

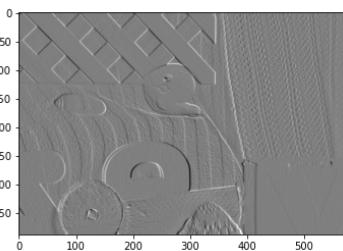


One frame and frame
warped:
Max diff: 144
Min diff: -93

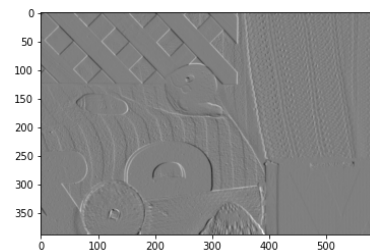
patch_size = 7, scales = 3, warpings = 1



optical flow



Two consecutive frames:
Max diff: 144
Min diff: -108



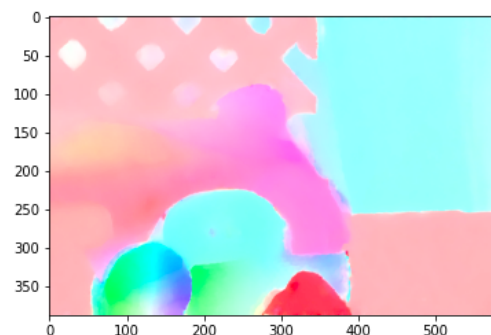
One frame and frame
warped:
Max diff: 144
Min diff: -86

Analizando los resultados después de variar los diferentes parámetros, podemos observar que el cambio más significativo a simple vista es al cambiar el patch size. Al aumentarlo, vemos como la intensidad del optical flow aumenta por lo tanto pierde detalle del movimiento y es por eso que crea una intensidad mayor de la que realmente es.

Si aumentamos los warpings vemos que la diferencia del frame de una imagen con el frame warped difiere significativamente en la diferencia mínima.

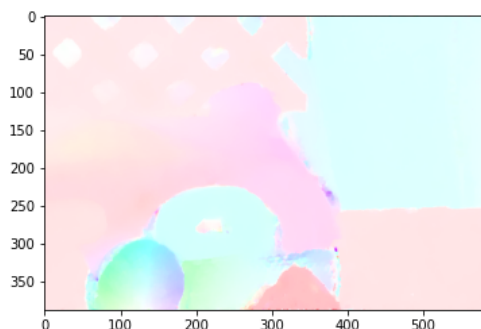
T10. Execute the following cell to estimate and visualize the estimated flow with the TV-L1 method. Compare, both quantitatively and qualitatively, the new result with the previous ones. How does the value of λ affect the result?

El resultado aproximado del flow usando el método TV-L1 con $\lambda=0.15$ es el siguiente:

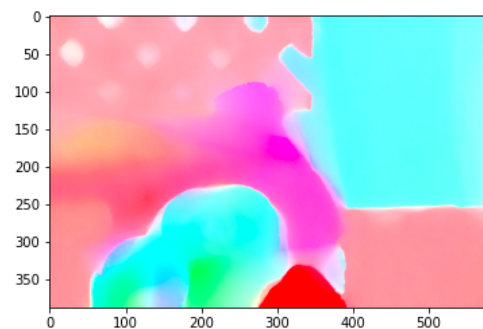


Optical flow con el método TV-L1 con $\lambda=0.15$

Ahora vamos a modificar el valor de la lambda para ver cómo afecta a la imagen final.



$\lambda=0.5$

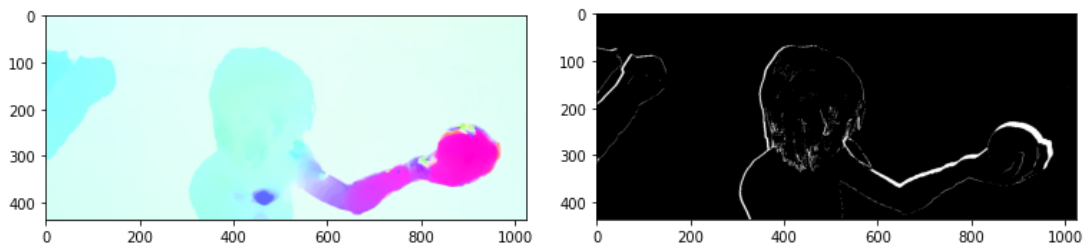


$\lambda=0.05$

Analizando los resultados de forma visual, vemos que con una lambda más pequeña, la intensidad de los colores disminuye aunque seguimos viendo con claridad los objetos de la imagen. En cambio, con una lambda más grande, cuesta más diferenciar los objetos ya que se mezclan un poco entre ellos. Por lo tanto, traduciendo esto a la forma numérica, podemos decir que cuando mayor es lambda los vectores del optical flow son más pequeños y capta mejor los detalles y el movimiento entre frames, y por lo contrario, cuando disminuimos lambda vemos que al tener mayor intensidad los vectores tendrán mayor tamaño y no se diferencia el movimiento entre frames.

T11. Use the two frames from Sintel (below) and the TV-L1 estimated flow on these frames to evaluate the forward-backward consistency at each pixel. Compare the result with the image images/Sintel/occlusions_frame_0016.png and comment your observations.

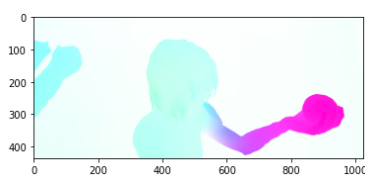
Aquí podemos ver el resultado obtenido de calcular el optical flow entre dos frames y las oclusiones que forman los dos frames:



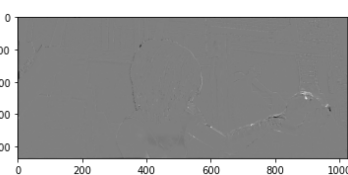
Es por eso que se observa la mano de color rosado ya que es lo que se mueve en la imagen y crea oclusion y tambien el cuerpo y por eso está de color azul claro porque se puede apreciar algo de movimiento en él, pero no de la misma intensidad que el brazo.

T12. Warp the second frame according to the estimated flow and also to the ground truth flow (images/Sintel/frame_0016.flo). Compare and comment the results in both cases.

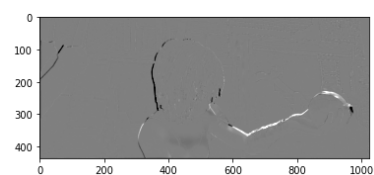
En este apartado vemos de una manera más numérica si el resultado anterior se acercaba al optical flow del ground truth. Es por eso que comparamos el segundo frame con el flow estimado y el segundo frame con el ground truth flow. Es por eso que en la imagen del centro vemos que la diferencia es mínima, pero en cambio al compararlo con el ground truth vemos que difiere bastante.



optical flow del ground truth



2nd frame and the
estimated flow:
Max diff: 173
Min diff: -172



2nd frame and the ground
truth flow:
Max diff: 194
Min diff: -249