

# Deformación de objetos

Dan Casas

# Deformación de objetos

## 1. Deformación de objetos

Simular el proceso **físico** que supone la deformación puede ser computacionalmente muy costoso



# Deformación de objetos

## 1. Deformación de objetos

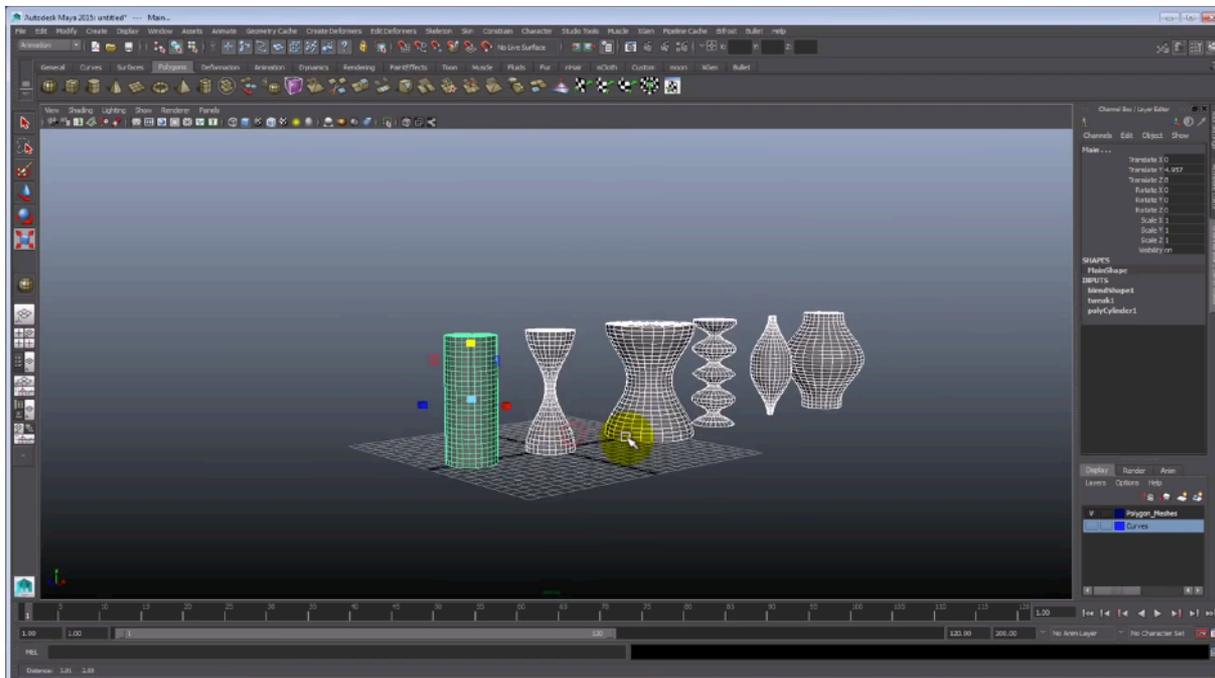
Simular el proceso **físico** que supone la deformación puede ser computacionalmente muy costoso



# Deformación de objetos

## 1. Deformación de objetos

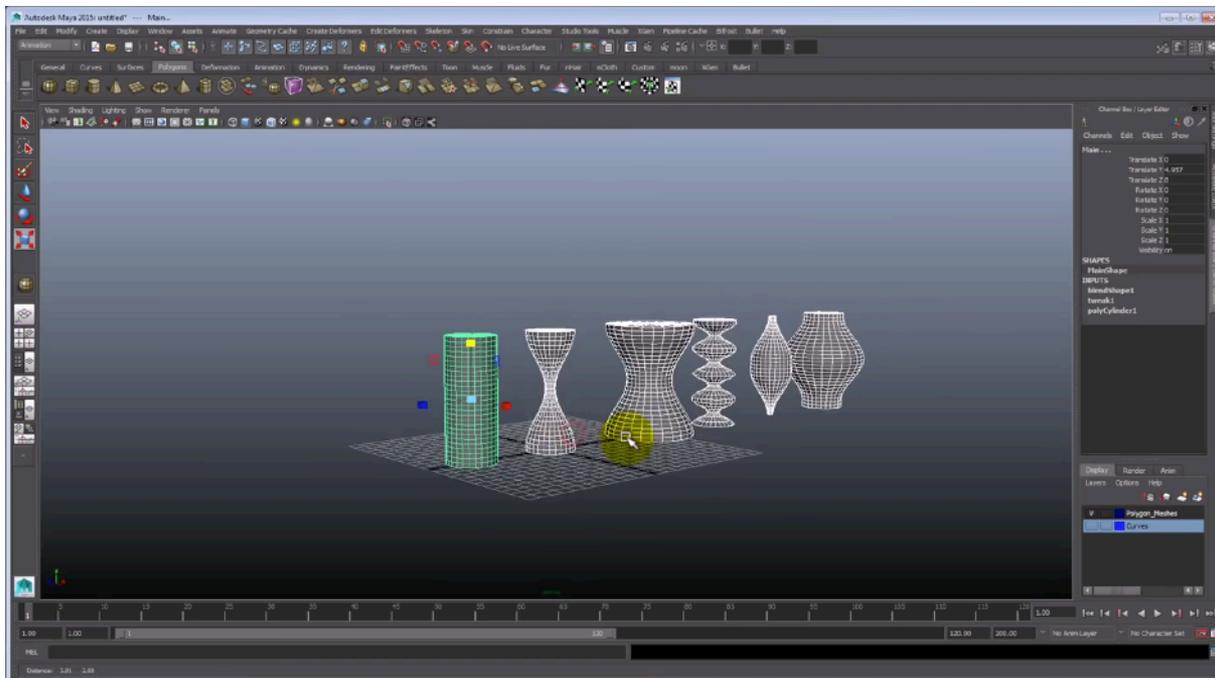
Si el programador quiere deformar el objeto directamente, define formas clave. Aquellas formas que conserven lados/ partes de conectividad de forma, pueden ser interpolados en base a los vértices que se conservan, para que se pueda definir una transición suave entre las dos formas.



# Deformación de objetos

## 1. Deformación de objetos

Si el programador quiere deformar el objeto directamente, define formas clave. Aquellas formas que conserven lados/ partes de conectividad de forma, pueden ser interpolados en base a los vértices que se conservan, para que se pueda definir una transición suave entre las dos formas.



# Deformación de objetos

## 2. Coordinate grid deformation

Una técnica para la deformación de la forma de un objeto es la free-form deformation FFD. Encerrando un objeto en un superficie y deformando la superficie que lo encierra.

Se sitúa un sistema de coordenadas locales que englobe el área del objeto que va a ser distorsionado.

Si bien el objeto está definido con sus vértices en coordenadas globales, es más intuitivo determinar la deformación respecto a un sistema solidario al objeto que se deforma.

# Deformación de objetos

## 2. Coordinate grid deformation

Previamente al desarrollo de FFD, todas las deformaciones tuvieron que realizarse directamente en un objeto. Sin embargo, la técnica de FFD incrusta un objeto en un espacio que es deformado.

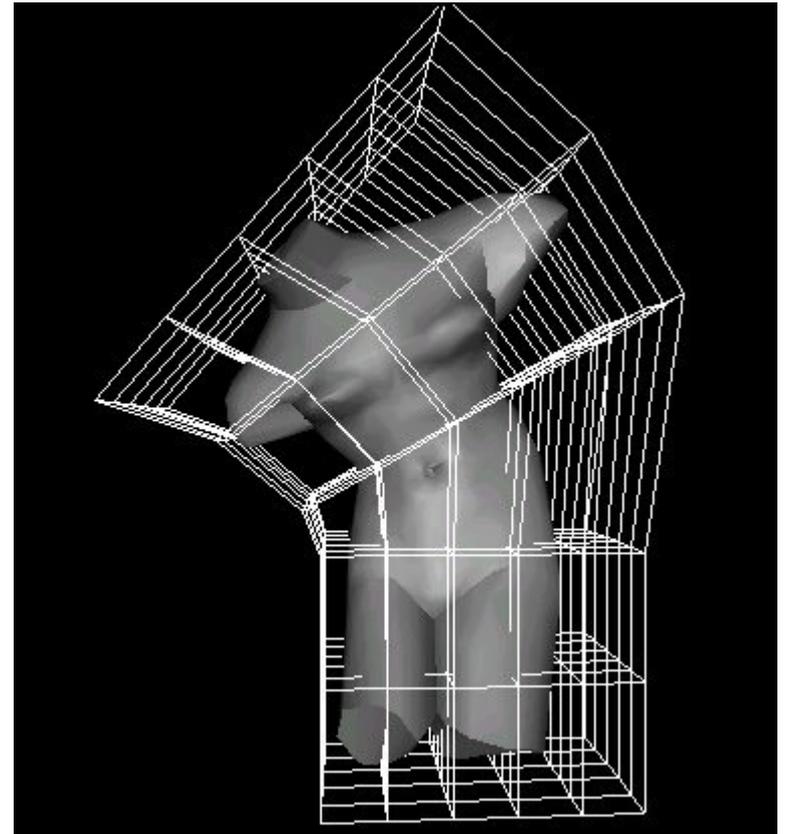
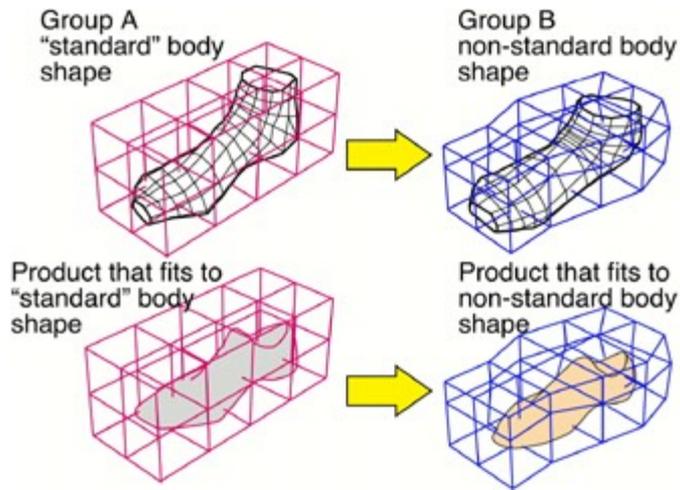
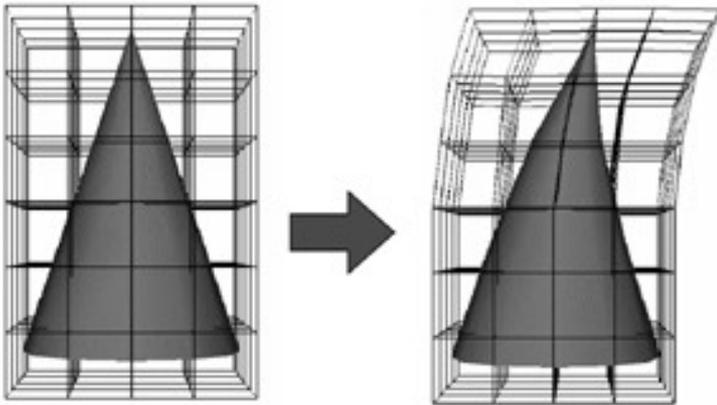
La analogía más comúnmente utilizada para un FFD es considerar un objeto incrustado en un paralelepípedo de plástico flexible. Si se deforma la estructura reticular, también se deformará el objeto dentro de la celosía.

La estructura de la red se compone de hyperpatches Bezier tricúbicos. Un hyperpatch se especifica por un grid tridimensional de 64 puntos de control  $P_{ijk}$  y define un volumen de espacio.

# Deformación de objetos

## 2. Coordinate grid deformation

Al mover los puntos del grid de control, el objeto 3D se deforma suavemente



# Deformación de objetos

## 2. Coordinate grid deformation

- <http://hecodes.com/2016/07/mesh-manipulation-using-mean-values-coordinates-in-three-js/>
- <https://lucasmajerowicz.github.io/threejs-ffd/app/>

-

# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.

Es el proceso de modificar una imagen u objeto por deformación del mismo, como si fuera elástico, que utiliza métodos de interpolación para lograrlo.

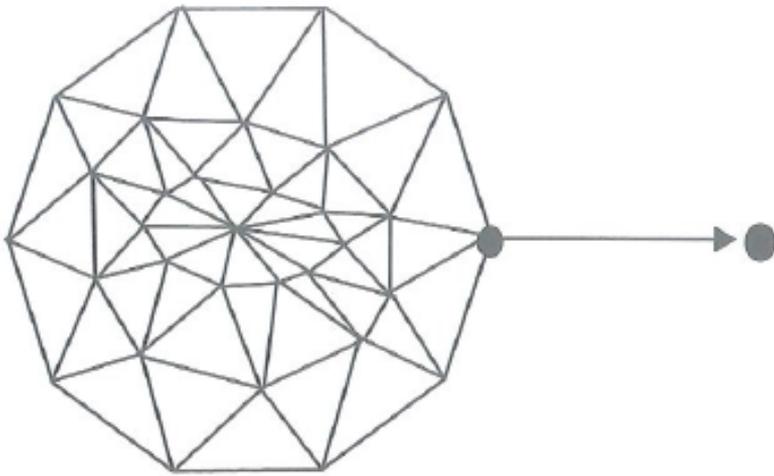
Una de las deformaciones más sencillas de la forma de un objeto es el desplazamiento de un único vértice que llamamos vértice semilla.

Después propagamos el desplazamiento a los vértices adyacentes por toda la superficie, atenuando el desplazamiento del vértice original.

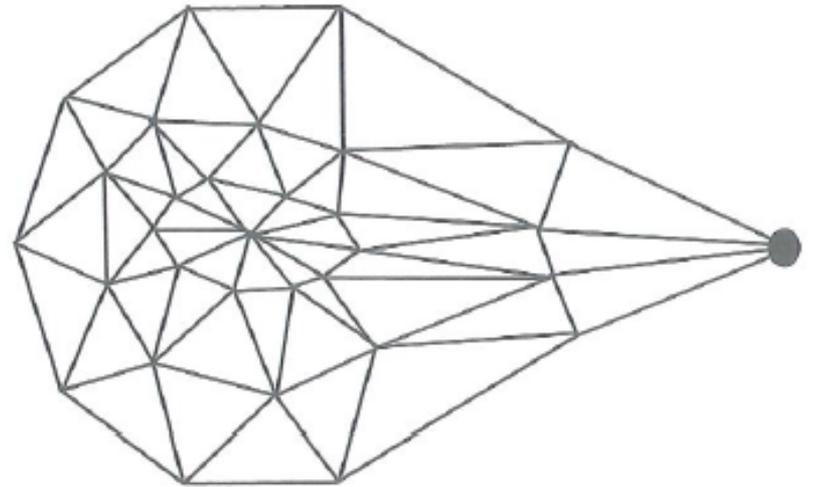
La atenuación puede realizarse por ejemplo con una función proporcional a la distancia del vértice a tratar con el vértice semilla.

# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.



Displacement of seed vertex



Attenuated displacement propagated to adjacent vertices.

# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.

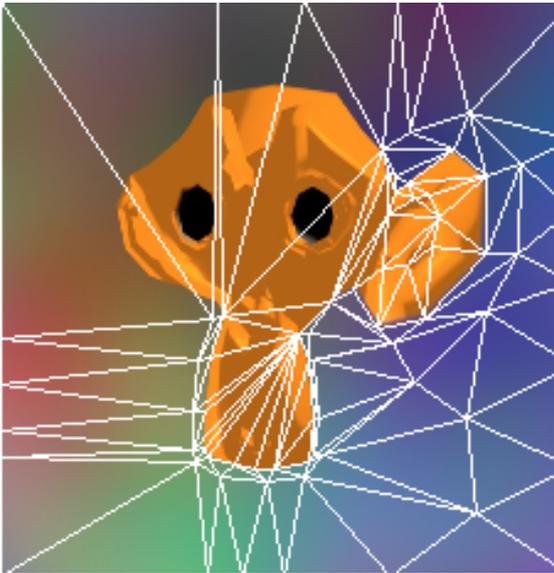
Estas compresiones y estiramientos buscan definir la transformación deseada en una zona localizada del objeto.

Matemáticamente hablando, el warping tiene como base el concepto de mapeo o de transformación de un conjunto en otro, en muchas ocasiones sólo a nivel local.

Ejemplo. En la figura siguiente hemos desplazado únicamente los puntos correspondientes al borde de la oreja del modelo, manteniendo el resto de elementos de control en su posición original. El resultado de la deformación al completar el ciclo de animación será el siguiente.

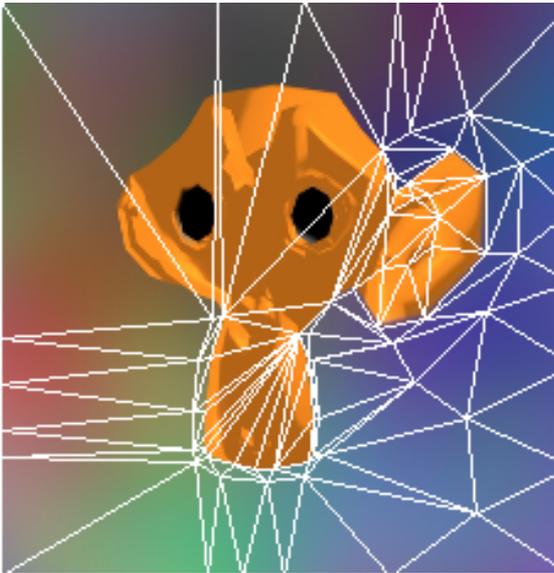
# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.



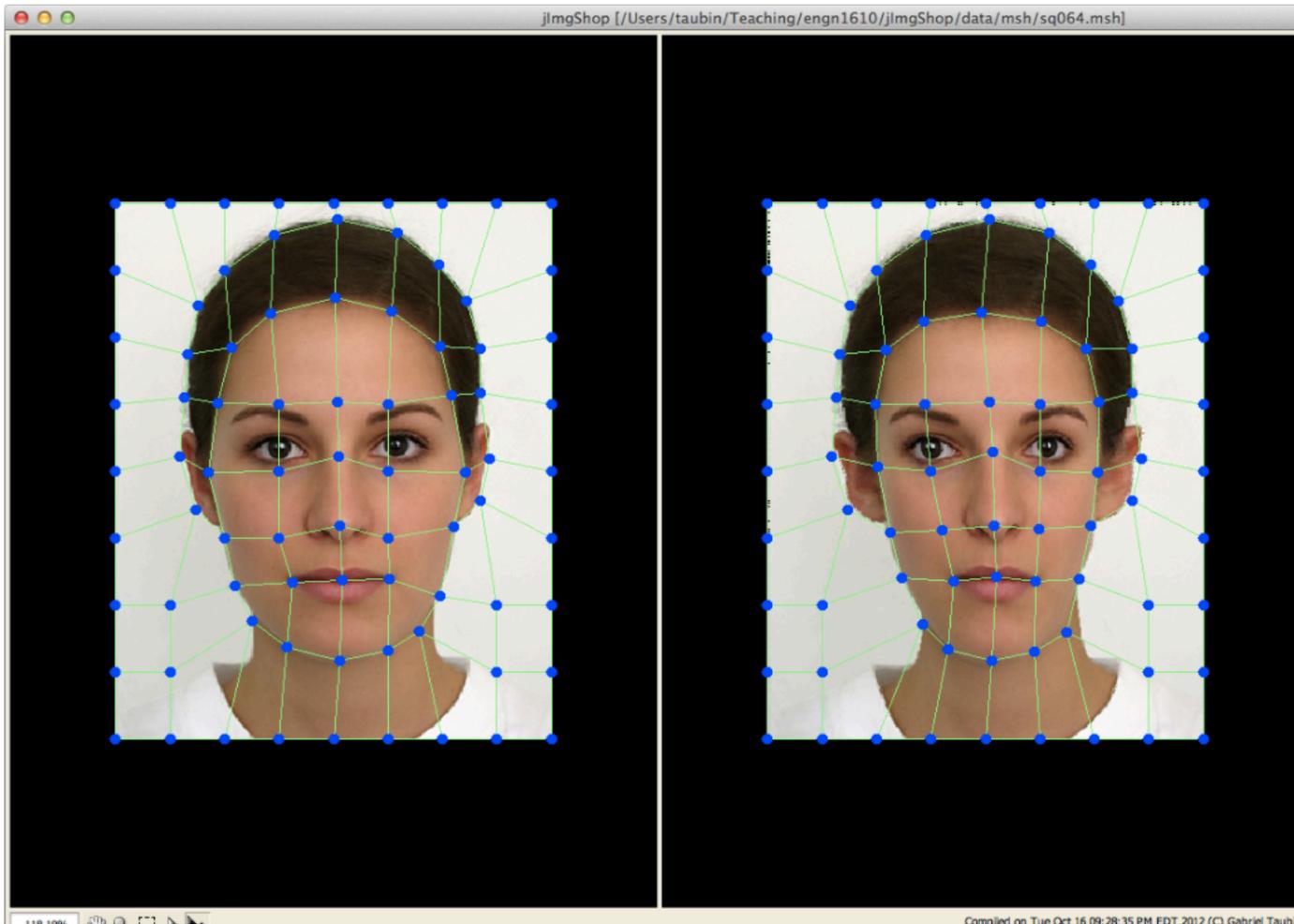
# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.



# Deformación de objetos

## 3. Warping un objeto.



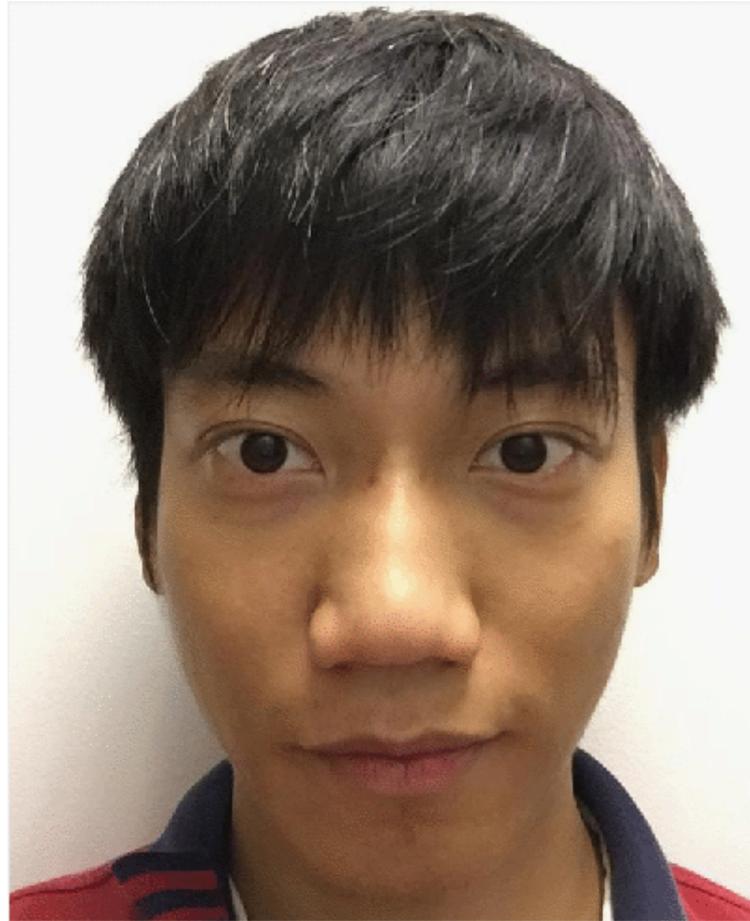
# Deformación de objetos

## 4. Morphing



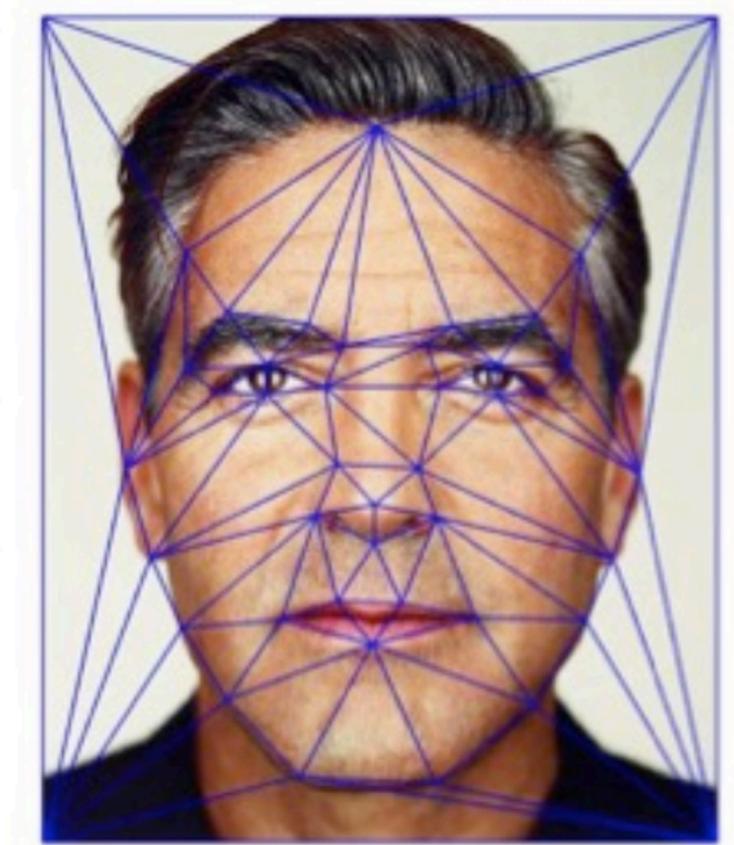
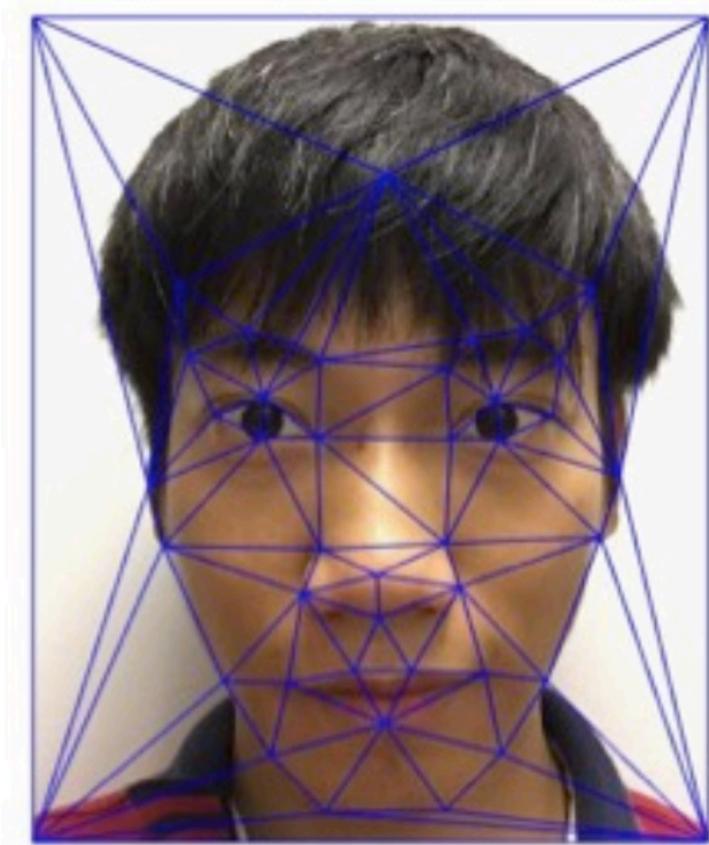
# Deformación de objetos

## 4. Morphing



# Deformación de objetos

## 4. Morphing



# Delaunay triangulation

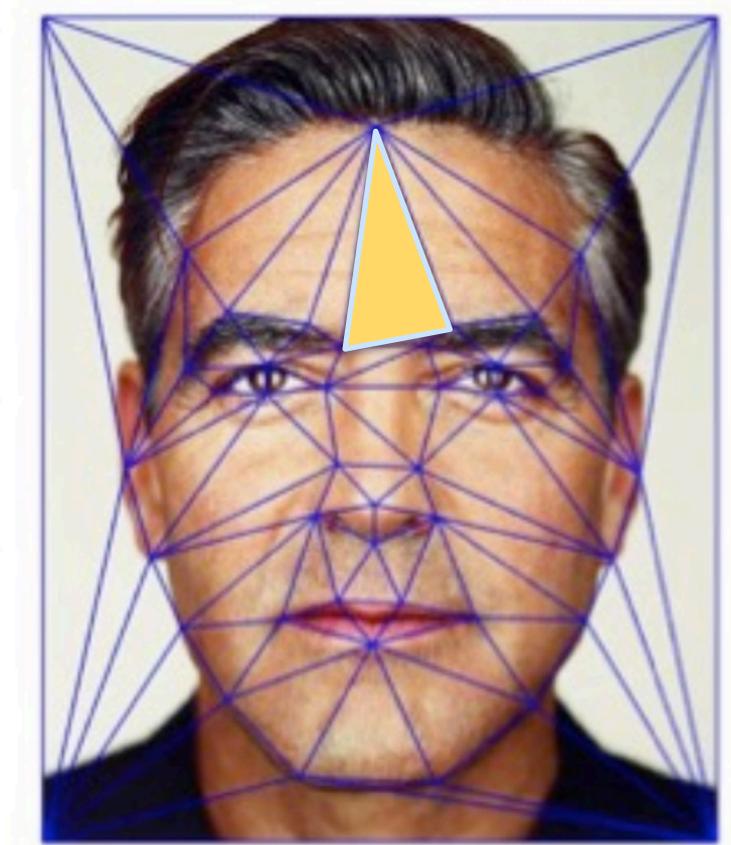
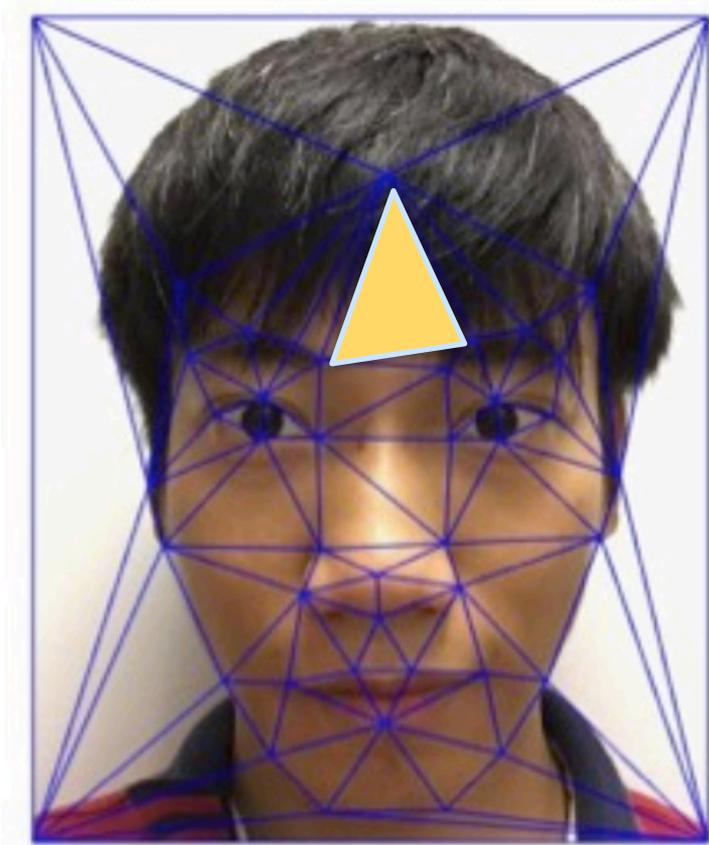


# Delaunay triangulation



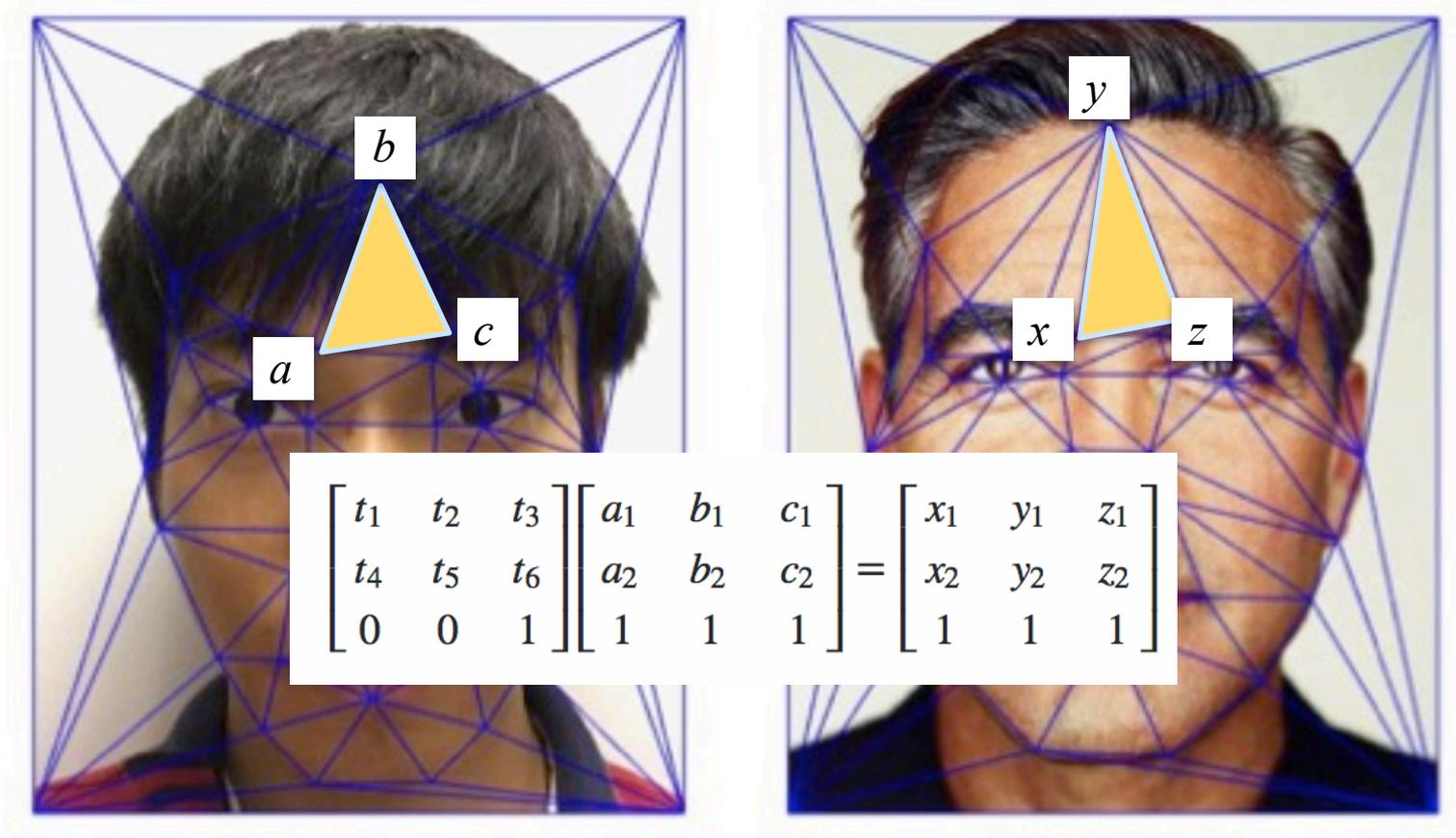
# Deformación de objetos

## 4. Morphing



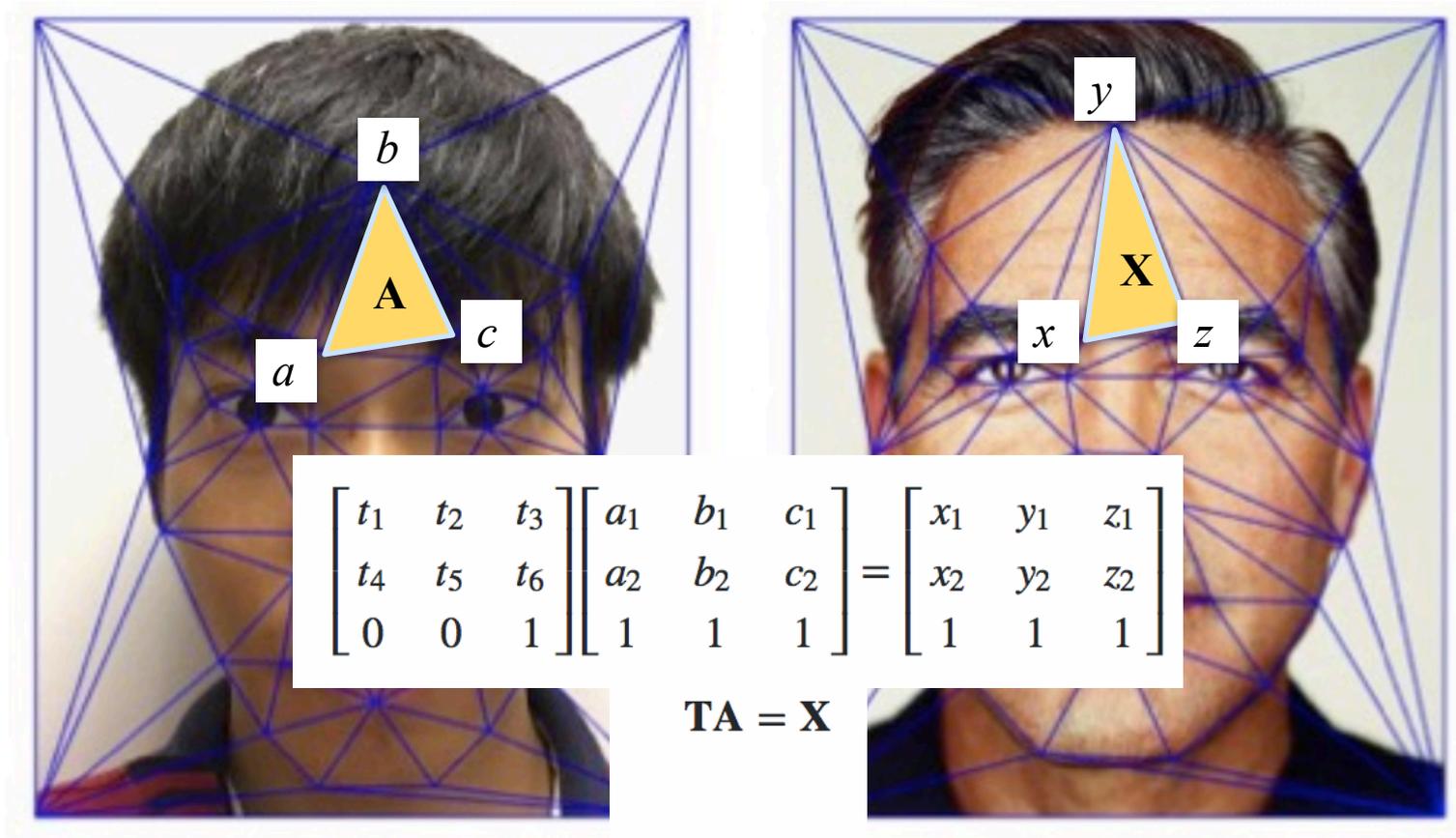
# Deformación de objetos

## 4. Morphing



# Deformación de objetos

## 4. Morphing

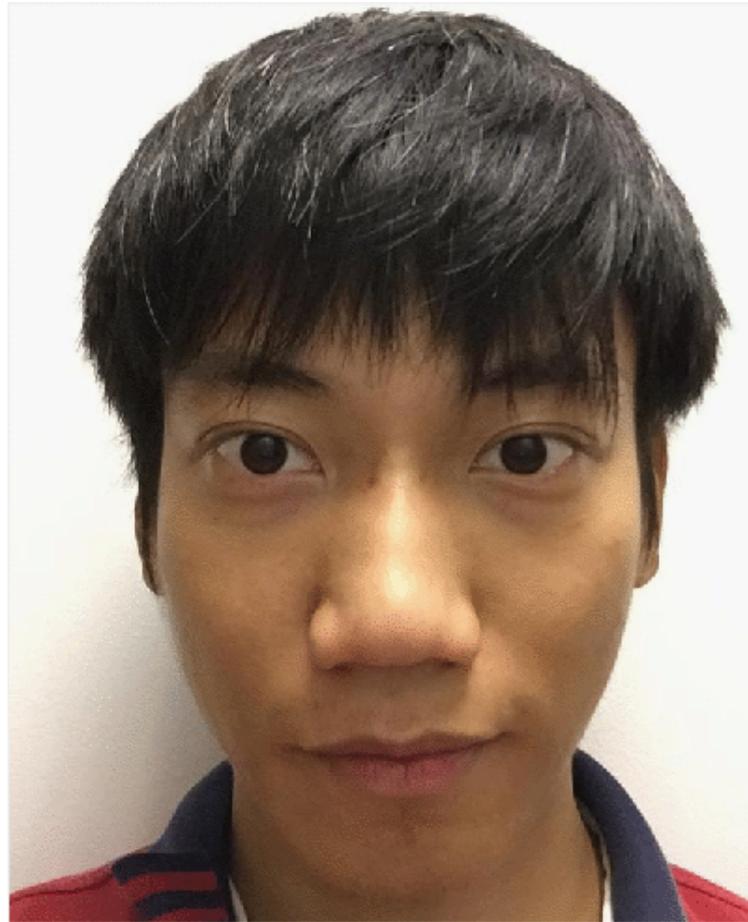


$$\mathbf{T} = \mathbf{XA}^{-1}$$

$\mathbf{T}$  es una matriz  
de transformación afín

# Deformación de objetos

## 4. Morphing



<https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs194-26/fa15/upload/files/proj5/cs194-bf/>

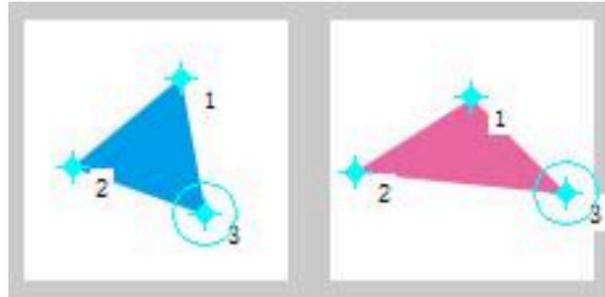
# Deformación de objetos

## 4. Morphing

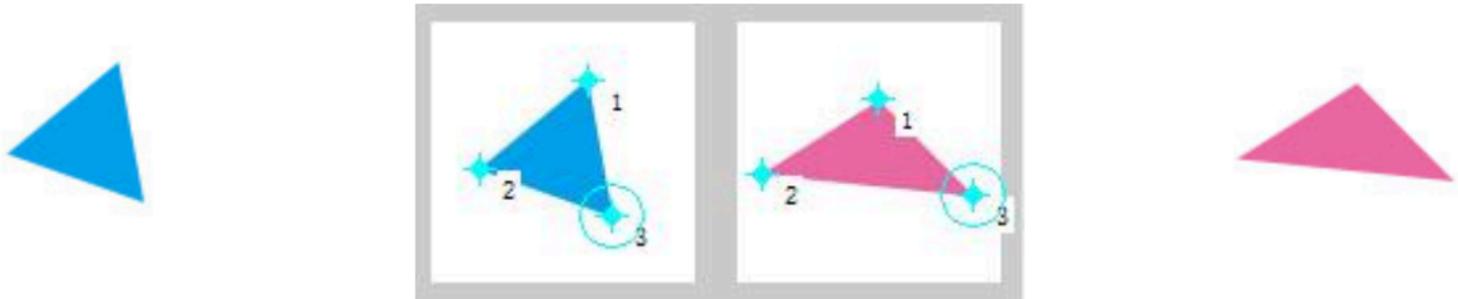


<https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs194-26/fa15/upload/files/proj5/cs194-bf/>

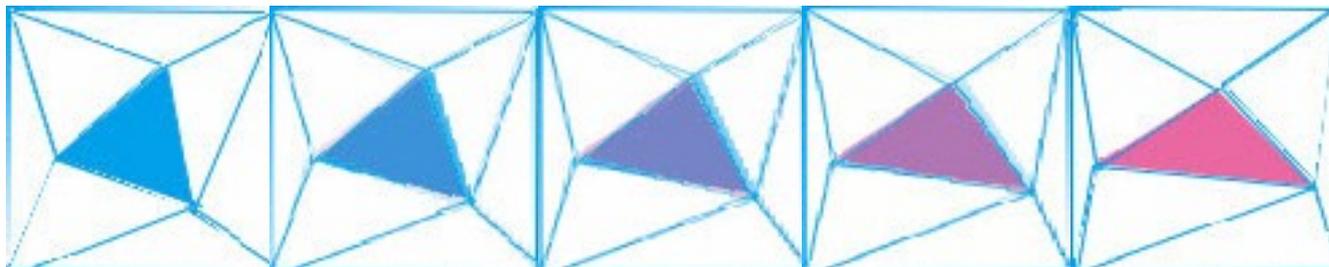
# Deformación de objetos



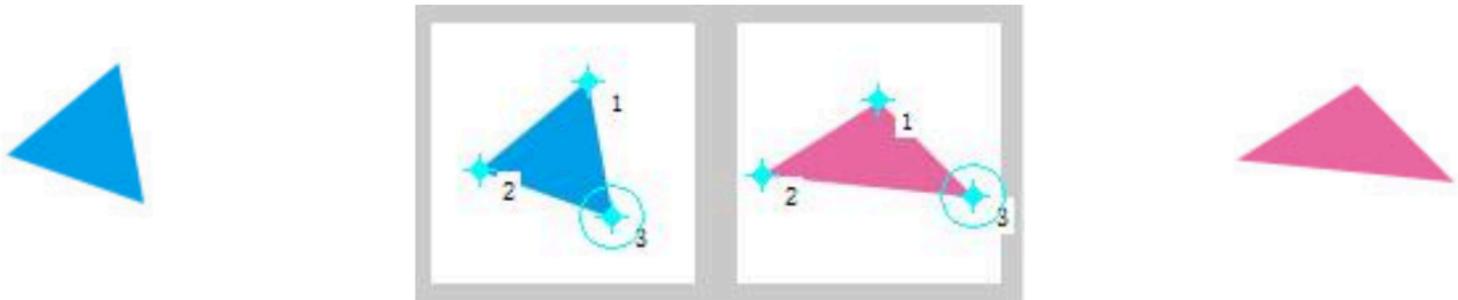
# Deformación de objetos



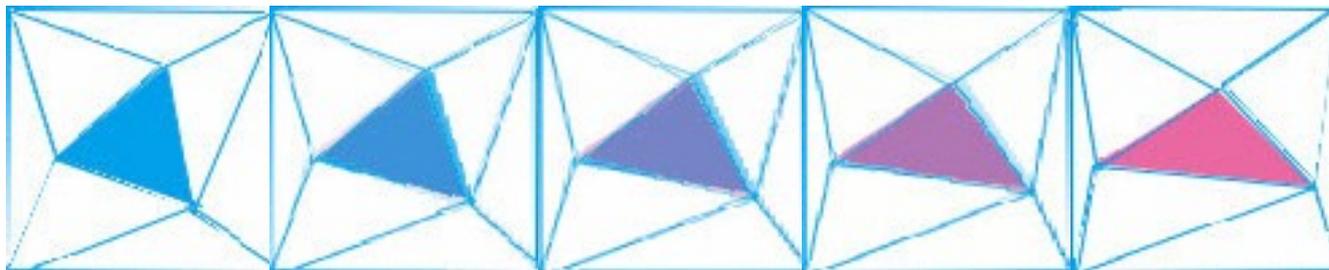
warping



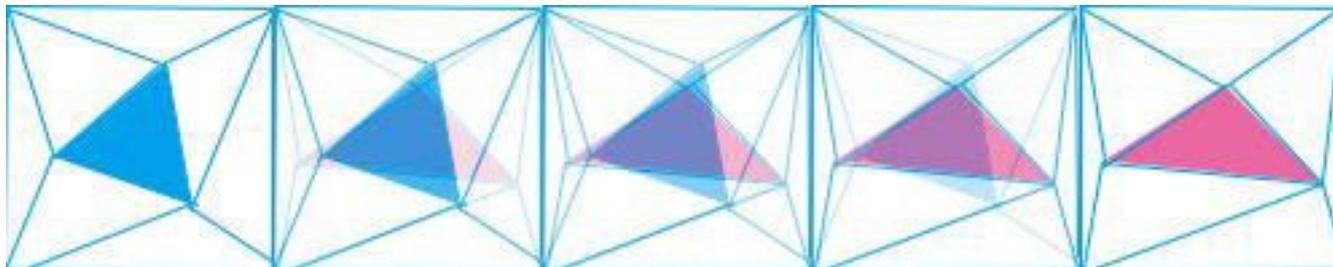
# Deformación de objetos



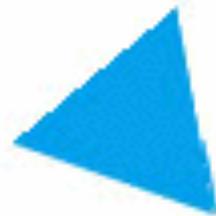
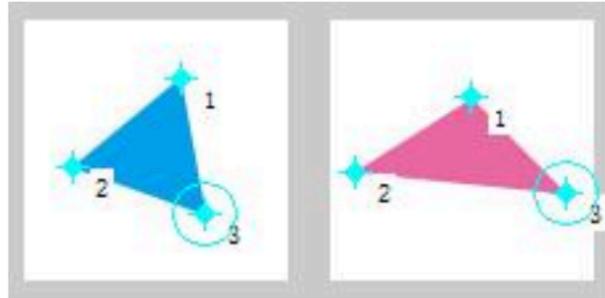
warping



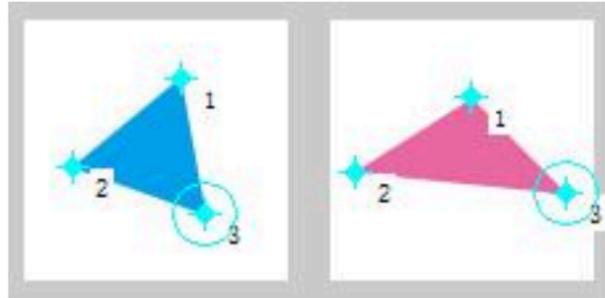
linear interpolation



# Deformación de objetos

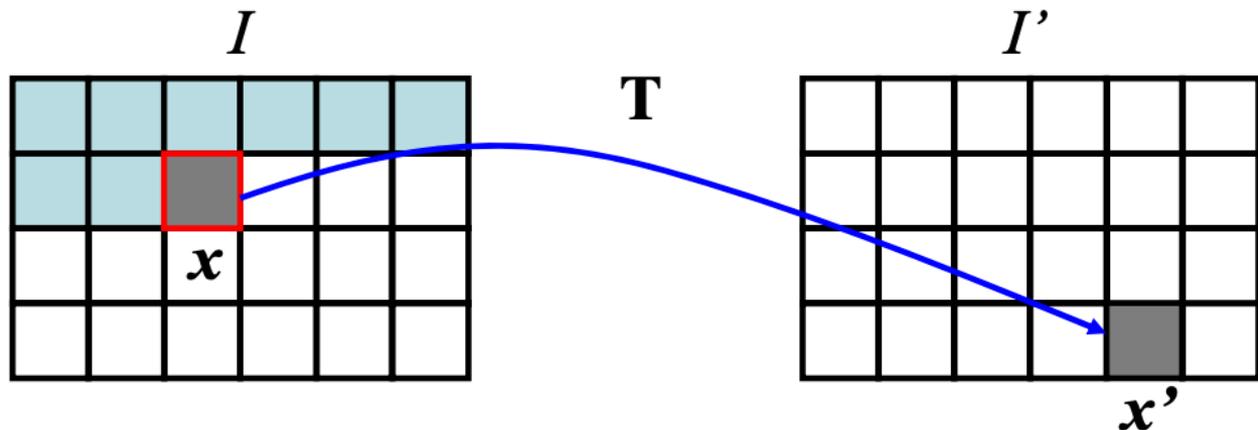


# Deformación de objetos



# Forward warping

```
fwarp(I, I', T)
{
  for (y=0; y<I.height; y++)
    for (x=0; x<I.width; x++) {
      (x', y') = T(x, y);
      I'(x', y') = I(x, y);
    }
}
```



# Backward warping

```
iwarp(I, I', T)  
{  
  for (y=0; y<I'.height; y++)  
    for (x=0; x<I'.width; x++) {  
      (x,y)=T-1(x',y');  
      I'(x',y')=I(x,y);  
    }  
}
```

