



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA DE INGENIERÍA EN COMPUTADORES

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES

Interpolación Bilineal

Estudiantes:

Arturo CÓRDOBA V.
Fabián GONZÁLEZ A.
Erick CARBALLO P.
Sebastián MORA R.

Profesor:

PhD. Juan Pablo SOTO

25 de mayo de 2020

1. Interpolación Bilineal

El método de interpolación bilineal es una prolongación del método de interpolación lineal, que permite interpolar funciones de dos dimensiones o variables.

El algoritmo consiste en realizar dos interpolaciones lineales en una de las dimensiones, y luego una interpolación lineal en la otra a partir de los resultados obtenidos en las dos anteriores operaciones. Se debe destacar que no importa en cuál de las dos dimensiones se empiece, ya que el resultado es el mismo empezando en una dimensión o en la otra.

La idea principal es que se quiere encontrar el valor de un píxel "faltante", donde su valor es cercano a 0, con el cual conociendo cuatro puntos o píxeles de su vecindario, se aplica el algoritmo de interpolación bilineal.

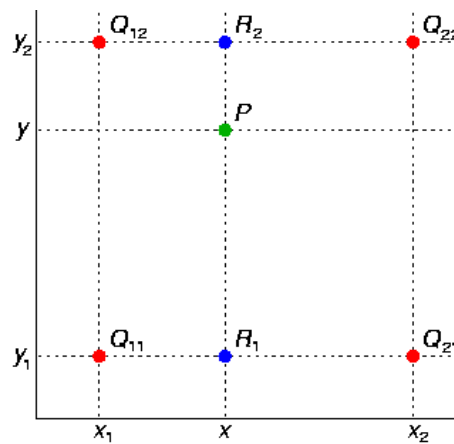


Figura 1: Interpolación Bilineal

El método de interpolación bilineal realizado conlleva una función de expandir la imagen donde se copian los cuatro bordes de la imagen y se colocan uno junto al otro. Esto para realizar de una mejor manera el método de interpolación bilineal en los píxeles que se encuentran en los bordes de la imagen.

En la figura 2 se muestran los píxeles utilizados en la implementación del algoritmo. Para un píxel P (en rojo) se obtienen los píxeles que se encuentran en las diagonales (en azul).

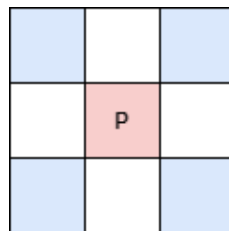


Figura 2: Píxeles utilizados por el algoritmo

2. Pseudocódigo

Algorithm 1 Interpolación Bilineal

Entradas: A : imagen original en formato uint8.

Salida: B : imagen de salida en formato uint8.

```
1:  $[m, n, r] = \text{size}(A)$ 
2:  $B = \text{expandir imagen } A$ 
3:  $Z = \text{zeros}(1, 1, r) + \text{tol}$ 
4: for  $x = 2, \dots, m + 1$  do
5:     for  $y = 2, \dots, n + 1$  do
6:         if  $B(x, y, :) \leq Z$  then
7:              $x_1 = x - 1$ 
8:              $x_2 = x + 1$ 
9:              $y_1 = y - 1$ 
10:             $y_2 = y + 1$ 
11:
12:             $f(R_1) = ((x_2 - x)/(x_2 - x_1)) * B(x_1, y_1, :) + ((x - x_1)/(x_2 - x_1)) * B(x_2, y_1, :)$ 
13:             $f(R_2) = ((x_2 - x)/(x_2 - x_1)) * B(x_1, y_2, :) + ((x - x_1)/(x_2 - x_1)) * B(x_2, y_2, :)$ 
14:
15:             $f(P) = ((y_2 - y)/(y_2 - y_1)) * f(R_1) + ((y - y_1)/(y_2 - y_1)) * f(R_2)$ 
16:
17:             $B(x, y, :) = f(P)$ 
18:        end if
19:    end for
20: end for
21: return  $B = B(2 : m + 1, 2 : n + 1, :)$ 
```



Figura 3: Imagen sin ruido

Algoritmo	Canal Rojo	Canal Verde	Canal Azul
Promedio	25.385	24.373	25.199
Bilineal	27.174	25.989	26.649

Tabla 1: Resultados de la norma frobenius para cada algoritmo

3. Resultados obtenidos

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos de aplicar el método de interpolación bilineal y el resultado de aplicar el método de interpolación promedio. Utilizando la norma Frobenius y la imagen *imagenoriginal.jpg* para determinar cual de las dos reconstrucciones es más eficiente. En la figura 3 se muestra la imagen sin ruido, en la figura 4 se muestra la imagen con ruido, sobre la cual se aplican los algoritmos, en la figura 5 se muestra el resultado obtenido al aplicar el algoritmo del promedio, y en la figura 6 se muestra el resultado obtenido al aplicar el algoritmo bilineal.

En términos de tiempo la interpolación bilineal tiene una duración de 53,617 segundos y la interpolación promedio dura 357,16 segundos, es decir, el promedio tarda 6,66 veces más que el bilineal.

Se utilizó la ecuación $\|A - B\|_F$, donde A es la imagen filtrada en formato double y B es la imagen original sin ruido en formato double, para determinar de forma numérica cuál de los dos algoritmos tenía como resultado una imagen más eficiente en términos de calidad de imagen, entre más cercano a cero es el resultado más exacto es. Esta ecuación se aplicó para cada uno de los canales de las imágenes obtenidas con los algoritmos, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1. Se puede observar que para cada canal, el algoritmo del promedio dio los resultados más pequeños, lo que significa que este algoritmo es el que ofrece una mayor eficiencia en términos de calidad de imagen, cabe resaltar que los resultados ofrecidos por el algoritmo bilineal son muy cercanos.

De manera general, se puede afirmar que la interpolación bilineal es el algoritmo más eficiente, ya que permite obtener resultados muy cercanos a los obtenidos con la interpolación promedio pero en mucho menor tiempo.

4. Referencias Bibliográficas

[1] W. Press S. Teukolsky, W. Vetterling, B. Flannery, "Numerical recipes in C: the art of scientific computing", pp.123-128, New York, USA, 1992.



Figura 4: Imagen con ruido



Figura 5: Resultado Interpolación Promedio

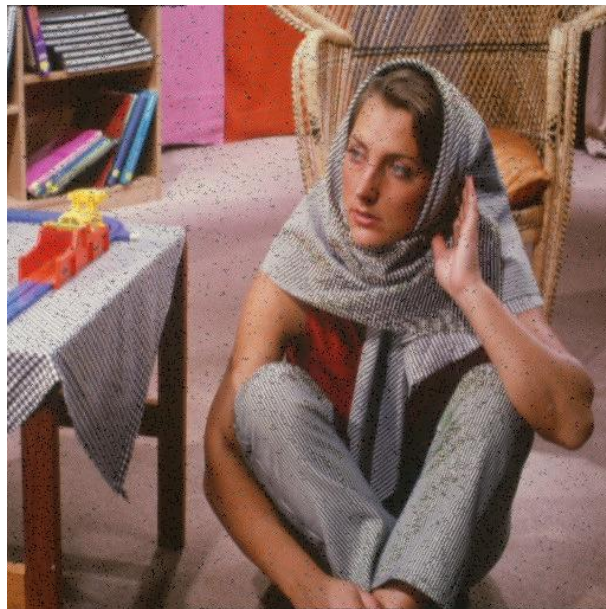


Figura 6: Resultado Interpolación Bilineal