

IMPLEMENTACIÓN DE LA CONVOLUCIÓN EN EL ENSAMBLADOR DE MARIE



Juan Diego Chicaiza, Emilio Soria, Francisco Alarcón

Universidad San Francisco de Quito - Organización de computadores

Pseudocódigo



Concepto de Convolución:

Es una operación matemática para el procesamiento de señales, la visión por computadora y los filtros digitales.



Funcionamiento:

Consiste en aplicar un kernel sobre una matriz de entrada más grande, generando una matriz de salida mediante la combinación ponderada de los elementos circundantes.



Importancia:

Permite resaltar características específicas en datos bidimensionales, como imágenes, detectando bordes o patrones.

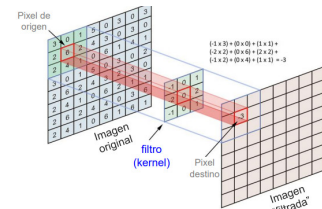
Objetivo



Implementar la convolución de matrices en el simulador de MARIE, para comprender mejor la programación a bajo nivel usando solo operaciones básicas.

Convolución

El funcionamiento de la convolución implementada es el siguiente:



Como podemos observar en esta ilustración, la matriz resultado vendría a ser compuesta por los productos de cada iteración del kernel sobre la matriz de origen. En el ejemplo de arriba, el kernel se posiciona en la posición (2,2) y multiplica cada uno de sus elementos con los de la matriz de origen, finalmente suma esos productos y los almacena en la misma posición en la matriz de resultado.

Metodología



Entorno de desarrollo: Simulador MARIE



Matrices involucradas:

- K: Matriz fija 3x3 (kernel)
- X: Matriz de hasta 16x16 (origen)



Implementación:

- Cálculo de cada elemento de Y a partir de la suma ponderada de los valores circundantes en X usando K.
- Función para imprimir matrices.
- Se escribió un programa inicial en C++ como guía.

Bibliografía

Cuartas, J. (2021, January 30). *El concepto de la convolución en gráficos, para comprender las Convolutional Neural Networks (CNN) o redes convolucionadas*. Medium. <https://josecuartas.medium.com/el-concepto-de-la-convoluci%C3%B3n-en-gr%C3%A1ficos-para-comprender-las-convolutional-neural-networks-cnn-519d2eee009c>

Ramos, O. E. (2020). *Introducción a Visión Computacional (III)*. UTEC. Recuperado de (2024). Epizy.com. http://oramosp.epizy.com/teaching/201/rob-autonoma/clases/5_Intro_Vision_Computacion_al_III.pdf?i=1

MARIE. (n.d.). *MARIE.js*. <https://github.com/MARIE-js/MARIE.js>

Resultados

Para la comprobación del funcionamiento óptimo del programa se realizaron varias pruebas que se muestran a continuación:

1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4

Matriz X

35	40	41	45	50
40	40	42	46	52
42	46	50	55	55
48	52	56	58	60
56	60	65	70	75

Matriz X

-5	-6	-7
-8	-9	-10
-11	-12	-13

Matriz K

-2	-1	0
-1	1	1
0	1	2

Matriz K

-67	-130	-193	-141
-87	-168	-249	-180
-87	-168	-249	-180
-49	-94	-139	-99

Output en Marie

195	170	180	204	57
179	78	87	94	-79
200	98	109	108	-84
234	120	125	127	-88
68	-79	-85	-90	-171

Output en Marie

Pseudocódigo

```
1  Inicializar punteros y matrices (X, K, Y)
2
3  FOR i desde 0 hasta (tamaño de la imagen - 1):
4    FOR j desde 0 hasta (tamaño de la imagen - 1):
5      Inicializar Sum en 0
6
7      FOR ki desde 0 hasta (tamaño del kernel - 1):
8        FOR kj desde 0 hasta (tamaño del kernel - 1):
9          Calcular ni = i + ki - padding
10         Calcular nj = j + kj - padding
11
12         SI (ni >= 0 Y ni < tamaño de la imagen) Y (nj >= 0 Y nj < tamaño de la imagen):
13           temp_resultado = X[ni][nj] * K[k][kj]
14           Sum = Sum + temp_resultado
15
16         Almacenar Sum en Y[i][j]
17
18 Imprimir matriz X
19 Imprimir matriz K
20 Imprimir matriz Y
21 Fin del programa
```