

Definisi Edge

- *Edge* adalah batas antara dua daerah dengan nilai *gray-level* yang relatif berbeda atau dengan kata lain *edge* merupakan tempat-tempat yang memiliki perubahan intensitas yang besar dalam jarak yang pendek
 - Proses pencarian edge dilakukan dengan menggunakan teknik spatial filter (proses konvolusi)
-

Spatial Filter - Review

- Menggunakan matrik ketetanggaan, pada umumnya berukuran ganjil sehingga elemen yang diproses berada di tengah dan juga matrik mask (berisi nilai tertentu tergantung pada operasi yang dilakukan)

1	2	3
4	T	5
6	7	8

Cara Kerja Spatial Filter [1]

- ❑ Lakukan penelusuran terhadap semua titik pada citra.
 - ❑ Rekam titik yang sedang diperiksa dan juga titik sekitarnya ke dalam matrix *neighbor*.
 - ❑ Isi matrix mask dengan angka (angka yang harus dimasukkan ditentukan oleh jenis operasi).
-

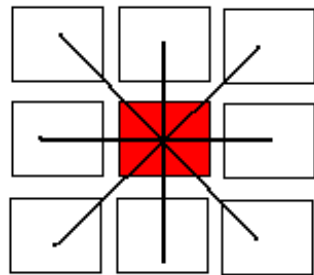
Cara Kerja Spatial Filter [2]

- ❑ Kalikan matrix neighbor dengan matrix mask secara sekalar ($\text{Output}[x,y] = \text{Mask}[x,y] * \text{Neighbor}[x,y]$).
 - ❑ Jumlahkan seluruh isi sel dari matrix output. Hasil penjumlahan ini adalah titik baru yang akan diletakkan pada koordinat titik yang sedang diproses (dibandingkan dengan threshold).
-

Pendekatan Edge Detection [1]

□ Turunan 0

- Dalam pendekatan ini dilakukan proses pencarian selisih pada matrik tetangga dengan aturan sbb:



- Pada umumnya digunakan nilai terbesar dari 4 nilai yang diperoleh untuk dibandingkan dengan treshhold
-

Pendekatan Edge Detection [2]

☐ Turunan 1

- Dalam pendekatan ini maka gradient diasumsikan sebagai gabungan nilai selisih matrik tetangga (dengan posisi tertentu)
 - Mask yang sering digunakan
 - ☐ Robert
 - ☐ Prewitt
 - ☐ Sobel
 - ☐ Frei-chen
-

Gradient Operator [1]

- Pengukuran kemiringan suatu fungsi dilakukan dengan menghitung turunan pertamanya, yaitu :

$$\overrightarrow{G[f(x,y)]} = \begin{pmatrix} G_x \\ G_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \partial f / \partial x \\ \partial f / \partial y \end{pmatrix}$$

Gradient Operator [2]

- Pada *edge detection*, yang memiliki peranan penting adalah nilai atau besarnya vektor gradient

$$G[f(x,y)] = \text{mag}[G]$$

$$[G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\partial f / \partial x)^2 + (\partial f / \partial y)^2]^{1/2}$$

$$G[f(x,y)] = |G_x| + |G_y| = |\partial f / \partial x| + |\partial f / \partial y|$$

Gradient Operator [3]

- Pendekatan Deret Taylor digunakan untuk menghitung gradient
 - Secara sederhana maka nilai dari G_x dan G_y dihitung sebagai :
 - $G_x = (f(x+1,y) - f(x-1,y) = (-1).f(x-1,y) + 0.(f(x,y) + 1.f(x+1,y)$
 - $G_y = (f(x,y+1) - f(x,y-1) = (-1).f(x,y-1) + 0.(f(x,y) + f(x,y+1)$
-

Gradient Operator [4]

□ Representasi Mask

■ Gx

0	0	0
1	0	-1
0	0	0

Gy

0	-1	0
0	0	0
0	1	0

■ Ingat bahwa => Tergantung kebutuhan

□ $G[f(x,y)] = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\partial f / \partial x)^2 + (\partial f / \partial y)^2]^{1/2}$

□ $G[f(x,y)] = |G_x| + |G_y|$

Robert Gradient

- *Roberts Operator* merupakan variasi dari rumus Gradient Operator dengan arah orientasi sebesar 45° dan 135° pada bidang citra
 - Ini berarti gradient dihitung dengan memanfaatkan titik yang berada pada arah orientasi 45° dan 135° yaitu :
 - $f(x+1,y+1)$ dan $f(x-1,y+1)$
-

Robert Gradient

□ Representasi Mask

■ D1

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

D2

0	0	-1
0	1	0
0	0	0

Operator Prewitt

- ❑ Pengembangan dari gradient operator dengan menggunakan 2 mask (horizontal dan vertikal) ukuran 3x3
 - ❑ Pada operator ini kekuatan gradient ditinjau dari sudut pandang horizontal dan vertikal (memperhatikan titik disekitar pada posisi horizontal dan vertikal)
-

Operator Prewitt

□ Perhitungan $G[f(x,y)]$

- $G_x = (f(x+1,y-1) + f(x+1,y) + f(x+1,y+1)) - (f(x-1,y-1) + f(x-1,y) + f(x-1,y+1))$
- $G_y = (f(x-1,y+1) + f(x,y+1) + f(x+1,y+1)) - (f(x-1,y-1) + f(x,y-1) + f(x+1,y-1))$

□ Dalam bentuk matrik

■ G_x

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

G_y

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Operator Sobel

- Hampir sama dengan operator prewitt, namun dilakukan perhitungan kekuatan dari titik yang digunakan, dimana diasumsikan bahwa titik yang dekat memiliki kekuatan/pengaruh yang lebih besar sebesar 2 x
-

Operator Sobel

□ Representasi Mask

■ Gx

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

Gy

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

Operator Frei-Chan

- ❑ Konsepnya sama dengan Sobel dimana titik yang dekat memiliki pengaruh yang lebih kuat
- ❑ Dalam operator ini kekuatannya adalah sebesar $2^{1/2}$
- ❑ Mask

-1	0	1	-1	$-2^{1/2}$	-1
$-2^{1/2}$	0	$2^{1/2}$	0	0	0
-1	0	1	1	$2^{1/2}$	1

Turunan Kedua

- ❑ Salah satu operator turunan kedua yang sering digunakan adalah Operator Laplace
 - ❑ Operator ini digunakan untuk menangani proses pendeteksian sisi pada jenis citra yang mempunyai tingkat perubahan warna yang kecil
-

Operator Laplace

- ❑ *Laplacian operator* ini menggunakan fungsi turunan tingkat kedua (*second order derivative function*).
- ❑ Fungsi turunan tingkat kedua dari fungsi citra dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\nabla^2 f(x) = \partial^2 f(x) / \partial x^2 + \partial^2 f(x) / \partial y^2$$

$$\nabla^2 f(x) = \frac{1}{\Delta x} \left[\frac{(f(x+\Delta x, y) - f(x, y))}{\Delta x} - \frac{(f(x, y) - f(x-\Delta x, y))}{\Delta x} \right] + \frac{1}{\Delta y} \left[\frac{(f(x, y+\Delta y) - f(x, y))}{\Delta y} - \frac{(f(x, y) - f(x, y-\Delta y))}{\Delta y} \right]$$

Operator Laplace

□ Bila disederhanakan:

$$\nabla^2 f(x) = 1/\Delta x^2 [f(x+\Delta x, y) - 2f(x, y) + f(x-\Delta x, y)] + \\ 1/\Delta y^2 [f(x, y+\Delta y) - 2f(x, y) + f(x, y-\Delta y)]$$

□ Mengingat nilai Δx dan Δy terkecil adalah 1, maka:

$$\nabla^2 f(x) = [f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)] + [f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1)] \\ \nabla^2 f(x) = [f(x+1, y) + f(x-1, y)] + [f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$$

Operator Laplace

□ Mask Laplace

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

Prewitt Turunan 2

- ❑ Pada operator prewitt turunan 2, dapat digunakan 8 jenis mask (dinamakan sesuai arah mata angin)

- ❑ Mask Prewitt North

-1	-1	-1
1	-2	1
1	1	1

- ❑ Nilai mask untuk arah mata angin yang lain dapat diperoleh dengan memutar Mask Prewitt North dengan sudut yang sesuai
-

Threshold

- ❑ Salah satu hal penting dalam melakukan deteksi sisi adalah menentukan sebuah ambang nilai (threshold) yang digunakan untuk memutuskan apakah titik itu merupakan sisi atau tidak
 - ❑ Pada umumnya hasil proses deteksi sisi adalah gambar biner (daerah sisi pada umumnya berwarna putih)
-

Variasi pendekatan untuk $g(x,y)$

$$g(x,y) = \begin{cases} G[f(x,y)]; & G[f(x,y)] \geq T \\ f(x,y); & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

Masalah: penentuan nilai T yang tepat shg tepi dapat dipertajam tanpa merusak pixel-pixel non-tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} L_G; & G[f(x,y)] \geq T \\ f(x,y); & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

L_G : Nilai gray level tertentu untuk mewakili pixel-pixel tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} G[f(x,y)]; & G[f(x,y)] \geq T \\ L_B; & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

L_B : Nilai gray level tertentu untuk mewakili pixel-pixel non-tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} L_G; & G[f(x,y)] \geq T \\ L_B; & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$