Tugas Vision Lanjut

Nama : Rismiyati

NIM : 25/571625/SPA/01159

# Image Enhancement

1. **Pendahuluan**

Image enhancement Adalah Langkah kedua dalam framework computer vision setelah Akuisisi image. Image enhancement bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga dapat menghasilkan citra yang lebih baik, terutama untuk tujuan Analisa selanjutnya, baik deteksi, klasifikasi, recognisi, identifikasi maupun level 3D analisis.

Secara umum permasalahan citra, sesuai yang dibahas dalam kelas ada 7 yaitu

1. **Image terlalu gelap** : ditandai pixel dominan ada di nilai pixel rendah. Dapat dilihat dari histogram
2. **Image terlalu terang**: ditandai pixel dominan ada di nilai pixel tinggi. Dapat dilihat dari histogram

Masalah 1 dan 2 dapat diperbaiki dengan menggunakan metode berbasis histogram equalization, seperti HE dan CLAHE

1. **Low contrast image**: yaitu citra yang rentang nilai pixel terendah dan tertingginya terlalu sempit. Masalah ini bisa diperbaiki dengan contrast stretching atau memperlebar range pixel sehingga kontras dapat diperbaiki.
2. **Noisy Image:** seperti salt and pepper noise, dapat diperbaiki dengan filter median
3. **Image blur**: yaitu detailnya samar. Dapat diperbaiki dengan sharpening. Konsep sharpening Adalah dengan menambahkan detail/edge dengan citra awal. Edge didapatkan dengan Laplacian filter.
4. **Image terlalu tajam:** dapat diperbaiki dengan image smoothing. Biasanya kita tidak menghendaki image terlalu tajam saat Analisa karena detail kecil yang sebenarnya tidak diperlukan akan menjadi terlihat tegas dan mempengaruhi hasil Analisa. Dalam prakteknya, biasanya untuk image sharpening biasanya juga membutuhkan smoothing dulu untuk menghilangkan detail2 kecil yang tidak diperlukan.
5. **Ukuran terlalu kecil:** dapat dilakukan upsampling untuk meningkatkan ukuran citra (Nearest neighbour, bilinear, bicubic)

Dalam laporan kali ini, akan dilakukan image enhancement untuk masalah 1-5.

1. **Eksperimen dan penjelasan**
2. **Permasalahan citra terlalu gelap**

Image terlalu gelap disebabkan karena distribusi pixel terpusat pada sisi rendah histogram. Contoh image terlalu gelap beserta histogramnya ditunjukkan pada Gambar 1.

A graph of a graph and a graph of a graph

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 1. Citra Gelap dan histogramnya

Untuk melakukan enhancement pada citra yang terlalu gelap dapat dilakukan dengan Histogram Equalization (HE) dan variasinya, seperti Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). HE dapat menyebarkan histogram pixel secara global, sementara CLAHE mampu melakukan persebaran histrogram dalam grid-grid yang ditentukan. Sebagai mana dalam baris code berikut. Hasil HE dan CLAHE ditunjukkan pada Gambar 2.

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

A close up of a graph

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 2. Hasil HE dan CLAHE

Pada Gambar 2, hasil image setelah **HE menjadi lebih terang dibandingkan dengan citra awal**. Begitu juga dengan hasil CLAHE. Akan tetapi kalua dibandingkan antara HE dan CLAHE, maka **dapat dilihat bahwa citra hasil CLAHE lebih lembut transisi pixelnya.** Hal ini disebabkan karena CLAHE memastikan rentang maksimal contrast tidak melebihi limit yang ditetapkan. Dalam program ini clip limit ditetapkan menjadi 4, berarti tidak boleh ada satu bin yang mempunya frequensi lebih dari 4 kali rata-rata frequensi bin yang lain. Selain itu, gridsize 2x2 memastikan bahwa proses histogram equalization dilakukan pada area local, yaitu citra dibagi menjadi 4 grid besar.

1. **Permasalahan citra terlalu terang**

Citra yang terlalu terang mempunyai karakteristik terbalik dibandingkan citra terlalu gelap, yaitu mempunyai pixel yang dominan pada sisi kanan. Contoh citra ditunjukkan pada Gambar 3.

A graph showing a graph showing a number of coins

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 3. Citra terlalu terang

Dengan cara yang sama, yaitu HE dan CLAHE, didapatkan citra yang lebih baik distribusi histogramnya. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.

A group of black text

AI-generated content may be incorrect.

A close-up of coins

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 4. HE dan CLAHE pada Gambar terlalu terang

1. **Permasalahan citra low contrast**

Citra dengan low contrast (kontras rendah) adalah citra di mana rentang intensitas pikselnya sempit dan distribusi piksel terkumpul pada area tertentu saja. Contoh Citra low contrast ditunjukkan pada Gambar 5.

A graph and a picture of a person

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 5. Low contrast image

Permasalahan low contrast image dapat dihandle terutama dengan melakukan contrast stretching (baik yang normal maupun piecewise contrast stretching). Selain itu, HE dan CLAHE dapat juga dihgunakan untuk mendistribusi ulang histogram sehingga citra dapat mempunyai kontras yang lebih baik.

Contoh code untuk contrast stretching, HE, CLAHE, dan piecewise contrast strecching Adalah sebagai berikut

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

Hasil pemrosesan ini ditunjukkan pada Gambar 6. Pada citra Original Gray, tampilan terlihat kusam dengan detail yang kurang jelas karena kontrasnya rendah. Setelah dilakukan Contrast Stretching, gambar tampak lebih terang dan detail mulai terlihat, meskipun peningkatan kontrasnya masih merata secara global. Pada hasil Histogram Equalization (HE), kontras meningkat tajam sehingga detail wajah dan topi terlihat lebih jelas, namun ada bagian yang tampak terlalu terang atau terlalu gelap. Berbeda dengan itu, CLAHE mampu meningkatkan kontras secara lebih seimbang karena prosesnya dilakukan pada area kecil dengan pembatasan kontras, sehingga hasilnya terlihat lebih natural dan lembut. Sementara itu, metode Piecewise Contrast Stretching dengan rentang 30–240 maupun 50–250 menghasilkan perbaikan kontras yang lebih terkontrol pada area tertentu. Hasilnya tidak setajam HE, tetapi transisi antar piksel terlihat lebih halus. Dari semua metode, HE menghasilkan kontras paling tinggi, CLAHE memberikan tampilan yang lebih seimbang dan natural, sedangkan Piecewise Stretching memungkinkan pengaturan peningkatan kontras pada bagian intensitas tertentu.

A collage of a person wearing a hat

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 6. enhancement untuk low contrast

1. **Permasalahan noise dan blur (menjadi 1 image)**

Dalam contoh kasus ini, saya memilih menggunakan citra blur noisy dengan salt and pepper noise. Treatment yang dilakukan yaitu dengan

1. Membersihkan noise salt and pepper dengan median filter
2. Melakukan sharpening dengan cara

* Smoothing image
* Sharpening dengan menjumlahkan image dengan edge/detail yang didapatkan dari Laplacian filter

Code untuk bagian ini ditunjukkan pada baris code berikut. Median filter dilakukan dengan ukuran filter 3x3. Semakin besar ukuran filter, noise makin hilang tapi beresiko menjadikan image menjadi semakin blur. Sementara konsep sharpening mengikuti rumus

**sharpened=denoised−α×Laplacian 1)**

Sebelum proses sharpening dilakukan, citra hasil denoising terlebih dahulu diproses dengan Gaussian Blur. Tahap ini berfungsi untuk mengurangi sensitivitas terhadap noise sehingga perhitungan tepi nantinya menjadi lebih stabil. Setelah itu, citra yang sudah di-blur diproses menggunakan Laplacian of Gaussian, yaitu operator turunan kedua yang menonjolkan detail tepi atau edge. Hasil dari Laplacian ini kemudian dikombinasikan dengan citra denoised menggunakan rumus 1), di mana nilai α mengatur tingkat ketajaman. Dengan cara ini, detail tepi diperkuat sehingga citra akhir tampak lebih tajam namun tetap bersih dari noise berlebih.

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

Hasil pemrosesan ditunjukkan pada gambar 7.A person using a camera

AI-generated content may be incorrect.

Gambar 7. Enhancement untuk noisy blur image

Pada gambar pertama terlihat hasil denoising dan sharpening yang diterapkan pada citra noisy. Awalnya, citra Original noisy dipenuhi dengan bintik hitam putih khas salt & pepper noise sehingga detail objek menjadi kurang jelas. Setelah diproses dengan median filter (denoised), noise berhasil dikurangi sehingga gambar terlihat lebih bersih, meskipun detailnya sedikit berkurang. Tahap berikutnya adalah sharpening dengan metode Laplacian of Gaussian yang bertujuan menonjolkan tepi dan detail. Hasil akhir (sharpened + denoised) memperlihatkan citra yang lebih tajam dibanding hasil denoised saja, sehingga detail orang dan kamera tampak lebih jelas tanpa gangguan noise yang berlebihan.

1. **Kesimpulan**

Dari serangkaian percobaan yang dilakukan, bisa dilihat bahwa setiap permasalahan citra punya solusi peningkatannya masing-masing. HE dan CLAHE cukup ampuh memperbaiki citra yang terlalu gelap maupun terlalu terang, dengan CLAHE memberi hasil yang lebih lembut dan natural. Untuk citra berkontras rendah, contrast stretching dan variasinya berhasil membuat detail lebih jelas. Pada citra noisy, median filter mampu membersihkan bintik salt & pepper, lalu proses sharpening dengan Laplacian of Gaussian membantu menegaskan kembali detail yang sempat hilang. Secara keseluruhan, teknik-teknik image enhancement ini membuat gambar jauh lebih mudah dibaca dan dianalisis untuk tahap pengolahan berikutnya