Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Tugas 3 IF4073 Pemrosesan Citra Digital – Semester I tahun 2026/2027

Segmentasi Citra dengan Deteksi Tepi, Split and Merge, dan Deep Learning

---

Batas pengumpulan	**:** Rabu, 25 November 2026, 23.59 WIB
Tempat pengumpulan	**:** Form Pengumpulan
Anggota kelompok	**:** 2 orang (1 orang apabila ada sisa)
Sheets kelompok	**:** Sheets Kelompok

Gambaran Tugas

Pada Tugas 3 ini, setiap kelompok diminta membuat satu aplikasi untuk melakukan segmentasi citra melalui tiga pendekatan: segmentasi objek berdasarkan hasil deteksi tepi, segmentasi klasik menggunakan split and merge, dan segmentasi citra secara semantik menggunakan deep learning.

Bagian pertama berfokus pada pendeteksian tepi objek dan pemisahan objek dari latar belakang. Bagian kedua menggunakan metode split and merge sebagai segmentasi berbasis region dengan membagi citra menjadi region-region disjoint dan menggabungkan region bertetangga yang homogen. Bagian ketiga menggunakan pretrained CNN untuk memberikan label atau kategori pada setiap piksel sehingga kumpulan piksel yang membentuk kategori berbeda dapat dikenali.

Seluruh program pada tugas ini disatukan dalam satu GUI sesuai ketentuan pengerjaan.

Spesifikasi dan Ketentuan Program

A. Ketentuan Umum

1. Program utama dan GUI dibuat menggunakan MATLAB. Python diperbolehkan untuk implementasi bagian Deep Learning/CNN dan harus tetap terintegrasi dengan GUI MATLAB.
2. Image Processing Toolbox dari MATLAB Product boleh di-install apabila diperlukan.
3. Semua program disatukan dalam satu GUI MATLAB, termasuk jika bagian CNN menggunakan Python.
4. Sebagai nilai tambahan, berikan komentar penjelasan pada implementasi fungsi (bukan GUI) pada beberapa line of code yang dirasa perlu.
5. Panduan pembuatan GUI: https://www.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html

B. Segmentasi Citra dengan Operator Deteksi Tepi

Deskripsi

Salah satu kegunaan deteksi tepi adalah untuk segmentasi objek, yaitu mendeteksi objek melalui bentuknya. Bentuk objek dapat diperoleh dari hasil pendeteksian tepi. Setelah tepi objek dideteksi, objek dipisahkan dari latar belakangnya untuk kemudian dapat digunakan dalam proses pengenalan objek (object recognition).

Pada bagian ini, buat program untuk mensegmentasi berbagai objek dari latar belakangnya berdasarkan hasil pendeteksian tepi.

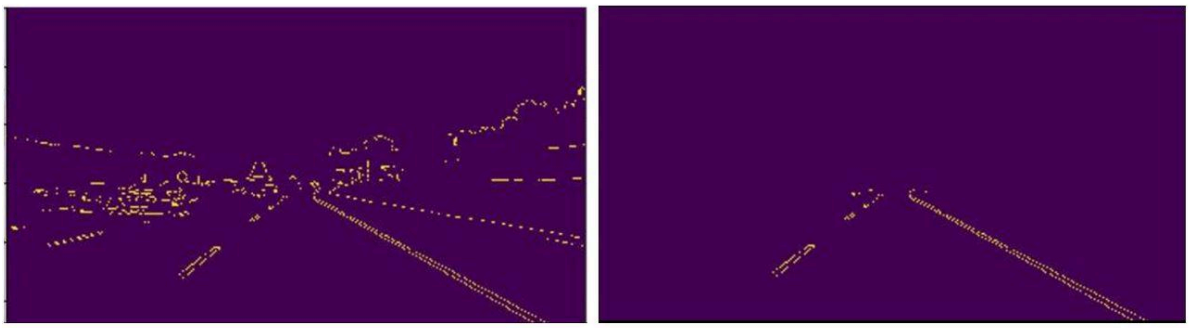
Ketentuan Implementasi

1. Buat sendiri operator deteksi tepi Laplace, LoG, Sobel, Prewitt, dan Roberts. Untuk operator Canny, penggunaan fungsi built-in MATLAB diperbolehkan.
2. Tidak boleh menggunakan fungsi built-in deteksi tepi yang terdapat di dalam MATLAB, kecuali operator Canny.
3. Citra masukan berisi minimal satu objek.
4. Lakukan deteksi tepi objek di dalam citra, kemudian gunakan hasil deteksi tepi tersebut untuk membentuk segmentasi minimal satu objek/region utama yang dianggap relevan.

Pengujian

1. Uji program pada seluruh 8 citra BSDS500 yang disediakan pada folder data tugas.
2. Untuk setiap pengujian, tampilkan sekurang-kurangnya citra asli, citra hasil deteksi tepi, dan citra hasil segmentasi objek.

Contoh Input dan Output



Canny edge detection output | Hough transform output

Data Uji

Citra yang digunakan dapat diakses pada pranala berikut: BSDS500_Tugas3_Test_8.zip

Referensi

- Segmentation And Object Recognition Using Edge Detection Techniques - https://airccse.org/journal/jcsit/1210ijcsit14.pdf
- Study Of Image Segmentation By Using Edge Detection Techniques - https://www.ijert.org/research/study-of-image-segmentation-by-using-edge-detection-techniques-IJERTV1IS9239.pdf
- Image Segmentation Using Various Edge Detection - https://www.academia.edu/38294176/Image_Segmentation_Using_Various_Edge_Detection_pdf

C. Segmentasi Citra Klasik dengan Split and Merge

Deskripsi

Split and merge merupakan metode segmentasi berbasis region dengan pendekatan divide and conquer. Citra dibagi (split) menjadi sejumlah region yang disjoint berdasarkan kriteria homogenitas, kemudian region-region bertetangga yang homogen digabungkan (merge).

Pada bagian ini, buat program untuk melakukan segmentasi citra menggunakan metode split and merge.

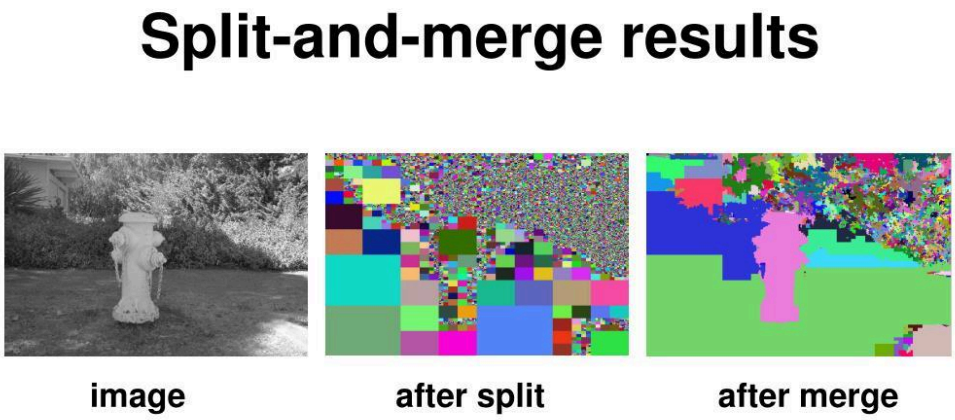
Ketentuan Implementasi

1. Implementasikan metode split and merge dengan pendekatan divide and conquer.
2. Tentukan dan implementasikan predikat homogenitas/similarity yang digunakan untuk proses split dan merge, serta jelaskan parameter/threshold yang digunakan.
3. Parameter/threshold dapat disesuaikan untuk setiap citra agar hasil segmentasi dapat diamati dengan jelas.

Pengujian

1. Uji program pada seluruh 8 citra BSDS500 yang sama dengan bagian deteksi tepi.
2. Untuk setiap pengujian, tampilkan sekurang-kurangnya citra asli dan citra hasil segmentasi split and merge.
3. Jelaskan pengaruh parameter/threshold terhadap hasil segmentasi.

Contoh Input dan Output



D. Segmentasi Citra dengan Deep Learning Secara Semantik

Deskripsi

Algoritma deep learning seperti CNN dapat digunakan untuk melakukan segmentasi citra secara semantik. Segmentasi semantik mengaitkan label atau kategori dengan setiap piksel dalam sebuah gambar dan digunakan untuk mengenali kumpulan piksel yang membentuk kategori berbeda.

Sebagai contoh, kendaraan otonom perlu mengidentifikasi kendaraan, pejalan kaki, rambu lalu lintas, trotoar, dan fitur jalan lainnya.

Ketentuan Implementasi

- Buatlah program dengan Python/MATLAB untuk melakukan segmentasi semantik menggunakan pretrained CNN sebagai model awal, kemudian lakukan transfer learning/fine-tuning menggunakan dataset CamVid sehingga setiap piksel pada citra dipetakan ke label kelas tertentu.
- Gunakan dataset CamVid dengan 32 kelas asli yang dikelompokkan menjadi 11 kelas: Sky, Building, Pole, Road, Pavement, Tree, SignSymbol, Fence, Car, Pedestrian, dan Bicyclist.

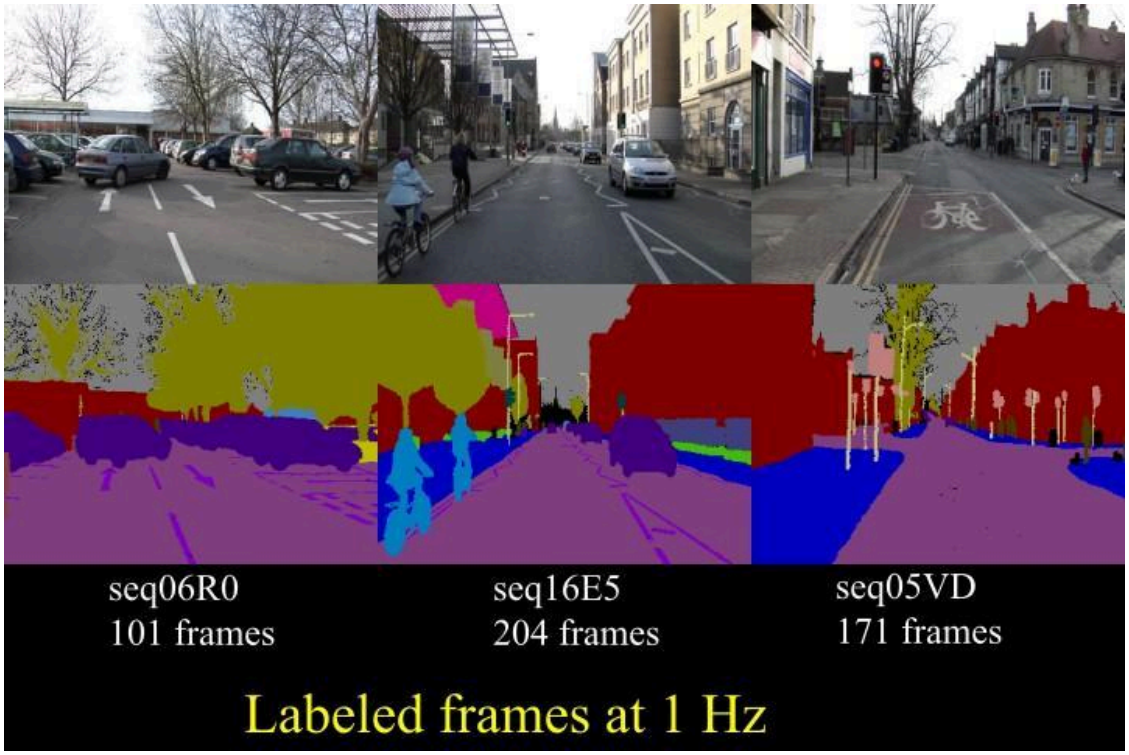
Pengujian

- Lakukan pengujian pada data uji CamVid dan tampilkan citra masukan beserta hasil segmentasi semantiknya.
- Gunakan pembagian data train/validation/test yang jelas untuk proses fine-tuning dan evaluasi. Pembagian 60/20/20 seperti contoh MathWorks dapat digunakan.

Dataset CamVid
Unduh citra:
http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/g.brostow/MotionSegRecData/files/701_StillsRaw_full.zip

Unduh label piksel:
http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/g.brostow/MotionSegRecData/data/LabeledApproved_full.zip

Contoh Input dan Output



Referensi integrasi Python:
https://www.mathworks.com/help/matlab/call-python-libraries.html

Referensi konsep semantic segmentation:
https://www.mathworks.com/solutions/image-video-processing/semantic-segmentation.html

Referensi implementasi CamVid:
https://www.mathworks.com/help/vision/ug/semantic-segmentation-using-deep-learning.html

Pengumpulan

Pengumpulan dilakukan melalui Google Form sebelum Rabu, 25 November 2026, Pukul 23.59 WIB.

Repositori Perangkat Lunak

Repositori GitHub harus memuat:

1. Kode sumber seluruh program dan GUI.
2. README yang minimal berisi:
    a. Nama dan deskripsi singkat program.
    b. Dependensi yang diperlukan, termasuk toolbox MATLAB atau library Python apabila digunakan.
    c. Tata cara menjalankan program.
3. Citra tambahan yang digunakan, apabila ada.
4. Dataset CamVid atau pranala sumber CamVid yang digunakan untuk pelatihan/pengujian Deep Learning.

Laporan

Laporan diunggah dalam format PDF dengan nama NIM1_NIM2_Tugas3_IF4073.pdf. Laporan minimal berisi:

1. Cover laporan yang mencantumkan judul tugas, kode mata kuliah, nama dan NIM seluruh anggota kelompok, serta foto seluruh anggota kelompok.
2. Pernyataan tidak melakukan kecurangan yang ditandatangani dengan format sebagai berikut:

    > Kami menyatakan bahwa kode program yang dihasilkan bukan merupakan hasil salinan mentah (*raw output*) dari *Generative AI*, melainkan hasil pengembangan dan penulisan mandiri.
    >
    > [Tanda tangan Mahasiswa 1] [Tanda tangan Mahasiswa 2]
    > [Nama Mahasiswa 1] [Nama Mahasiswa 2]

3. Deskripsi singkat program.
4. Teori singkat mengenai segmentasi citra, deteksi tepi, split and merge, dan semantic segmentation sesuai metode yang digunakan.
5. Perancangan dan implementasi program, yang mencakup:
    a. Struktur program dan alur penggunaan GUI.
    b. Penjelasan implementasi/penggunaan operator Laplace, LoG, Sobel, Prewitt, Roberts, dan Canny.
    c. Penjelasan metode segmentasi objek berdasarkan hasil deteksi tepi.
    d. Penjelasan implementasi metode split and merge, termasuk predikat homogenitas/similarity serta parameter/threshold yang digunakan.
    e. Penjelasan model pretrained CNN, proses transfer learning/fine-tuning, dataset CamVid, pengelompokan 11 kelas, dan proses semantic segmentation.
    f. Kode program atau fungsi utama yang relevan.

6. Pengujian program dan analisis hasil. Untuk setiap bagian, tampilkan dan analisis secara rinci:
    a. Citra masukan yang digunakan.
    b. Hasil deteksi tepi dan segmentasi objek untuk bagian deteksi tepi.
    c. Hasil segmentasi split and merge untuk bagian segmentasi klasik.
    d. Hasil semantic segmentation untuk bagian deep learning.
    e. Parameter/threshold, model, dan dataset yang digunakan.
    f. Analisis cara kerja fungsi/program/algoritma dan hasilnya.
7. Kesimpulan dari hasil implementasi dan pengujian.
8. Daftar pustaka.
9. Lampiran berisi:
    a. Pranala repositori GitHub.
    b. Pembagian tugas setiap anggota kelompok.