

SISTEM PENGOLAHAN CITRA PENDETEKSI JALUR PADA MOBIL LISTRIK OTONOM

ROAD DETECTION IMAGE PROCESSING SYSTEM FOR AUTONOMOUS ELECTRIC CAR

Wardhana Dwi Febrian¹, Angga Rusdinar S.T., M.T., Ph.D.², Agung Surya Wibowo S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹wardhanafebrian@student.telkomuniversity.ac.id, ²anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id,
³agung.unitel@gmail.com

Abstrak

Sistem pengolahan citra pendeteksi jalur pada penelitian ini dapat menggerakkan mobil listrik tanpa pengemudi. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan mengimplementasikan sistem pengolahan citra pendeteksi jalur pada mobil listrik otonom. Mendesain antarmuka sistem pengolahan citra dengan sistem kendali pada mobil listrik.

Kata kunci : OpenCV, Pengolahan Citra, Python, Neural Network, Odroid, LCD, Mobil Listrik

Abstract

Road detection image processing system in this research can move a car without the driver (driverless). The purpose of this research is to design and implement road detection image processing system for autonomous electric car. Design the road detection image processing system interface with electric car control system.

Keywords : OpenCV, Image Processing, Python, Neural Network, Odroid, LCD, Electric Car

1. Pendahuluan

Banyak industri yang saat ini yang sedang mengembangkan kendaraan bermotor dalam sisi kecepatan, teknologi, keamanan, dan ketahanannya. Mobil listrik merupakan kendaraan roda empat yang digerakkan menggunakan energi kinetik dari konversi energi listrik. Pengemudi kendaraan sangat berpengaruh dengan kondisi yang akan terjadi nantinya. Teknik steering dapat membuat waktu tempuh menjadi lebih cepat ataupun lambat, misalnya over-steer dan under-steer dapat membuat mobil listrik keluar dari jalur. Teknik pengereman yang salah juga dapat menyebabkan mobil keluar jalur ataupun terbalik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan implementasi sistem pengolahan citra pendeteksi jalur pada mobil listrik otonom, dan mendesain antarmuka sistem pengolahan citra dengan sistem kendali pada mobil listrik. Manfaat dari penelitian ini adalah agar mobil listrik dapat dijalankan tanpa adanya pengemudi yang mengendalikan, dan mobil listrik dapat menentukan jalur pada lintasan didepannya.

Pada penelitian ini dilakukan studi litelatur dengan mempelajari teori dasar mengenai pengolahan citra. Menganalisis masalah pada sistem pembacaan garis lintasan menggunakan *webcam*, dan *Single-Board Computer (SBC)*. Merancang diagram alir dan diagram blok Sistem Pengolahan Citra Pendeteksi Jalur pada Mobil Listrik Otonom berdasarkan parameter yang sudah ditentukan dengan memanfaatkan hasil studi literatur dan analisis masalah yang telah dilakukan. Setelah perancangan dan realisasi diselesaikan, selanjutnya dilakukan pengujian dan pengambilan data pada Mobil Listrik Otomatis untuk mengetahui kinerja dari sistem tersebut.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1. Pengertian Citra

Kata citra atau yang lebih dikenal secara umum dengan kata “gambar” dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude dari f pada setiap kombinasi atau pasangan koordinat (x,y) merupakan tingkat kecerahan dari sebuah citra pada titik tersebut^[1,4]. Suatu citra diperoleh dari penangkapan pantulan sinar yang dipantulkan oleh suatu objek dan cahaya yang ditangkap disajikan dalam bentuk citra. Alat-alat optik juga mempunyai proses yang sama dalam mendapatkan suatu citra atau gambar seperti kamera.

2.2. Peta Disparitas Berbasis Tepi

Algoritma ini mendeteksi tepi untuk merubah reabilitas dari hasil yang diperoleh dari citra yang diambil dari kamera. Bagian tepi dicocokkan dari gambar yang diambil mengindikasikan batas dan permukaan dari objek yang diamati. Informasi tadi mengurangi jumlah data yang harus diproses dengan menghilangkan data tidak terpakai dan menyimpan data struktur objek. Ini mengurangi waktu pengolahan peta disparitas dan membuat pendeteksian menjadi simpel dan akurat.

2.3. Transformasi Hough

Transformasi Hough adalah metode untuk mendeteksi garis, lingkaran, dan bentuk lainnya. Dasar dari transformasi Hough adalah mencari garis lurus pada citra biner. Pada transformasi Hough pendeteksi garis digunakan titik-titik pada citra biner sebagai bagian dari himpunan adanya kemungkinan garis. Titik pada garis direpresentasikan sebagai titik koordinat polar (ρ, θ) .

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (1)$$

2.4. Mobil Prototipe yang Digunakan

Mobil atau sebuah kendaraan diperlukan untuk melakukan penelitian maupun percobaan. Ada kendaraan listrik atau biasa disebut dengan mobil listrik yang dimiliki oleh Universitas Telkom, lebih tepatnya keberadaan mobil tersebut berada pada Laboratorium INACOS (Information and Autonomous Control System Laboratory). Mobil tersebut memiliki nama El-Machete RX, yang dilengkapi dengan sistem suspensi campuran. Yaitu suspensi independen untuk sepasang roda di depan, dan suspensi dependen tipe rigid untuk sepasang roda di belakang. Mobil ini ditenagai dengan sebuah motor listrik atau motor BLDC 2000 Watt.

2.5. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. Jaringan saraf tiruan juga sering disebut artificial neural network atau neural network. Tugas Akhir ini menggunakan algoritma backpropagation neural network, forward propagation neural network, dan update bobot dan bias.

Algoritma forward propagation merupakan algoritma yang sederhana. Algoritma ini merambatkan data dari data masukan ke data keluaran melalui neuron pada setiap layer jaringan saraf tiruan.

$$a^0 = p \quad (2)$$

$$a^{m+1} = f^{m+1}(w^{m+1} * a^m + b^{m+1}) \quad (3)$$

untuk $m = 0, 1, \dots, M-1$

$$a = a^M \quad (4)$$

Algoritma backpropagation merupakan algoritma untuk melakukan pembelajaran terarah pada jaringan saraf tiruan. Algoritma ini berfungsi untuk mencari nilai bobot pada setiap neuron yang menghasilkan nilai error sekecil mungkin melalui training data yang diberi. Algoritma ini memanfaatkan teknik optimasi berdasarkan penurunan gradien. Algoritma backpropagation dilakukan setelah proses algoritma forward propagation. Algoritma backpropagation merambatkan data dari data keluaran ke data masukan untuk menghitung nilai error pada masing-masing neuron dibandingkan dengan nilai target yang seharusnya.

$$s^M = -2 * \dot{F}^M(n^M) * (t - a) \quad (5)$$

$$s^m = \dot{F}^m(n^m) * (w^{m+1})^T * s^{m+1} \quad (6)$$

untuk $m = M - 1, \dots, 2, 1$

Update bobot dan bias dilakukan untuk memperbarui nilai bobot dan bias untuk melakukan pembelajaran jaringan saraf tiruan yang sudah dirancang.

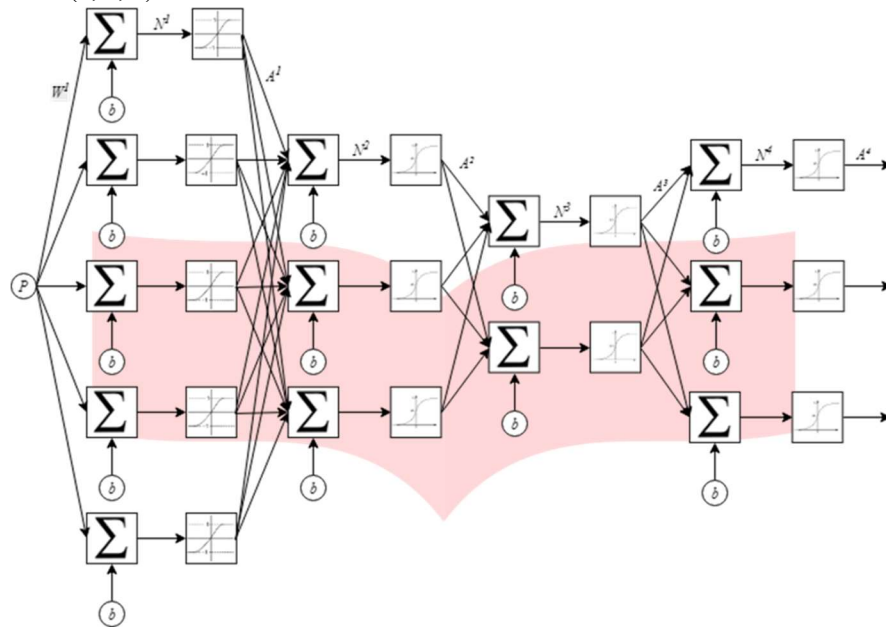
$$w^m(k+1) = w^m(k) - \alpha s^m (a^{m-1})^T \quad (7)$$

$$b^m(k+1) = b^m(k) - \alpha s^m \quad (8)$$

Jaringan saraf tiruan dibuat dengan dua model utama, yaitu dua layer dan empat layer. Layer masukan terdiri dari 4000 neuron yang berasal dari jumlah pixel pada satu citra yang dijadikan data latih jaringan saraf tiruan yaitu 200*20. Citra yang digunakan sebagai data latih memiliki warna hitam putih dengan nilai hitam dan putih adalah 0 dan 255. Warna selain hitam dan putih pada citra akan difilter sehingga tidak ada nilai selain 0 dan 255. Citra yang digunakan sebagai data latih ini disimpan dalam bentuk '.bmp'.

Model jaringan saraf tiruan dengan dua layer hanya memiliki layer masukan dan keluaran. Layer pertama, digunakan hyperbolic tangent function sebagai fungsi aktivasi. Hyperbolic tangent function ini mengolah data dari negatif tak hingga

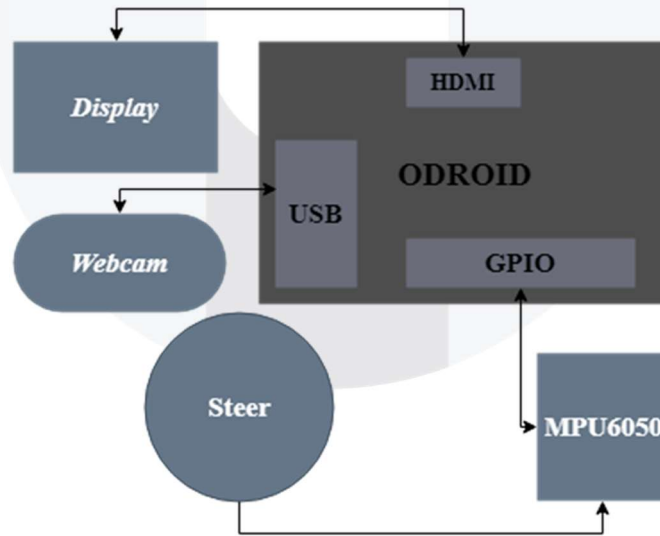
sampai positif tak hingga menjadi negatif satu hingga positif satu, sesuai dengan bit minimum dan maksimum pada layer masukan adalah 0 dan 255. Layer keluaran menggunakan fungsi sigmoid sebagai fungsi aktivasinya. Fungsi sigmoid ini mengolah data menjadi bilangan biner (0 hingga 1). Layer keluaran terdiri dari tiga neuron yang terdiri dari kanan (0, 0, 1), lurus (0, 1, 0), dan kiri (1, 0, 0).



Gambar 1. Jaringan Saraf Tiruan Multi-Layer

2.6. Perancangan Perangkat Keras

Sistem dimulai dari mobil listrik yang berada pada lintasan. Lintasan tersebut akan terdeteksi oleh webcam yang terpasang pada Odroid C2. Webcam yang mendeteksi lintasan akan menangkap citra tersebut dan dimasukkan pada log data bersamaan dengan data yang terbaca pada akselerometer. Log data tersebut akan diklasifikasikan menjadi kanan, kiri, dan lurus.



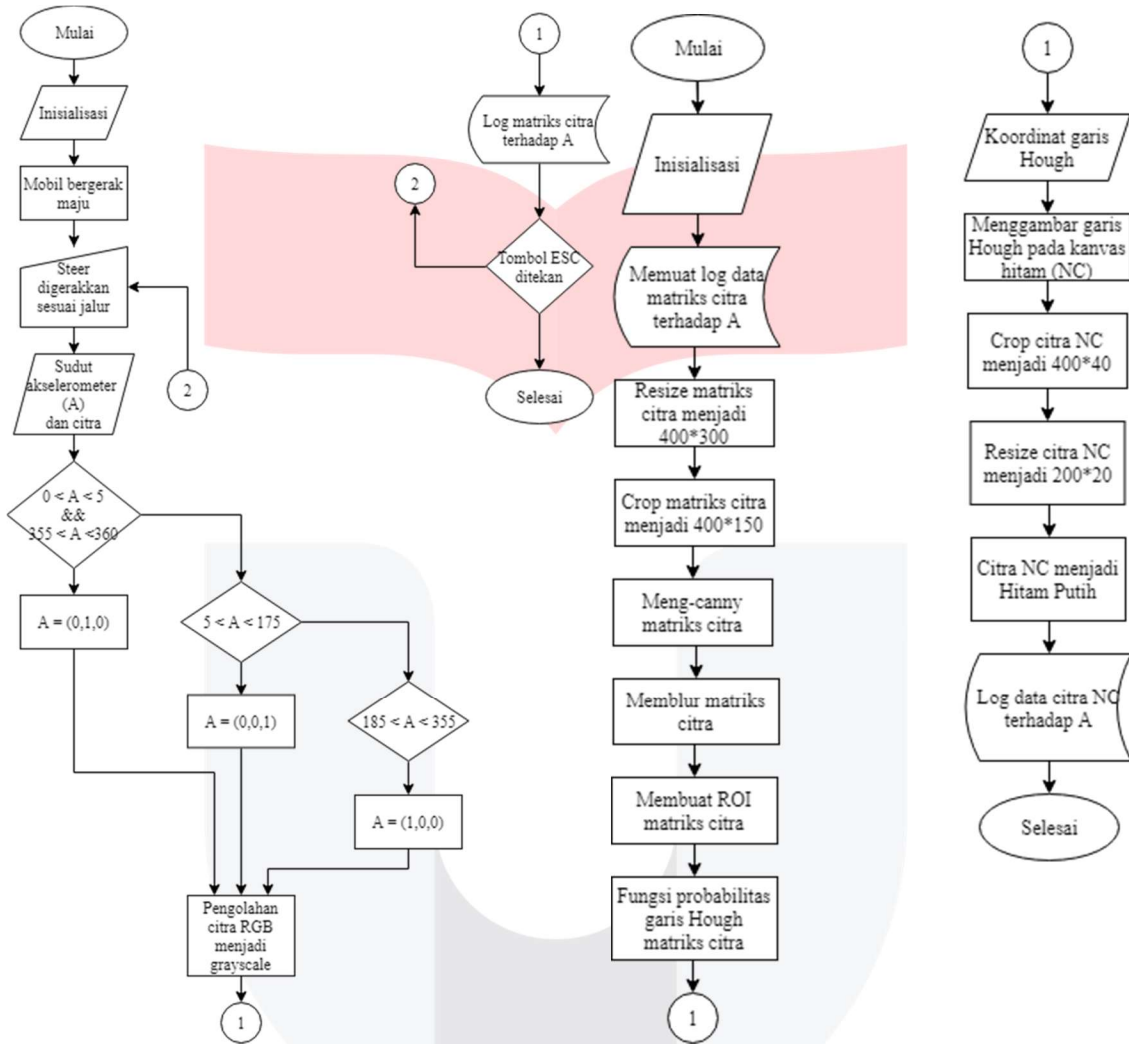
Gambar 2. Diagram Perangkat Keras

2.7. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dari sistem pendeteksi jalur dengan pengolahan citra ini menggunakan bahasa pemrograman python. Terdapat tiga program utama yaitu pengambilan data citra, pengolahan citra, dan pelatihan jaringan saraf tiruan.

Pengambilan data citra dilakukan pada lintasan lurus dan berbelok. Pada saat pengambilan data citra, mobil prototipe selalu berada ditengah lintasan. Data citra kemudian disimpan dalam bentuk citra grayscale. Pengolahan citra dilakukan setelah data citra diambil. Data citra diubah menjadi hitam putih. Kemudian, dilakukan pencarian garis jalan menggunakan

fungsi probabilitas garis Hough. Data citra kemudian dimasukkan sebagai masukan pada jaringan saraf tiruan yang didesain.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Citra

Library OpenCV digunakan untuk mendeteksi garis jalan. Kemudian citra grayscale dideteksi tepi dengan fungsi canny pada OpenCV. Kemudian citra diblur dengan gaussian blur, sehingga garis-garis tepi menjadi lebih halus. Kemudian citra dideteksi garis-garis lurus yang membentuk lintasan dengan fungsi probabilitas garis Hough. Kemudian citra diberi threshold agar gambar menjadi hitam (0) dan putih (255) dengan merubah nilai yang lebih besar samadengan 128 menjadi 255, dan nilai yang lebih kecil dari 128 menjadi 0. Kemudian citra dipotong dan diperkecil agar pengolahan data pada jaringan saraf tiruan dapat dilakukan lebih cepat.



Gambar 4. Hasil Pengolahan Citra

3. Pembahasan

Dari pengujian pelatihan data latih pada jaringan saraf tiruan, perbandingan error dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Error Pelatihan JST

Neuron pada Layer				Error		
1	2	3	4	Lurus	Kiri	Kanan
10	3	-	-	0.1206	0.3736	0.4135
5	3	-	-	0.0920	0.9993	0.4985

25	15	10	3	0.6811	0.6468	0.6464
30	5	10	3	0.6158	0.6517	0.6510
30	15	10	3	0.6814	0.6473	0.6467
40	15	10	3	0.6666	0.5505	0.4605
40	30	10	3	0.6456	0.6496	0.6497
50	5	10	3	0.6380	0.6483	0.6475
50	15	10	3	0.6447	0.6497	0.6498

Dari pengujian data uji jaringan saraf tiruan dua layer, dengan 10 neuron pada layer pertama didapatkan data akurasi pengujian data uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Akurasi JST

Percobaan ke-	Arah sebenarnya	Arah terbaca	Akurasi (%)
1	Kiri	Kiri	59,75
2	Kiri	Kiri	59,75
3	Kiri	Kiri	59,75
4	Lurus	Lurus	82,62
5	Lurus	Kiri	59,75 (12,43)
6	Lurus	Lurus	100
7	Kanan	Lurus	100 (0,012)
8	Kanan	Lurus	82,62 (0,837)
9	Kanan	Kiri	59,75 (25,43)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sistem pengolahan citra pada mobil listrik ini, didapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan citra pada mobil listrik ini telah bekerja dengan baik sesuai dengan sistem yang telah dirancang, dan mendeteksi garis jalan dengan baik. Dan sistem jaringan saraf tiruan pada mobil listrik ini telah bekerja dengan baik, namun masih memiliki error pada beberapa percobaan.

References

- [1] Gonzalez, C. R., & Woods, E. R. (2008). *Digital Image Processing, 3rd Ed.* USA: Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Mulyawan, H. (n.d.). Identifikasi dan Tracking Objek Berbasis Image Processing secara Real Time. *Journal of Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)*.
- [3] Petrou, M., & Petrou, C. (2010). *Image Processing : The Fundamentals.* UK: John Wiley & Sons.
- [4] Wicaksono, F. R. (2018). *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENYORTIR BARANG PADA KONVEYOR DENGAN PENGOLAHAN CITRA.* Bandung: Telkom University.
- [5] Ziqiang, C., Haihui, L., & Jiankang, Z. (2017). Research of the Algorithm Calculating the Length of Bridge Crack Based On Stereo Vision. *The 2017 4th International Conference on Systems and Informatics.* IEEE.