

Identifikasi Jalan Kampus Universitas Sriwijaya Berbasis *Fully Convolutional Networks*

Caroline¹, Abeng Yogta², Rudyanto Thayeb³, Hermawati⁴, Suci Dwijayanti⁵, Bhakti Yudho Suprpto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Indonesia

¹caroline.herry@yahoo.com, ²abeng@hmeunsri.org, ³rudyantothayib@yahoo.co.id, ⁴herma08@gmail.com

⁵suci.dwijayanti@gmail.com, ⁶bhakti@ft.unsri.ac.id

Received 30 November 2019 | Revised 15 Januari 2020 | Accepted 29 Januari 2020

ABSTRAK

Perkembangan mobil listrik sangat pesat seiring dengan semakin berkurangnya sumber energi fosil. Untuk mampu bergerak otomatis identifikasi dan deteksi jalan sangat diperlukan. Namun proses ini sulit dikarenakan jalan yang ada tidak memiliki garis sebagai acuan. Banyak metode yang telah digunakan salah satunya dengan menggunakan *Fully Convolutional Networks* (FCNs). Metode ini berhasil dalam melakukan identifikasi terhadap jalan yang ada pada kampus Universitas Sriwijaya. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai *Intersection over Union* (IoU) 90%. Sehingga, model yang dihasilkan oleh FCNs dapat digunakan untuk identifikasi jalan yang dilalui. Selain itu parameter lain yang diperhitungkan yaitu nilai akurasi 98,12% pada data latih dan 97,87% pada data uji. Sedangkan error yang dihasilkan sebesar 6 % pada data latih dan 7% pada data uji.

Kata kunci: Fully Convolutional Networks (FCNs), Intersection over Union, Jalan kampus, Mobil Listrik

ABSTRACT

The development of electric cars is very rapid along with the decreasing source of fossil energy. To move automatically, the electric car is needs identification and detection of roads. But this process is difficult because the existing road does not have a line as a reference. Many methods have been used, one of them is using Fully Convolutional Networks (FCNs). This method is successful in identifying existing roads on the Sriwijaya University campus. Based on the results of testing, it obtained Intersection over Union (IoU) value of 90%. So, the model produced by FCNs can be used to identify the path traveled. In addition, other parameters taken into account are the accuracy value of 98.12% in the training data and 97.87% in the test data. While the resulting error of 6% in training data and 7% in test data.

Keywords: Electric Car, Fully Convolutional Networks (FCNs), Intersection Over Union, Campus Road,

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini Pengembangan transportasi yang ramah lingkungan terus digalakkan. Khususnya dalam dunia penelitian, banyak topik-topik penelitian yang berkaitan dengan transportasi ramah lingkungan ini dilakukan oleh peneliti. Jalan merupakan salah satu infrastruktur yang harus ada dalam pengembangan alat transportasi ramah lingkungan tersebut. Jalan ini juga faktor penting dalam pengembangan mobil listrik apalagi jika mobil listrik tersebut mampu bergerak secara otomatis. Mobil listrik ini memiliki prospek yang cerah dimasa yang akan datang (Lie, Prasad, & Ding, 2017). Mobil listrik merupakan salah satu alternative kendaraan dimasa yang akan datang namun perkembangan saat ini sangat pesat. Dalam pergerakannya mobil listrik ini terbagi atas manual dan otomatis. Dalam pergerakan otomatis, peranan jalan sangat penting. Hal ini disebabkan karena pada jalan tersebut mobil ini akan bergerak menuju tempat tujuan. Oleh karena itu jalan yang akan dilalui oleh mobil listrik tersebut haruslah dapat dikenali dan diidentifikasi oleh mobil listrik tersebut.

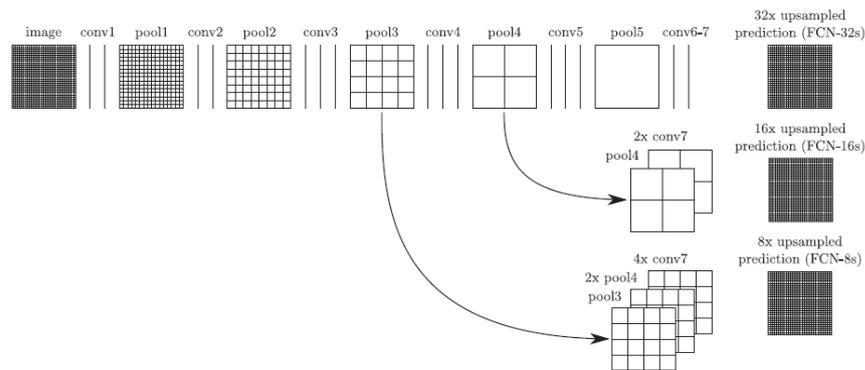
Pengenalan dan identifikasi jalan ini biasanya menggunakan sensor-sensor diantaranya adalah sensor *Light Detection and Ranging* (Lidar)(Feniche & Mazri, 2019), kamera(Nguyen, Tran, & Huang, 2018). Metode yang dipergunakan untuk pengenalan dan identifikasi pun berbagai macam seperti kaliberasi pembacaan kamera dengan memanfaatkan *vanishing point* terhadap arah pergerakan kendaraan(Sochor, 2014), dan deteksi jalur/garis(Thuy & León, 2010). Yang paling banyak digunakan untuk identifikasi jalan ini adalah dengan deteksi jalur (*lane detection*) karena hamper setiap jalan menggunakan jalur atau garis seperti pada jalan raya dan jalan kota(Z. Kim, 2008). Dalam upaya untuk identifikasi jalan ini, peneliti telah menggunakan beberapa algoritma yang handal seperti pengolahan citra(Thuy & León, 2010), algoritma *Hue Saturation Value* (HSV)(Sochor, 2014), *Convolutional Neural Network* (CNN) (J. Kim & Lee, 2014) dan yang terbaru adalah menggunakan *Fully Convolutional Networks* (FCNs)(Nguyen et al., 2018). Diantara metode-metode tersebut yang terbaik dalam melakukan identifikasi adalah FCNs karena metode ini memiliki akurasi yang tinggi. Namun pengujian yang dilakukan hanya pada kondisi jalan yang memiliki garis/*lane*

seperti pada jalan raya. Permasalahannya adalah kondisi jalan yang ada di Indonesia khususnya dalam kampus kebanyakan tidak memiliki garis/lane. Hal ini membuat identifikasi jalan menjadi lebih sulit sehingga jika diterapkan pada mobil listrik otomatis akan menjadi semakin sulit.

Pada penelitian ini akan diterapkan metode FCNs ini pada kondisi jalan yang tidak memiliki garis/lane. Metode ini diharapkan mampu untuk mengidentifikasi jalan sehingga pergerakan mobil listrik secara otomatis akan dapat berjalan dengan baik pada jalan tersebut meskipun jalannya tidak memiliki garis sebagai tanda bantu. Untuk lebih memudahkan maka makalah ini akan dibagi menjadi lima bagian yakni pada bagian pertama akan dibahas pendahuluan dimana permasalahan dan tujuan akan dibahas pada bagian ini. Bagian kedua membahas tentang tinjauan pustaka yang berisikan tentang teori serta rumus yang dipergunakan pada metode FCNs. Kemudian bagian selanjutnya akan dibahas metode penelitian yang dipergunakan pada penelitian ini. Hasil dan pengujian terdapat pada bagian keempat sedangkan kesimpulan merupakan bagian terakhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

FCNN adalah neural network yang memiliki struktur mirip dengan *Convolutional Neural Network* (CNN) hanya saja arsitektur dari FCNN tidak terdapat *fully connected layer* yang terdapat pada CNN. Arsitektur dari FCNN dapat dilihat pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Beberapa Arsitektur FCNN

Pada penelitian ini, arsitektur FCNN yang digunakan adalah arsitektur FCN-8s seperti yang terlihat pada gambar 1. Pada gambar tersebut terdapat beberapa jenis layer yaitu *Image*, *Conv*, *Pool*, dan *Upsampled*. Image layer merupakan layer masukan. Dalam proses trainingnya, diperoleh model yang akan dievaluasi hingga memiliki akurasi yang baik. Dalam mengevaluasi model yang diperoleh dari hasil training digunakan *categorical cross entropy loss function* untuk menentukan nilai kesalahan dari prediksi yang dikeluarkan oleh model tersebut. Persamaan categorical cross entropy seperti pada persamaan berikut

$$Cross\ Entropy\ Loss = -\log\left(\frac{e^{s_p}}{\sum_j e^{s_j}}\right) \tag{1}$$

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan beberapa metode evaluasi pada segmentasi semantic seperti *Confusion Metric*, dan juga *Jaccard Index* atau *Intersection over Union*. Contoh *confusion metric* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. *Confusion Metric*

		Actual Values	
		Lane = Yes	Lane = No
Predicted Values	Lane = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	Lane = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Tabel 1 tersebut diatas memiliki beberapa parameter antara lain *Predicted Values* yaitu nilai prediksi yang diberikan oleh model FCNN, *Actual Values* adalah nilai target yang telah ditentukan. Dari tabel 1 tersebut dapat diperoleh *Classification Performance Metric* lain seperti yang terlihat pada tabel 2 berikut

Tabel 2. Classification Performance Metric

Metric	Formula	Fokus Evaluasi
Accuracy	$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$	Keseluruhan efektifitas model
Precision	$PRC = \frac{TP}{TP + FP}$	Efektifitas model dalam mengidentifikasi <i>Positive Value</i>
Sensitivity	$SNS = \frac{TP}{TP + FN}$	Efektifitas model mengidentifikasi <i>Positive Value</i>
Spesificity	$SPS = \frac{TN}{TN + FP}$	Efektifitas model mengidentifikasi <i>Negative Value</i>

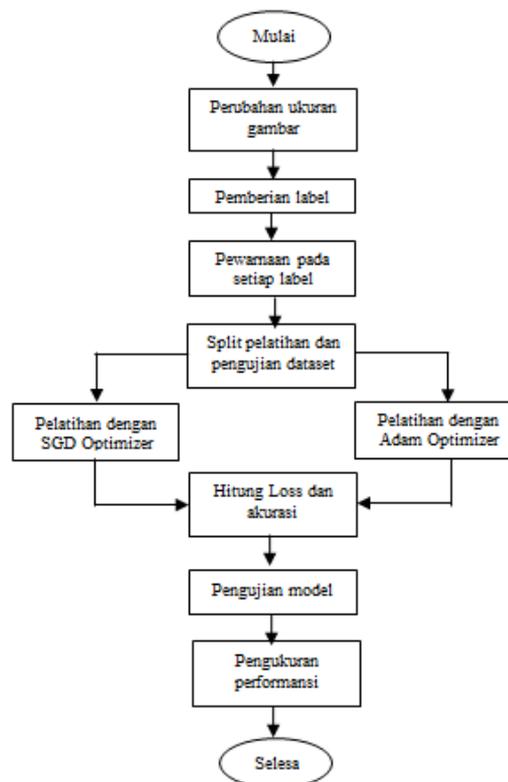
Jaccard Index atau *Intersection over Union* (IoU) adalah ukuran kemiripan dan diversitas antara citra hasil prediksi model dengan citra target. Semakin besar nilai *Jaccard Index* maka semakin mirip citra prediksi dengan citra target. *Jaccard Index* dirumuskan pada persamaan berikut

$$Jaccard\ Index = \frac{TP}{TP+FP+FN} \tag{2}$$

Setelah model dievaluasi menggunakan *Jaccard Index*, model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi jalan yang sedang dilalui oleh kendaraan dalam bentuk citra.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah melakukan identifikasi jalan pada kampus Universitas Sriwijaya dengan menggunakan algoritma FCNs. Untuk memperlancar penelitian maka ada beberapa langkah kerja yang dilakukan pada penelitian ini yaitu seperti pada terlihat pada gambar 2



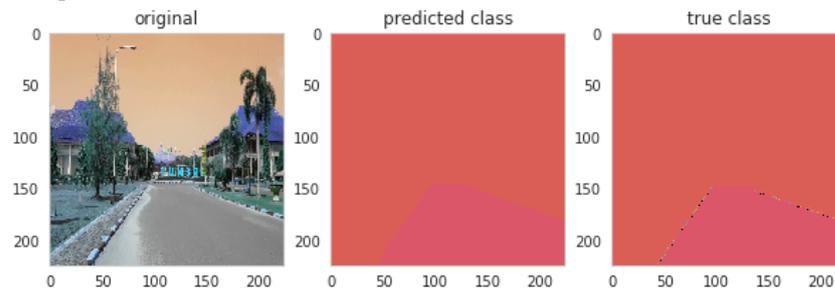
Gambar 2. Diagram alir Pemrosesan FCNs

Gambar 2 tersebut merupakan langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini dimana pelatihannya menggunakan *Stochastic Gradient Descent* (SGD) dengan Nesterov Momentum dan Adam Optimizer. Kemudian sebagai hasilnya akan dicari Loss, akurasi dan performansinya. Adapun kedua optimizer ini memiliki parameter yaitu :

1. *Stochastic Gradient Descent* (SGD) dengan Momentum Nesterov :

- Learning rate = 0,01
- Momentum = 0,9
- Decay = 5^{-4}
- 2. Adam Optimizer
- Learning rate=0,001
- $\beta_1=0.9$
- $\beta_2 = 0.999$
- $\epsilon = 1 \times 10^{-7}$

Identifikasi jalan ini digunakan untuk memperoleh segmentasi semantik dari video yang diperoleh dari IP Camera bagian depan pada mobil listrik. Hal ini diperlukan untuk melakukan pembentukan jalan atau lintasan pada peta yang dibentuk. Program identifikasi jalan ini dibuat menggunakan algoritma FCNN untuk diperoleh model yang digunakan untuk melakukan segmentasi semantik terhadap jalan pada video yang diperoleh seperti contoh pada Gambar 3.



Gambar 3. Pendeteksian jalan pada kampus Universitas Sriwijaya

Hasil pada Gambar 3. ini digunakan untuk melakukan prediksi lebar jalan yang akan dilalui oleh mobil listrik pada peta dengan melihat lebar piksel yang dideteksi sebagai jalan terhadap ukuran aktual yang diukur menggunakan alat ukur meteran. Dalam penelitian ini untuk pelatihan diperlukan data. Data tersebut diperoleh dari *datalogger* serta kamera kiri dan depan pada mobil listrik yang dapat dilihat sampelnya pada gambar 4 berikut ini

	A	Counter	X	Y	Z	Degree
2019/10/25/	06:27:45	0	1	45.36	-14.55	2.14 354.83
2019/10/25/	06:27:47	2	-1	45.36	-14.55	2.24 354.83
2019/10/25/	06:27:48	54	-53	45.27	-14.64	2.04 354.69
2019/10/25/	06:27:50	405	-404	44.55	-14.36	1.43 354.73
2019/10/25/	06:27:51	914	-913	45.18	-13.91	1.53 355.49
2019/10/25/	06:27:53	1497	-1496	45.09	-12	1.63 357.7
2019/10/25/	06:27:54	2195	-2194	44.82	-12.27	1.53 357.29
2019/10/25/	06:27:56	3042	-3041	45	-11.82	1.84 357.89

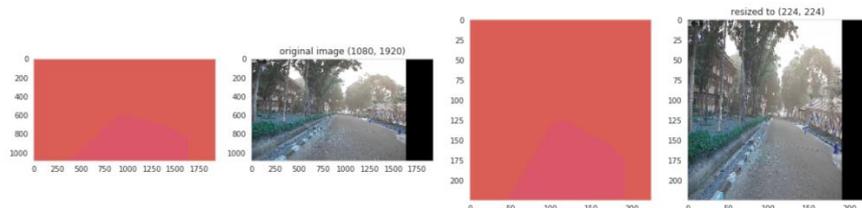
Gambar 4. Sampel data yang diambil

Selain dari data-data tersebut diperoleh juga diambil informasi lainnya seperti diameter roda mobil listrik yaitu sebesar 46 cm. Jarak tempuh dari kendaraan yang terukur menggunakan meteran adalah 2,24183 km.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendeteksian jalan dilakukan dengan menggunakan algoritma FCNN. Sebelum menggunakan algoritma ini diperlukan pemrosesan awal terlebih dahulu yaitu dengan mengecilkan ukuran gambar dari gambar semula berukuran 1080x1920 piksel menjadi 224x224 piksel. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban pada saat training FCNN.

Proses mengubah ukuran gambar ini dapat dilihat pada gambar 5 berikut



ini

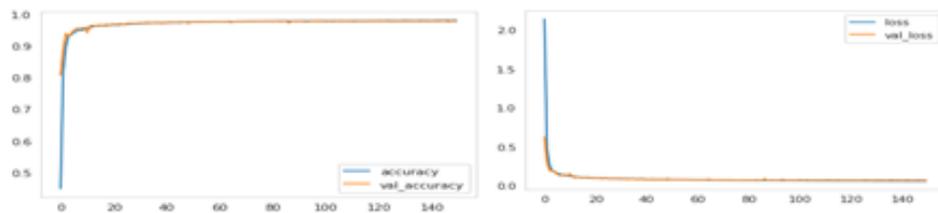
Gambar 5. Perubahan ukuran (*resizing*) gambar dan juga target testing

Setelah gambar dikecilkan dilakukan pengacakan terhadap data latih dan pemecahan data keseluruhan menjadi data latih dan data uji. Hal ini bertujuan untuk membuat data dengan ciri yang sangat mirip dapat terpisah secara acak sehingga proses pelatihan dapat berjalan lebih baik. Jumlah sampel data yang digunakan sebanyak 123 data yang dibagi dengan rasio 85% data latih dan 15% data uji atau dengan kata lain 104 data latih dan 19 data uji. Selanjutnya, proses pelatihan dilakukan adapun beberapa parameter pelatihan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Parameter training

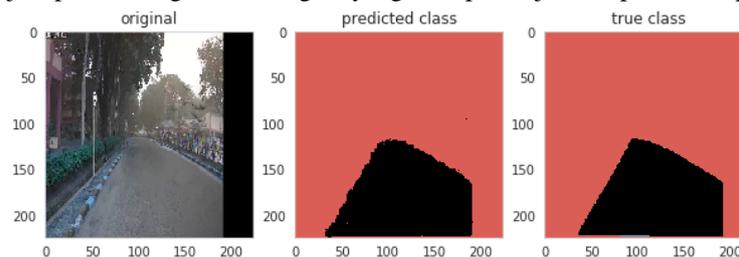
Parameter	Nilai
Jumlah <i>Epoch</i>	150
Arsitektur <i>FCNN</i>	FCN-8s
Metode optimasi model	<i>SGD Optimizer with Momentum</i>
Laju pembelajaran	0,01
Momentum	0,9
Fungsi kesalahan	<i>Categorical Cross Entropy</i>

Setelah parameter tersebut ditentukan proses pelatihan dilakukan menggunakan *Google Colaboratory* dengan menggunakan program identifikasi. Dari hasil pelatihan tersebut diperoleh grafik error dan akurasi dari pelatihan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6



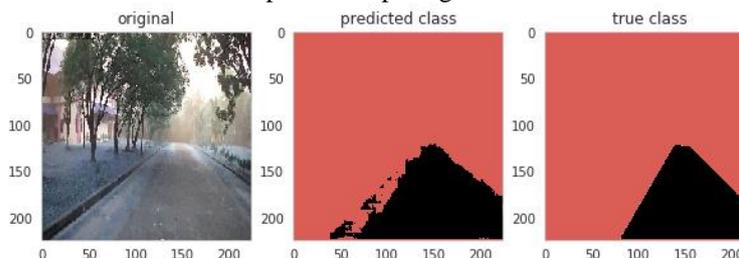
Gambar 6. Grafik Akurasi dan Grafik Loss

Pada proses pelatihan terakhir diperoleh nilai akurasi 98,12% pada data latih dan 97,87% pada data uji. Sementara error yang dihasilkan sebesar 6 % pada data latih dan 7% pada data uji. Dengan nilai akurasi sebesar itu maka model yang sudah diperoleh dapat digunakan untuk menguji proses segmentasi semantiknya. Pengujian prediksi segmentasi bagian yang merupakan jalan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Prediksi FCNN yang cukup mirip

Gambar 7. merupakan hasil prediksi FCNN yang sangat mirip terhadap target yang diinginkan. Selain prediksi tersebut terdapat juga prediksi yang mengalami distorsi atau kesalahan sehingga memiliki tingkat kemiripan yang lebih rendah. Gambar ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Prediksi keluaran FCNN yang memiliki tingkat kemiripan lebih rendah

Tingkat kemiripan yang lebih rendah ini disebabkan oleh beberapa factor dalam proses pelatihan dan penyiapan data. Pada proses penyiapan data untuk menjadi dataset pelatihan perlu diperhatikan dalam pembuatan target harus dibuat lebih teliti, pada data pelatihan yang digunakan terdapat target yang memiliki label yang tidak teliti dalam mengenali jalan. Gambar hasil prediksi FCNN seperti pada Gambar 8 dapat dievaluasi dengan menggunakan *Confusion Metric* dan *Jaccard Index* untuk mengetahui Performa dari model yang telah dihasilkan. Tabel *Confusion metric* dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Confusion Metric

		Actual Values	
		Lane = Yes	Lane = No
Predicted Values	Lane = Yes	True Positive (TP) = 175513	False Positive (FP) = 13658
	Lane = No	False Negative (FN) = 5873	True Negative (TN) = 758300

Dari tabel 4 yang diperoleh dapat dihitung nilai *Jaccard Index* sebagai indeks kemiripan prediksi *FCNs* terhadap target yang dibuat dalam hal ini nilai *Jaccard Index* atau *Intersection over Union* yang dihitung sebesar 0.9 atau 90%. Model yang telah dihasilkan ini berikutnya akan digunakan untuk memprediksi jalan yang sedang dilalui mobil listrik dalam pemetaannya. Sehingga dapat diperkirakan seberapa besar ukuran jalan yang dilalui oleh mobil listrik tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Identifikasi jalan menggunakan metode FCNs dapat dikatakan berhasil dalam mengenali jalan pada kampus Universitas Sriwijaya dengan nilai *Intersection over Union* (IoU) 90%. Sehingga membuat model yang dihasilkan oleh FCNs dapat digunakan untuk identifikasi jalan yang dilalui. Selain itu parameter lain yang diperhitungkan yaitu nilai akurasi 98,12% pada data latih dan 97,87% pada data uji. Sedangkan error yang dihasilkan sebesar 6 % pada data latih dan 7% pada data uji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sriwijaya yang telah membantu pada paper ini melalui hibah penelitian Sains, Teknologi dan Seni (Sateks) dengan nomor kontrak 0146.70/UN9/SB3.LP2M.PT/2019, tanggal 27 juni 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Feniche, M., & Mazri, T. (2019). Lane Detection and Tracking For Intelligent Vehicles: A Survey. In *2019 International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE)* (pp. 1–4). IEEE.
- Kim, J., & Lee, M. (2014). Robust lane detection based on convolutional neural network and random sample consensus. In *International conference on neural information processing* (pp. 454–461). Springer.
- Kim, Z. (2008). Robust lane detection and tracking in challenging scenarios.
- Lie, T. T., Prasad, K., & Ding, N. (2017). The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9, 49. <https://doi.org/10.1504/IJEHV.2017.10003709>
- Nguyen, T.-P., Tran, V.-H., & Huang, C.-C. (2018). Lane Detection and Tracking Based on Fully Convolutional Networks and Probabilistic Graphical Models. In *2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 1282–1287). IEEE.
- Sochor, J. (2014). Fully automated real-time vehicles detection and tracking with lanes analysis. In *Central European Seminar on Computer Graphics*. Citeseer.
- Thuy, M., & León, F. (2010). Lane detection and tracking based on lidar data. *Metrology and Measurement Systems*, 17(3), 311–321.