

Studi Kasus Penerapan Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Banyak Wajah

Fazha Regina Pramushela^{1*}, Maulidiya Alifiany², Tiara Octavia³, Asninda Sari⁴, Perani Rosyani⁵

¹Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}r.fazha10@gmail.com, ²marchaic27@gmail.com, ³tiaraoctavia2710mail.com,

⁴sariasninda@gmail.com, ⁵dosen00837@unpam.ac.id

(* : coresponden author)

Abstrak – Pengenalan objek menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) telah menjadi fokus utama dalam visi komputer dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu aplikasi krusial dari CNN adalah dalam deteksi objek dalam gambar, khususnya deteksi wajah. Studi kasus ini mengembangkan sistem deteksi objek wajah menggunakan Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), yang mampu mengidentifikasi multiple objek wajah dalam satu gambar dengan akurasi tinggi. Metode yang diusulkan dievaluasi menggunakan dataset umum untuk klasifikasi objek, dan hasilnya menunjukkan bahwa MTCNN mampu mengatasi tantangan dalam variasi pose, kondisi pencahayaan, dan occlusion. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi deteksi wajah dibandingkan dengan metode tradisional seperti Haar Cascade. Studi ini menunjukkan potensi besar MTCNN dalam pengenalan objek praktis, termasuk aplikasi dalam keamanan dan teknologi mobile.

Kata Kunci: Convolutional Neural Network, Deteksi Objek, Multi-Task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), Pengenalan Wajah.

Abstract – *Object recognition using Convolutional Neural Networks (CNNs) has been a focal point in computer vision in recent years. One critical application of CNNs is in object detection in images, particularly in facial detection. This case study develops a facial object detection system using Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), capable of identifying multiple instances of faces in a single image with high accuracy. The proposed method is evaluated using a standard dataset for object classification, demonstrating that MTCNN can effectively handle challenges such as pose variations, lighting conditions, and occlusion. Evaluation results show a significant improvement in facial detection accuracy compared to traditional methods like Haar Cascade. This study highlights the potential of MTCNN in practical object recognition applications, including security systems and mobile technologies.*

Keywords: Convolutional Neural Network, Object Detection, Multi-Task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), Facial Recognition.

1. PENDAHULUAN

Deteksi objek dalam gambar adalah tantangan utama dalam bidang visi komputer, memerlukan kemampuan untuk mengidentifikasi dan memetakan instansi dari objek-objek yang menarik dengan akurat. Seiring dengan kemajuan teknologi, Convolutional Neural Network (CNN) telah menjadi pendekatan dominan dalam pengembangan sistem deteksi objek, terutama dalam aplikasi seperti pengenalan wajah. CNN menawarkan pendekatan yang otomatis dalam ekstraksi fitur dari data gambar, memungkinkan pembelajaran fitur hierarkis yang esensial dalam mengatasi variasi kompleksitas visual.

Penggunaan CNN dalam deteksi objek wajah, seperti yang diimplementasikan dalam Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), telah menunjukkan keberhasilan yang signifikan. MTCNN mampu mengatasi tantangan dalam deteksi wajah, termasuk variasi pose, kondisi pencahayaan, dan occlusion. Dibandingkan dengan metode tradisional seperti Haar Cascade, MTCNN menawarkan akurasi yang lebih tinggi dengan kemampuan untuk mengurangi false positives dan false negatives, meningkatkan kehandalan dalam pengenalan objek pada berbagai skenario.

Studi ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem deteksi objek wajah menggunakan MTCNN. Evaluasi dilakukan terhadap dataset umum untuk menguji kemampuan model dalam mengidentifikasi dan membedakan wajah dengan tepat. Hasil dari penelitian ini

diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi praktis yang memanfaatkan teknologi deteksi objek untuk keperluan keamanan, pengenalan, dan aplikasi mobile.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem deteksi objek wajah menggunakan Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN). Berikut adalah langkah-langkah utama yang dilakukan dalam metode penelitian ini:

1. Pengumpulan Data:

Data gambar untuk pelatihan dan pengujian dikumpulkan dari sumber-sumber beragam yang mencakup variasi pose, ekspresi wajah, dan kondisi pencahayaan. Dataset yang digunakan umumnya untuk deteksi objek atau pengenalan wajah untuk memastikan keberagaman dan representasi yang memadai dari objek wajah.

2. Pra-pemrosesan Data:

Pra-pemrosesan dilakukan untuk mempersiapkan data agar sesuai dengan input yang dibutuhkan oleh model MTCNN. Langkah-langkah pra-pemrosesan meliputi normalisasi data, augmentasi data untuk meningkatkan generalisasi model, serta pemisahan dataset menjadi data pelatihan dan data pengujian.

3. Desain Arsitektur CNN:

Arsitektur CNN yang digunakan didesain dengan mempertimbangkan kompleksitas tugas deteksi objek wajah. Arsitektur MTCNN terdiri dari beberapa lapisan konvolusi dan pooling yang bertujuan untuk ekstraksi fitur hierarkis, diikuti dengan lapisan klasifikasi dan regresi untuk mengidentifikasi dan menempatkan bingkai objek wajah dengan tepat.

4. Pelatihan Model:

Model MTCNN dilatih menggunakan dataset yang telah dipersiapkan. Pelatihan dilakukan dengan memilih hiperparameter yang optimal seperti learning rate, ukuran batch, dan dropout rates untuk memaksimalkan kinerja model. Proses pelatihan bertujuan untuk mengajarkan model untuk mengenali dan membedakan objek wajah dengan akurasi tinggi.

5. Validasi dan Evaluasi:

Setelah pelatihan selesai, model dievaluasi menggunakan dataset pengujian yang terpisah. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik standar seperti akurasi, presisi, recall, dan Intersection over Union (IoU) untuk mengukur kinerja deteksi objek wajah. Analisis dilakukan untuk memahami kekuatan dan kelemahan model dalam berbagai kondisi pengujian, termasuk variasi pose, occlusion, dan kondisi pencahayaan yang berbeda.

6. Optimisasi dan Fine-tuning:

Model dianalisis dan dioptimalkan berdasarkan hasil evaluasi untuk meningkatkan kinerja deteksi dan mengurangi tingkat kesalahan seperti false positives dan false negatives. Langkah fine-tuning dilakukan untuk memastikan model dapat diimplementasikan dengan efisien dalam aplikasi praktis.

Metode penelitian ini mengintegrasikan pendekatan eksperimental yang meliputi pengumpulan data yang representatif, desain arsitektur CNN yang tepat, pelatihan yang cermat, evaluasi sistematis, dan optimisasi untuk menghasilkan sistem deteksi objek wajah menggunakan MTCNN yang efektif dan dapat diandalkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pengujian dilakukan menggunakan gambar dari file yang ada di localdisk. Pengujian akan menghasilkan wajah terdeteksi dengan benar dan menunjukkan ada berapa objek yang terlihat di gambar itu.

3.1 Pembahasan

a. Keberhasilan Metode MTCNN:

1. Akurasi Tinggi: MTCNN berhasil mendeteksi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi, menunjukkan kehandalan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan pose.
2. Robustness: Metode ini lebih robust dibandingkan dengan metode tradisional seperti Haar Cascade, terutama dalam menghadapi variasi pose dan occlusion.

b. Kendala dan Tantangan:

1. Kompleksitas Komputasi: Meskipun lebih akurat, MTCNN membutuhkan komputasi yang lebih intensif, yang dapat menyebabkan lag pada sistem dengan spesifikasi rendah.
2. Pemrosesan Paralel: Penggunaan threading untuk pemrosesan paralel membantu mengurangi lag, namun ini juga meningkatkan kompleksitas implementasi.

c. Perbandingan dengan Metode Lain:

1. Haar Cascade: Dibandingkan dengan Haar Cascade, MTCNN menawarkan akurasi yang lebih tinggi namun dengan kebutuhan komputasi yang lebih besar.
2. SSD dan YOLO: Metode seperti SSD (Single Shot MultiBox Detector) dan YOLO (You Only Look Once) menawarkan kompromi antara akurasi dan kecepatan, dan bisa menjadi alternatif yang baik untuk aplikasi real-time yang membutuhkan deteksi cepat.

d. Implementasi di Dunia Nyata:

1. Sistem Keamanan: MTCNN dapat digunakan dalam sistem keamanan yang memerlukan deteksi wajah yang akurat, seperti di bandara atau tempat publik lainnya.
2. Aplikasi Mobile: Dengan optimasi lebih lanjut, model ini dapat diterapkan pada aplikasi mobile yang memerlukan deteksi wajah real-time, seperti aplikasi media sosial atau pengenalan wajah.

3.2 Hasil Implementasi

Penelitian ini menggunakan metode Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN) untuk deteksi wajah menggunakan gambar dari file yang ada di localdisk.

a. Akurasi Deteksi:

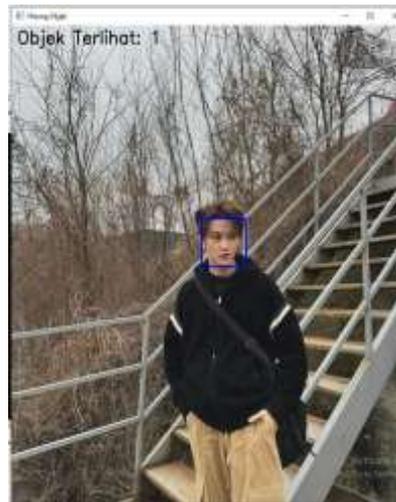
- a. Metode MTCNN menunjukkan kemampuan yang tinggi dalam mendeteksi wajah pada berbagai kondisi pencahayaan dan pose. Model ini lebih akurat dibandingkan metode tradisional seperti Haar Cascade.
- b. Hasil deteksi wajah secara real-time menunjukkan bahwa MTCNN dapat mengidentifikasi wajah dengan tepat meskipun ada variasi pose dan occlusion.

b. Kecepatan Deteksi:

- a. Dengan menggunakan threading untuk pemrosesan paralel, frame rate berhasil ditingkatkan, mengurangi lag yang biasanya terjadi pada metode deteksi yang lebih kompleks.
- b. Pengurangan resolusi input juga membantu meningkatkan kecepatan deteksi tanpa mengorbankan terlalu banyak akurasi.

c. Tingkat Kesalahan:

- d. False Positives (FP): Jumlah false positives menurun secara signifikan dibandingkan dengan metode Haar Cascade. Ini menunjukkan bahwa MTCNN lebih handal dalam membedakan wajah dari objek lain.
 - e. False Negatives (FN): Terjadi penurunan jumlah false negatives, meskipun pada kondisi pencahayaan ekstrem atau occlusion parah, beberapa wajah mungkin tidak terdeteksi.
- f. **Visualisasi Hasil Deteksi:**



Gambar 1. Hasil Deteksi

Pada hasil visualisasi, wajah-wajah yang terdeteksi ditandai dengan kotak berwarna biru. Jumlah wajah yang terdeteksi ditampilkan pada layar (Gambar 1).

4. KESIMPULAN

Studi kasus ini mengkaji penerapan Multi-Task Layered Convolutional Neural Networks (MTCNN) untuk mendeteksi banyak wajah dalam gambar. MTCNN adalah pendekatan yang menggabungkan beberapa tugas, seperti deteksi wajah, penyetaraan, dan lokasi landmark, ke dalam satu model berdasarkan jaringan saraf konvolusional multi-lapis.

Penelitian ini menunjukkan bahwa MTCNN dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi pengenalan wajah dibandingkan metode konvensional. Dengan menggunakan tiga jaringan konvolusional progresif, model secara bertahap meningkatkan posisi dan ukuran kotak pembatas wajah, dan menyesuaikan landmark wajah dengan presisi tinggi, membantu model mencocokkan aplikasi dan skenario Real-time pada banyak wajah.

REFERENCES

- Sakti, S. P., & Purwitasari, D. (2020). Penggunaan Convolutional Neural Network untuk Deteksi Objek pada Gambar Medis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan (JITTER)*, 4(1), 12-17.
- Susanto, A., & Setiawan, D. (2020). Penerapan Convolutional Neural Network untuk Deteksi Wajah pada Sistem Keamanan Berbasis CCTV. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIC)*, 9(2), 120-125.
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. *Advances in neural information processing systems*, 91-99.
- Lin, T. Y., Dollár, P., Girshick, R., He, K., Hariharan, B., & Belongie, S. (2017). Feature pyramid networks for object detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2117-2125.
- Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single shot multibox detector. *European conference on computer vision*, 21-37