

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE CAPSULE NETWORK MODEL WITH ACTIVATION FUNCTIONS FOR X-RAY IMAGE CLASSIFICATION IN PNEUMONIA DETECTION

By

Alfredo Raul Adamsyah

Capsule Network (CapsNet) is a development of the Convolutional Neural Network (CNN) that is widely used in image processing, particularly to enhance the model's ability to preserve spatial relationships among object features. This study aims to implement the CapsNet model for the classification of chest X-ray images in pneumonia detection. The dataset used in this study consists of 5,863 chest X-ray images categorized into two classes: normal and pneumonia. The research stages include image preprocessing in the form of image resizing and pixel value normalization, followed by training using the CapsNet architecture for 30 epochs. The activation functions employed include ReLU in the convolutional layer, the squash function in the capsule layer to preserve spatial information in vector form, and the softmax function in the routing by agreement process. The training results show a consistent performance improvement, with training accuracy reaching 98.13% and validation accuracy achieving 96.12% at the 30th epoch. During the testing phase, the model achieved an accuracy of 96.36% with a loss value of 4.33%. Evaluation using the classification report indicates high precision and recall values for both classes, particularly for the pneumonia class, with a precision of 0.98 and a recall of 0.97. The relatively balanced macro average and weighted average F1-score values indicate that the model does not experience significant overfitting and demonstrates good generalization ability despite the imbalanced test data.

Keywords: Capsule Network, Fungsi Aktivasi, Klasifikasi Citra X-ray, Pneumonia, Deep Learning.

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL CAPSULE NETWORK DENGAN FUNGSI AKTIVASI UNTUK KLASIFIKASI CITRA X-RAY DALAM DETEKSI PNEUMONIA

Oleh

Alfredo Raul Adamsyah

Capsule Network (CapsNet) merupakan pengembangan dari *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan dalam pengolahan citra, khususnya untuk meningkatkan kemampuan model dalam mempertahankan hubungan spasial antar fitur objek. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model CapsNet dalam klasifikasi citra *x-ray* untuk deteksi pneumonia. Dataset yang digunakan terdiri dari 5.863 citra *x-ray* paru-paru yang dikategorikan ke dalam dua kelas, yaitu normal dan pneumonia. Tahapan penelitian meliputi praproses citra berupa penyeragaman ukuran dan normalisasi nilai piksel, kemudian dilakukan pelatihan menggunakan arsitektur CapsNet selama 30 *epoch*. Fungsi aktivasi yang digunakan meliputi ReLU pada lapisan konvolusi, fungsi *squash* pada lapisan kapsul untuk mempertahankan informasi spasial dalam bentuk vektor, serta fungsi *softmax* pada proses *routing by agreement*. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan kinerja yang konsisten, dengan akurasi pelatihan mencapai 98,13% dan akurasi validasi sebesar 96,12% pada *epoch* ke-30. Pada tahap pengujian, model memperoleh akurasi sebesar 96,36% dengan nilai *loss* sebesar 4,33%. Evaluasi menggunakan *classification report* menunjukkan nilai *precision* dan *recall* yang tinggi pada kedua kelas, khususnya pada kelas pneumonia dengan *precision* sebesar 0,98 dan *recall* sebesar 0,97. Nilai *macro average* dan *weighted average F1-score* yang relatif seimbang menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* yang signifikan serta memiliki kemampuan generalisasi yang baik meskipun data uji bersifat tidak seimbang.

Kata-kata kunci: *Capsule Network*, Fungsi Aktivasi, Klasifikasi Citra *X-ray*, Pneumonia, *Deep Learning*.