

INTISARI

Pengenalan digit tulisan tangan tetap menjadi tantangan klasik yang relevan dalam bidang penglihatan komputer dan pembelajaran mesin. Variasi alami dalam gaya tulisan tangan manusia menuntut model klasifikasi dengan kemampuan generalisasi yang kuat. Penelitian ini mengevaluasi dampak augmentasi data menggunakan Cycle-Consistent Generative Adversarial Networks (CycleGAN) terhadap akurasi pengenalan digit tulisan tangan menggunakan dataset MNIST. Dua arsitektur model yang diuji adalah Convolutional Neural Network (CNN) dan model hibrida yang menggabungkan CNN dengan Bidirectional Long Short-Term Memory (CNN-BiLSTM). Proses augmentasi menghasilkan citra sintetis yang menyerupai digit tulisan tangan asli untuk memperkaya keragaman data pelatihan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja kedua model meningkat setelah diterapkan augmentasi berbasis CycleGAN. Model CNN memberikan akurasi 99,14%, sedikit lebih unggul dibandingkan model CNN-BiLSTM yang mencapai akurasi 98,95%. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstraksi fitur spasial dan sekuensial yang didukung dengan augmentasi data sintetis dapat meningkatkan akurasi pengenalan dalam tugas klasifikasi digit tulisan tangan.

Kata Kunci: Pengenalan Digit Tulisan Tangan, MNIST, Augmentasi Data, CycleGAN, Convolutional Neural Network (CNN), Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM).

ABSTRACT

Handwritten digit recognition remains a relevant classic challenge in the fields of computer vision and machine learning. The natural variation in human handwriting styles demands classification models with strong generalization capabilities. This study evaluates the impact of data augmentation using Cycle-Consistent Generative Adversarial Networks (CycleGAN) on the accuracy of handwritten digit recognition using the MNIST dataset. Two model architectures tested include Convolutional Neural Network (CNN) and a hybrid model combining CNN with Bidirectional Long Short-Term Memory (CNN-BiLSTM). The augmentation process generates synthetic images that resemble real handwritten digits to enrich the diversity of the training data. Evaluation results show that the performance of both models improved after applying CycleGAN-based augmentation. The CNN model achieved an accuracy of 99.14%, slightly outperforming the CNN-BiLSTM model, which achieved an accuracy of 98.95%. These findings demonstrate that combining spatial and sequential feature extraction supported by synthetic data augmentation can improve recognition accuracy in handwritten digit classification tasks.

Keywords: Handwritten Digit Recognition, MNIST, Data Augmentation, CycleGAN, Convolutional Neural Network (CNN), Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM).