

Bab 14: Convolutional Neural Networks (CNN)

Tujuan Bab

Memahami arsitektur dan prinsip kerja Convolutional Neural Networks (CNN)—model deep learning yang unggul dalam pengolahan gambar, serta membangun dan melatih CNN menggunakan Keras.

Konsep Utama

1. Kelebihan CNN untuk Gambar

CNN dirancang untuk mengenali pola spasial (lokal) dalam data visual. Tiga properti utama:

- Sparse interactions: Setiap neuron hanya terhubung ke sebagian kecil input
- Parameter sharing: Satu filter digunakan untuk seluruh citra
- Equivariance to translation: Perpindahan objek di gambar tetap bisa dikenali

2. Lapisan Konvolusi

Lapisan utama CNN. Filter (kernel) digeser di atas input untuk menghasilkan fitur spasial.

Contoh:

```
keras.layers.Conv2D(filters=32, kernel_size=3, strides=1, padding="same",  
activation="relu")
```

3. Lapisan Pooling

Digunakan untuk menurunkan dimensi spasial dan menonjolkan fitur penting.

- MaxPooling: Mengambil nilai maksimum dari area tertentu
- AveragePooling: Mengambil nilai rata-rata

Contoh:

```
keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=2)
```

4. Arsitektur CNN Klasik

Umumnya terdiri dari beberapa blok:

[Conv → ReLU → Pool] → ... → Flatten → Dense → Output

5. Padding dan Strides

- Padding: “same” untuk mempertahankan ukuran input, “valid” untuk tanpa padding
- Strides: Langkah pergeseran filter, mempengaruhi resolusi output

6. Image Classification dengan CNN

Dataset: Fashion MNIST

CNN dibangun untuk mengenali kategori pakaian seperti sepatu, kaus, dll.

Contoh arsitektur:

```
model = keras.models.Sequential([
    keras.layers.Conv2D(32, 3, activation="relu", padding="same", input_shape=[28, 28, 1]),
    keras.layers.MaxPooling2D(2),
    keras.layers.Conv2D(64, 3, activation="relu", padding="same"),
    keras.layers.MaxPooling2D(2),
    keras.layers.Flatten(),
    keras.layers.Dense(128, activation="relu"),
    keras.layers.Dense(10, activation="softmax")
])
```

7. Augmentasi Data

Digunakan untuk memperbesar data pelatihan dan meningkatkan generalisasi.

Contoh:

```
datagen = keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator(  
    rotation_range=10,  
    width_shift_range=0.1,  
    height_shift_range=0.1,  
    zoom_range=0.1  
)
```

8. Transfer Learning

Menggunakan CNN pra-latih (misal: dari ImageNet) dan fine-tune untuk tugas spesifik.

Contoh (menggunakan MobileNetV2):

```
base_model = keras.applications.MobileNetV2(include_top=False,  
input_shape=[224,224,3])  
  
base_model.trainable = False # freeze layer
```

Proyek / Notebook Praktik

Isi:

- Konstruksi CNN dari nol untuk Fashion MNIST
- Augmentasi gambar dengan ImageDataGenerator
- Evaluasi model CNN vs Dense Network
- Fine-tuning model pra-latih (transfer learning)

Inti Pelajaran

Konsep	Penjelasan
Conv2D	Mendeteksi pola lokal dengan filter
Pooling	Reduksi dimensi dan highlight fitur
Padding/Strides	Kontrol dimensi output layer
Flatten & Dense	Pengambilan keputusan di akhir CNN
Data Augmentation	Membantu menghindari overfitting
Transfer Learning	Memanfaatkan model besar yang sudah dilatih

Kesimpulan

Bab ini memperkenalkan struktur CNN dan aplikasinya dalam klasifikasi gambar. CNN sangat efisien dan akurat dalam mendeteksi fitur spasial dari gambar. Konsep transfer learning juga menjadi alat penting untuk meningkatkan performa model dengan data terbatas.