

Michael Jonathan Halim - 13521124 - GAIB Bonus - CNN

1. Jelaskan proses pelatihan yang ada pada CNN! (preferably jelaskan implementasi peserta mengenai setiap method secara singkat)
 - a. Sebelum proses pelatihan, pastikan untuk melakukan preprocess data image dengan normalisasi nilai setiap pixel agar range nilai berada pada rentang $[0,1]$
 - b. Inisialisasi model dilakukan dengan membentuk arsitektur CNN yang diinginkan. Arsitektur diatur dengan menambahkan layer-layer yang diinginkan berikut parameternya seperti jumlah filter, ukuran filter, dan fungsi aktivasi.
 - c. Pada proses pelatihan CNN ini, terdapat beberapa langkah, yaitu
 - i. Forward Propagation, dimana data train melalui lapisan-lapisan CNN, dimulai dari input gambar hingga menghasilkan output prediksi.
 - ii. Menghitung loss, dimana model membandingkan hasil prediksi dengan label yang sebenarnya untuk mengetahui seberapa bagus hasil prediksi model sekarang mendekati target.
 - iii. Backward Propagation, dimana gradien loss dihitung mundur dari lapisan terakhir hingga lapisan awal untuk memperbarui bobot dan bias dari setiap lapisan untuk meminimalkan loss.
 - iv. Update bobot dan bias, dimana hasil dari backward propagation setiap layer digunakan untuk memperbarui bobot dan bias yang dimiliki layer tersebut. Namun, tidak semua layer melalui tahap ini karena tidak semua layer memiliki atribut bobot dan bias seperti MaxPooling2D.
 - v. Iterasi dan Epochs, dimana proses forward hingga update bobot dan bias dilakukan berulang-ulang selama beberapa epoch yang ditentukan hingga seluruh dataset training dilewati oleh model.
 - vi. Evaluasi model, dimana model melakukan prediksi pada data testing dan membandingkan dengan target asli untuk mendapatkan nilai metrik seperti akurasi.
 - d. Untuk penjelasan setiap layer,
 - i. Conv2D

1. Konstruktor: Menyimpan parameter yang diperlukan seperti jumlah kernel, ukuran kernel, dan input channels. Menginisialisasi kernel-kernel.
2. Patches generator: Membuat patch yaitu seluruh wilayah yang dapat dibentuk dari gambar sesuai dengan ukuran kernel yang ditentukan.
3. Forward: Untuk setiap patch yang dibuat oleh patches generator, dilakukan perhitungan yaitu element wise multiplication operation antara kernel dengan patch, lalu disimpan pada convolution output.
4. Backward: Untuk setiap patch yang dibuat oleh patches generator, dilakukan perhitungan gradien untuk setiap filter pada kernel weights dengan aturan chain rule. Dilakukan juga perhitungan gradien untuk input gambar dengan mengalikan gradien dari loss function terhadap output dengan kernel.
5. Update weights: Untuk seluruh kernel, dikurangkan nilainya dengan hasil perkalian antara learning rate dengan turunan terhadap kernel tersebut.

ii. MaxPool2D:

1. Konstruktor: Menyimpan ukuran pool.
2. Patches generator: Membuat patch yaitu seluruh wilayah yang dapat dibentuk dari gambar sesuai dengan ukuran pool yang ditentukan.
3. Forward: Mencari maximum value dari setiap patch dan menyimpannya pada output max pooling untuk setiap kernel.
4. Backward: Untuk setiap patch, dicari lokasi index dimana maximum value berada dan disimpan gradien dari output pada lokasi tersebut untuk setiap kernel.
5. Tidak dilakukan update weights

iii. Flatten:

1. Forward: Mengubah input image menjadi 1D vector untuk dijadikan input dense layer.

2. Backward: Mengubah gradien menjadi dimensi yang sama dengan input awalnya.
3. Tidak dilakukan update weights

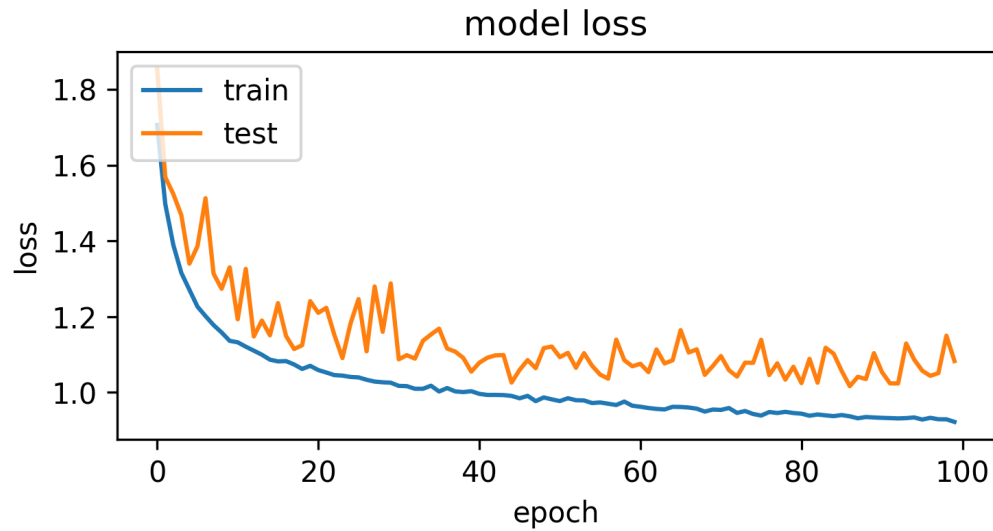
2. Jelaskan yang dimaksud dengan convo layer dan pooling layer.

- a. Convolutional Layer adalah salah satu lapisan utama pada arsitektur CNN yang bertanggung jawab untuk mengekstrak fitur-fitur penting dari gambar melalui operasi konvolusi. Operasi ini dilakukan dengan mengiterasi seluruh patch dengan menggeser kernel pada seluruh gambar untuk menghasilkan hasil konvolusi yang dikenal sebagai feature maps.
- b. Pooling Layer adalah salah satu lapisan yang digunakan pada arsitektur CNN untuk mengurangi dimensi dari output yang dihasilkan oleh convolutional layer. Teknik pooling yang umum digunakan adalah max pooling dan average pooling, dimana max pooling akan mengambil nilai maksimum dari ukuran kernel yang ditentukan (misalkan 2x2) pada feature maps hasil konvolusi dan dijadikan representasi fitur terbaik dari wilayah tersebut untuk seluruh wilayah. Sedangkan average pooling akan menghitung nilai average dari seluruh nilai yang ada pada wilayah tersebut.

3. Jelaskan mengapa keunggulan CNN terletak pada klasifikasi gambar. Berikan contoh dapat berupa gambar atau visualisasi training yang mendukung argumen peserta.

- a. Dapat secara otomatis mengekstraksi fitur penting dari setiap gambar tanpa bantuan manusia melalui proses konvolusi dan pooling.
- b. Lebih efisien dibandingkan metode neural network lainnya terutama untuk memori dan kompleksitas.
- c. CNN juga memiliki kemampuan untuk menjadi invarian terhadap transformasi sederhana seperti pergeseran, rotasi, dan perbesaran. Inilah mengapa sering dilakukannya data augmentasi dengan melakukan random flip, zoom, rotation sebagai data training. Model akan tetap bisa mengenali objek yang sama dalam gambar walaupun sudah mengalami transformasi sederhana.

- d. CNN dapat mempelajari pola yang sama dari gambar-gambar berbeda dengan konsep shared weights.



Dapat dilihat bahwa semakin banyak iterasi epoch training model, semakin kecil loss yang dihasilkan, hal ini karena model semakin bisa mempelajari pola yang sama dari gambar-gambar berbeda untuk suatu kelas yang sama dengan melakukan training pada gambar yang lebih banyak.