

Nama : Arfara Yema Samgusdian
NIM : 1103202004
Kelas : TK-44-G4

BACKPROPAGATION

Definisi Backpropagation

Backpropagation adalah sebuah algoritma optimisasi yang digunakan untuk melatih model neural networks dalam machine learning. Tujuan utamanya adalah meminimalkan kesalahan (error) antara prediksi model dan nilai sebenarnya (ground truth) dengan menyesuaikan parameter-model, seperti bobot (weights) dan bias.

Langkah-langkah Backpropagation

Inisialisasi

Setiap bobot dan bias diinisialisasi secara acak.

Forward Pass

Input diberikan ke jaringan dan mengalir ke depan melalui lapisan-lapisan neural networks.

Bobot dan bias digunakan untuk menghitung output melalui fungsi aktivasi.

Loss Calculation

Fungsi kerugian (loss function) mengukur seberapa baik prediksi model sesuai dengan nilai sebenarnya.

Backward Pass

Mulai dari lapisan output, hitung gradien fungsi kerugian terhadap bobot dan bias menggunakan aturan rantai.

Gradient Descent

Update bobot dan bias dengan menggunakan gradien yang dihitung untuk mengurangi nilai fungsi kerugian.

Iterasi

Proses ini diulangi sejumlah iterasi (epoch) hingga konvergensi atau sampai model menghasilkan hasil yang memuaskan.

Rumus Backpropagation

Jika L adalah fungsi kerugian, W adalah bobot, b adalah bias, dan a adalah output dari suatu lapisan, maka rumus dasar backpropagation adalah:

$$\frac{\partial L}{\partial W} = \frac{\partial L}{\partial a} \cdot \frac{\partial a}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial W}$$

Di mana:

- $\frac{\partial L}{\partial a}$ adalah gradien fungsi kerugian terhadap output.
- $\frac{\partial a}{\partial z}$ adalah gradien fungsi aktivasi terhadap input.
- $\frac{\partial z}{\partial W}$ adalah gradien input terhadap bobot.

Learning Rate

Menentukan seberapa besar langkah yang diambil selama optimisasi.

Regularisasi

Penggunaan teknik seperti L1 atau L2 regularization untuk mencegah overfitting.

Batch Gradient Descent

Menghitung gradien dengan seluruh dataset.

Mini-Batch Gradient Descent

Menggunakan subset (mini-batch) dari dataset untuk menghitung gradien.

Stochastic Gradient Descent (SGD)

Menggunakan satu data sekaligus untuk menghitung gradien.

Keunggulan Backpropagation

Universal Approximation Theorem

Neural networks dengan backpropagation memiliki kemampuan teoritis untuk mendekati fungsi apa pun, sehingga dapat menangani tugas-tugas yang kompleks dan non-linear.

Pemahaman Representasi Fitur

Backpropagation dapat mempelajari representasi fitur yang penting dari data, sehingga model dapat secara otomatis mengekstraksi pola yang relevan.

Fleksibilitas dalam Tugas

Cocok untuk berbagai macam tugas, seperti klasifikasi, regresi, deteksi pola, dan bahkan tugas-tugas yang lebih kompleks seperti pengenalan wajah atau bahasa alami.

Adaptasi terhadap Data yang Berubah

Dengan pelatihan yang tepat, model dapat beradaptasi dengan baik terhadap perubahan dalam data masukan.

Pengolahan Paralel

Dapat diimplementasikan secara paralel pada perangkat keras khusus, memungkinkan pemrosesan yang cepat untuk sejumlah besar data.

Kelemahan Backpropagation

Sensitif terhadap Inisialisasi Bobot:

Kinerja model dapat sangat tergantung pada inisialisasi bobot yang acak, dan sering memerlukan eksperimen untuk menemukan inisialisasi yang baik.

Kemungkinan Overfitting

Neural networks cenderung dapat memfitting data pelatihan dengan sangat baik, yang bisa menyebabkan overfitting terhadap noise atau variabilitas yang tidak relevan dalam data.

Memerlukan Jumlah Data yang Besar

Dalam beberapa kasus, neural networks memerlukan jumlah data pelatihan yang besar untuk menghindari overfitting dan menghasilkan model yang umum.

Kompleksitas Komputasi

Pelatihan neural networks memerlukan sumber daya komputasi yang besar, terutama untuk model yang sangat kompleks atau tugas yang melibatkan data besar.

Pilihan Hyperparameter yang Kritis

Pemilihan learning rate, jumlah lapisan, dan jumlah neuron dalam setiap lapisan dapat mempengaruhi kinerja model secara signifikan, dan menemukan kombinasi yang optimal bisa menjadi tantangan.

Penggunaan Backpropagation

Klasifikasi

Backpropagation sering digunakan untuk tugas klasifikasi, seperti mengenali gambar atau mengelompokkan data.

Regresi

Dapat digunakan untuk tugas regresi, seperti memprediksi nilai numerik berdasarkan input tertentu.

Pengenalan Pola

Cocok untuk tugas-tugas pengenalan pola kompleks, seperti pengenalan wajah atau tulisan tangan.

Pengolahan Bahasa Alami

Dapat digunakan dalam pemrosesan bahasa alami untuk tugas seperti penerjemahan mesin atau analisis sentimen.

Klasifikasi Gambar dan Pengolahan Citra

Efektif dalam klasifikasi gambar dan tugas-tugas pengolahan citra lainnya.

Prediksi Waktu Seri

Digunakan untuk menganalisis dan memprediksi data deret waktu, seperti dalam keuangan atau prediksi cuaca.

Kesimpulan

Backpropagation adalah inti dari pelatihan model neural networks. Dengan menghitung gradien dan melakukan iterasi melalui dataset, model dapat belajar untuk membuat prediksi yang lebih baik seiring waktu. Pemahaman yang mendalam tentang konsep ini penting untuk mengimplementasikan dan mengoptimalkan model dengan efektif.