

Олексієвець Олександр Володимирович, магістрант 2 курсу

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

Науковий керівник: Демчишин Анатолій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

КЛЮЧОВІ СЛОВА: підвищення роздільної здатності зображень, зменшення ваги, випадання нейронів, нормалізація пакетів.

Зображення є одним із найбільш поширених та важливих типів даних в сучасному світі. Вони використовуються в багатьох галузях, таких як медицина, промисловість, розваги, наука та ін. Одним з найважливіших параметрів зображення є його роздільна здатність, яка визначається кількістю пікселів на одиницю довжини. Підвищення роздільної здатності зображень може значно покращити їх якість та деталізацію, що є важливим для багатьох застосувань. Нейронні мережі в наш час є доволі потужним інструментом для роботи з зображеннями та обробки інших типів даних. Проблема підвищення роздільної здатності зображень і використання для цього нейронних мереж є актуальною з кількох причин:

1. Покращення якості зображень. Висока роздільна здатність зображень є важливою для багатьох застосувань, таких як медична діагностика, візуальне сприйняття, безпека та нагляд. Збільшення роздільної здатності зображень дозволяє отримати більш детальну інформацію, що може допомогти у поліпшенні точності аналізу, діагностики та розпізнавання об'єктів.

2. Розвиток області штучного інтелекту. Нейронні мережі є потужним інструментом у сфері штучного інтелекту, і забезпечення їх здатності до обробки зображень з високою роздільною здатністю важливо для багатьох завдань, таких як комп'ютерне зорове сприйняття, розпізнавання образів та глибинне навчання. Завдяки розвитку нейронних мереж із здатністю до підвищення роздільної здатності, можна досягти значного прогресу у багатьох галузях.

3. Зростання обчислювальних можливостей. Завдяки швидкому розвитку

обчислювальних технологій, таких як графічні процесори (GPU) та тензорні прискорювачі, стало можливим ефективно виконувати обчислення для обробки великих зображень з високою роздільною здатністю. Це відкриває нові можливості для застосування нейронних мереж у завданнях підвищення роздільної здатності зображень.

Існує багато архітектур нейронних мереж, які можуть вирішити цю проблему, проте вибір структури мережі та методів її оптимізації, що позитивно вплинули б на навчання мережі та дозволили уникнути проблеми перенавчання, залишається викликом.

З метою вирішення цього завдання було створено програмний застосунок, який дозволяє підвищувати роздільну здатність зображення, на основі навченої нейромережі для підвищення роздільної здатності зображень (SRCNN). Для оптимізації навчання мережі розглянуто наступні методи регуляризації мережі: зменшення ваги, випадання нейронів, нормалізація пакетів.

Зменшення ваги (weight decay) це техніка регуляризації шляхом додавання певного штрафу, найчастіше цим штрафом виступає Евклідова норма [1] (L2 norm) вагових коефіцієнтів, до функції втрат:

$$loss = loss + weight\ decay\ parameter * L2\ norm\ of\ the\ weights,$$

де N - кількість прикладів у тренувальному датасеті, y - цільові значення, $f(x)$ - прогнозовані значення, w - вага моделі.

Використання цієї техніки [1]:

1. дозволяє уникнути перенавчання мережі;
2. зменшує вплив великих значень ваг на модель;
3. забезпечує більш точні прогнози на нових даних;

4. дозволяє зберегти значення вагових коефіцієнтів малими та уникнути вибуху градієнта: оскільки Евклідова норма додається до функції втрат, то на кожній ітерації мережа намагатиметься оптимізувати вагові коефіцієнти невідривно від самої функції втрат, це дозволить зберігати якомога менші значення вагових коефіцієнтів, і таким чином уникнути виникнення вибуху градієнту.

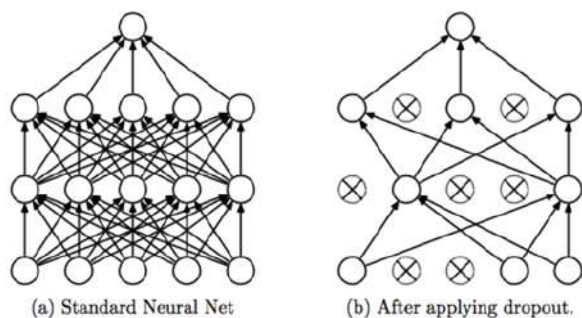


Рисунок 1 - Приклад використання техніки випадання нейронів на одній з ітерацій навчання мережі

Випадання нейронів (dropout) є одним із методів регуляризації нейронних мереж, який допомагає уникнути перенавчання та забезпечує більш точні прогнози на нових даних. Він зменшує взаємозв'язок між шарами нейронної мережі, що призводить до

випадкового зменшення числа параметрів моделі та збільшення різноманітності між моделями, що в результаті допомагає уникнути перенавчання.

Під “випаданням” мають на увазі, що ці одиниці не беруться до уваги при проходженні даних через них вперед або назад [2] (рисунок 1).

Нормалізація пакетів (batch normalization, далі BN) є одним із методів регуляризації нейронних мереж, який забезпечує стабільність та швидкість навчання [3]. Він зменшує взаємозв'язок між шарами нейронної мережі та забезпечує сталу нормалізацію ваг та зміщень.

Складається цей метод з нормалізації векторів активації прихованих шарів нейронної мережі за допомогою використання середнього значення (mean) та дисперсії поточного batch'у. Нормалізація використовується перед або після використання нелінійної функції.

BN забезпечує нормалізацію вихідних значень по всій групі зображень (batch) і зменшує кореляцію між різними каналами зображення. Це зменшує вплив варіацій між зображеннями та допомагає моделі швидше зберігати та відтворювати деталі зображення [4].

Висновки. Таким чином, застосування BN допомагає збільшити роздільну здатність зображень у нейронних мережах, знижує вплив шуму та варіацій між зображеннями, і забезпечує більш швидке та стабільне навчання.

Список інформаційних джерел

1. On the Periodic Behavior of Neural Network Training with Batch Normalization and Weight Decay / E. Lobacheva et al. URL: <https://arxiv.org/pdf/2106.15739.pdf>.
2. Brownlee J. A gentle introduction to dropout for regularizing deep neural networks - machinelearningmastery.com. MachineLearningMastery.com. URL: <https://machinelearningmastery.com/dropout-for-regularizing-deep-neural-networks/>
3. Ioffe S., Szegedy C. Batch normalization: accelerating deep network training by reducing internal covariate shift. URL: <http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru//pubs/archive/43442.pdf>.
4. Adaptive Cross Batch Normalization for Metric Learning / T. Ajanthan et al. URL: <https://arxiv.org/pdf/2303.17127.pdf>