

АНАЛІЗ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З ДОПОМОГОЮ ФУР'Є ПЕРЕТВОРЕННЯ

ANALYSIS OF DEEP NEURAL NETWORKS USING FOURIER TRANSFORM

Олександр Тимошук, Петро Янчук

*Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені Степана Дем'янука, вул.
Степана Дем'янука, 4, Рівне, 33027, Україна*

Abstract. Deep neural networks (DNNs) have become an important tool in various fields of science and technology due to their ability to recognize complex patterns and find hidden relationships in large volumes of data. However, understanding the inner workings of these models remains a challenge. This thesis examines the application of the Fourier transform to analyze the internal structure and behavior of deep neural networks.

Перетворення Фур'є є математичним інструментом, який дозволяє аналізувати сигнали у частотній області, розкладаючи їх на синусоїдальні компоненти з різними частотами. Нижче наведено приклади застосування перетворення Фур'є у контексті глибоких нейронних мереж.

Спектральний аналіз активацій шарів. Глибокі нейронні мережі складаються з численних шарів, кожен з яких обробляє дані, генеруючи активації, які потім передаються на наступний шар. Перетворення Фур'є дозволяє проаналізувати ці активації у частотній області.

- *Аналіз активацій шарів.* Використання перетворення Фур'є для активацій шарів може допомогти виявити, які частотні компоненти переважають на різних етапах обробки.

- *Виявлення ключових частот.* Частотний аналіз може показати, які частоти найбільше впливають на результати мережі, що дозволяє зрозуміти, як мережа розпізнає патерни в даних.

Виявлення надмірної підгонки. Перетворення Фур'є може бути використано для виявлення ознак надмірної підгонки моделі [1].

- *Частотний аналіз втрат.* Аналіз спектра втрат під час тренування мережі може показати, чи модель пристосовується до шуму у тренувальних даних.

- *Порівняння тренувальних і валідаційних активацій.* Спектральний аналіз активацій на тренувальних і валідаційних даних може виявити різницю в частотних характеристиках, що також може свідчити про надмірну підгонку.

Оцінка архітектур і гіперпараметрів. Перетворення Фур'є дозволяє оцінити ефективність різних архітектур глибоких нейронних мереж та їх параметрів.

- *Порівняння архітектур.* Аналіз частотних характеристик активацій різних архітектур може показати, як кожна архітектура обробляє дані і які частотні компоненти є домінуючими.

- *Вплив гіперпараметрів.* Спектральний аналіз активацій дозволяє оцінити вплив таких гіперпараметрів, як розмір шарів, кількість нейронів, типи активаційних функцій, і ін., що допомагає в оптимізації налаштування мережі для досягнення кращих результатів.

Висновок. Перетворення Фур'є є потужним інструментом для аналізу глибоких нейронних мереж, який дозволяє розкрити частотні характеристики їх активацій, виявити ознаки надмірної підгонки, оцінити ефективність архітектур і гіперпараметрів, а також покращити загальне розуміння роботи мережі. Використання спектрального аналізу може значно сприяти оптимізації та розвитку більш ефективних і надійних нейронних мереж.

Бібліографія

1. Zhi-Qin John Xu, Yaoyu Zhang. Frequency Principle: Fourier Analysis Sheds Light on Deep Neural Networks // ICLR 2020 Conference Blind Submission – November 2020, pp. 1746-1767