

ФУНКЦІЯ ВТРАТ НА ОСНОВІ ВЗАЄМНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕДНАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА СИГНАЛАХ ЕКГ

асп. С.Г. Ставиченко, д-р техн. наук, проф. Г.Є. Філатова, НТУ "ХПІ", м. Харків

Переднавчання нейронних мереж із використанням методів самокерованого навчання (SSL) набуває популярності, зокрема в галузі аналізу електрокардіограм. Генеративний клас задач SSL полягає у відновленні або генерації послідовності сигналу за різних умов. Найбільшого поширення для оптимізації параметрів моделей генерації сигналу набули середньоквадратична та середньомодульна функції втрат. Зазначені функції поступово змінюють значення при амплітудних спотворень у згенерованому сигналі, проте незначні відхилення піків у часі призводять до різкого зростання значення втрат, що може призводити до потрапляння у локальні мінімуми з пригніченням пікових компонент сигналу. У даній доповіді розглядається функція втрат, побудована на нормованій кореляційній функції між згенерованим (x) та еталонним (y) фрагментами сигналу:

$$c = \frac{(x * y)}{\|x\|_2 \|y\|_2}.$$

Функція втрат є зваженою суммою відхилення значення максимуму від одиниці, сумми відхилення лагів від одиниці та модулю зміщення положення максимуму відносно центрального лагу:

$$\operatorname{argmax}_{\text{soft}}(x) = \sum_{i=1}^n i \cdot \frac{e^{\beta x_i}}{\sum_{k=1}^n e^{\beta x_k}}; \quad \max_{\text{soft}}(x) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot \frac{e^{\beta x_i}}{\sum_{k=1}^n e^{\beta x_k}};$$

$$L(c) = k_{\text{offset}} \left(\left| \frac{\operatorname{argmax}_{\text{soft}}(c)}{N} - \frac{1}{2} \right| \right) + k_{\text{max}} (1 - \max_{\text{soft}}(c)) + k_{\text{sum}} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (1 - c_i) \right).$$

Для практичного використання при навчанні на великій кількості даних, кореляційну функцію доцільно розраховувати в частотній області як добуток спектра сигналу на спектр комплексно спряженого сигналу:

$$(x * y)[\tau] = F^{-1} \{ F \{x[n]\} \cdot F \{y[n]\}^* \}.$$

Експериментальні дослідження демонструють відсутність пригнічення пікових компонент. Крім того, спостерігається підвищення точності класифікаторів побудованих на базі нейронних мереж переднавчених методами SSL з використанням запропонованої функції втрат у зрівнянні з середньомодульною та середньоквадратичною похибкою.