

УДК 004.89

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ КОРРЕКЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ HIP-SPINE-СИНДРОМА

И. И. МИЩЕНКО

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Современные системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) используют методы глубокого обучения для анализа рентгеновских снимков. Особенно актуальной является задача диагностики HIP-SPINE-синдрома – состояния, при котором патологии позвоночника и тазобедренных суставов взаимно усугубляют симптоматику. Однако точность автоматизированного анализа напрямую зависит от качества исходных изображений, которые в клинической практике часто страдают от низкой яркости, плохого контраста и шумов.

Для повышения качества предварительной обработки разработан ансамбль нейронных сетей, реализующий параллельную коррекцию яркости и контраста. В отличие от традиционного последовательного подхода (сначала яркость, затем контраст), предложенная архитектура учитывает взаимозависимость этих параметров и выполняет их согласованную коррекцию за один проход.

Ансамбль состоит из двух специализированных регрессоров (для яркости и контраста) и центральной управляющей сети на основе ResNet18. Модель обучена на уникальном наборе из 2116 парных рентгенограмм с экспертной разметкой «Bad/Good», где «Good» – эталонные изображения, подготовленные рентгенологами. Для повышения обобщающей способности использована аугментация только некачественных снимков, что позволило модели научиться адаптироваться к широкому спектру артефактов, встречающихся в реальной практике [1].

В ходе экспериментов параллельная архитектура достигла комплексной оценки качества 94 %, что на 15 % выше, чем у последовательного подхода, и на 17 % выше, чем у базовых методов без адаптивной обработки. Скорректированные изображения демонстрируют лучшую читаемость, сохраняют анатомические детали и обеспечивают более высокую точность последующей диагностики. Особенно заметно преимущество на снимках с крайне низким исходным качеством.

На рис. 1 представлен пример коррекции рентгенограммы: исходное изображение (Bad), результат параллельной коррекции (Corrected) и эталон (Good).

В то же время последовательная обработка демонстрирует систематические ошибки, связанные с накоплением искажений. Например, при низкой исходной яркости сеть яркости может чрезмерно ее снизить, сузив динамический диапазон. Сеть контраста, работая с таким «сжатым» изображением, пытается его «раскрыть», что приводит к переусилению контраста и потере деталей в тенях.



Рис. 1. Сравнение исходного, скорректированного и эталонного изображений при параллельном подходе

На рис. 2 показан типичный результат последовательной обработки. Несмотря на попытку улучшения, изображение становится неестественным, с чрезмерными переходами и утратой диагностически значимых деталей.



Рис. 2. Сравнение исходного, скорректированного и эталонного изображений при последовательном подходе

Кроме лучшего качества, параллельная обработка оказалась на 15 % быстрее, поскольку исключает промежуточный этап и использует более компактный вычислительный граф.

Таким образом, предложенный подход подтверждает гипотезу о том, что учет взаимосвязи яркости и контраста на этапе предварительной обработки критически важен. Это не только улучшает визуальное качество, но и повышает точность всей СППВР. Модуль легко расширяем и может быть адаптирован для КТ, МРТ и других модальностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мищенко, И. И.** Ансамбль нейронных сетей для предварительной обработки изображений в рамках систем поддержки принятия врачебных решений / И. И. Мищенко // XXII Нац. конф. по искусственному интеллекту с междунар. участием (КИИ-2025) : в 2 ч. – СПб., 2025. – Т. 2. – С. 195–204.