

Структура важнее цвета: диагностическая информация в изображениях H&E содержится преимущественно в оттенках серого

Источник: Journal of Pathology Informatics

Оригинал: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2153353926001045?dgcid=rss_sd_all

гистология

глубокое обучение

диагностика

онкология

патология

Цвет является определяющей особенностью гистологических срезов, окрашенных гематоксилином и эозином (H&E); однако степень, в которой диагностическая интерпретация зависит от цвета, а не от структуры, определенной в черно-белом изображении, остается неопределенной. Мы использовали систематические цифровые манипуляции с цветом и глубокое обучение (DL) для исследования диагностического вклада цвета в градацию рака молочной железы по слайдам, окрашенным гематоксилином и эозином. Изображения H&E были преобразованы в цветовое пространство YCbCr, что позволило независимо манипулировать яркостью (Y) и хроматичностью (Cb, Cr). Были созданы четыре варианта изображений: черно-белый, только цвет, доступный для людей с цветовым нарушением (CBF), и экстремальное сжатие цвета (XCC). Изображения CBF были получены путем переноса красно-зеленой информации (Cr) в канал сине-желтого цвета (Cb), тогда как изображения только цвета были созданы путем фиксации яркости на постоянном значении. XCC включал дифференциальное сжатие яркости и хроматичности, при этом хроматичность сжималась в экстремальном соотношении (1:1000). Верность изображений оценивалась с помощью многомасштабного структурного сходства (MS-SSIM). Модели глубокого обучения (ConvNeXt) для градации рака молочной железы были независимо обучены и протестированы с использованием каждого варианта изображения. Количественная оценка подтвердила, что структурная

информация в основном локализована в канале яркости. Черно-белые, CBF и ХСС изображения продемонстрировали минимальную потерю верности изображения ($MS-SSIM > 0,95$), тогда как изображения только цвета показали значительно сниженную верность ($MS-SSIM \approx 0,15$). Прогнозы глубокого обучения были высоко конкордантны между исходными, черно-белыми, CBF и ХСС изображениями (коэффициент корреляции Спирмена $\rho > 0,9$ для всех сравнений), при этом все достигли значений площади под кривой $\geq 0,85$. Хотя производительность была снижена для изображений только цвета, она оставалась выше ожидаемой. Примечательно, что экстремальное сжатие каналов цвета не оказало неблагоприятного воздействия на качество изображения или производительность модели. Эти результаты предоставляют доказательства того, что диагностическая информация в изображениях Н&Е в основном содержится в структурных особенностях, закодированных в черно-белом изображении. Результаты предполагают, что диагностические модели искусственного интеллекта могут эффективно работать без цветовой информации, что акцент на нормализации цвета может быть преувеличен, и что цветные данные могут подвергаться экстремальному сжатию с ограниченным воздействием на диагностическую целостность.

Перевод выполнен: 20.03.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.