

Производительность федеративного обучения по сравнению с централизованным для классификации маммографии с учётом сдвига между плёночной и цифровой областью

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1715858>

глубокое обучение

диагностика

доменный сдвиг

маммография

медицинская визуализация

радиология

федеративное обучение

Введение

Крупные разнообразные наборы данных необходимы для надежного глубокого обучения в маммографии, однако клинические данные остаются изолированными из-за ограничений конфиденциальности и управления. Федеративное обучение позволяет проводить совместное обучение без обмена исходными данными, но его устойчивость при сильной гетерогенности в области изображений, такой как переходы от пленочной к цифровой технологии, остается неопределенной.

Методы

Мы провели сравнительную оценку централизованного обучения и межсегментного федеративного обучения для классификации доброкачественно-злокачественных поражений на основе двух гетерогенных общедоступных наборов данных: CBIS-DDSM (сканированная пленка) и VinDr-Mammo (полнополевая цифровая). Используя архитектуры ResNet-50 и Swin V2-T, мы оценили FedAvg, FedProx, SCAFFOLD и FedBN в многозапусковых экспериментах с доверительными интервалами бутстрэп. Дизайн

исследования включал локальные базовые модели, гомогенные контрольные группы федеративного обучения, абляции по балансировке размера и абляцию по разрешению (224→324 пикселя). Производительность оценивалась с использованием AUROC, AP, Accuracy, Precision, Recall, F1 и Precision@Recall = 0,90.

Результаты

Федеративные модели соответствовали централизованному обучению в гомогенных настройках для обеих областей. При гетерогенности пленочная-цифровая федеративное обучение сохранило высокую производительность на цифровой области VinDr (AUC \approx 0,91-0,95), но показало сниженную производительность на пленочной области CBIS (AUC \approx 0,53-0,62), демонстрируя сдвиг в сторону высокой чувствительности/низкой точности. Ни FedProx, ни SCAFFOLD, ни FedBN не обеспечили последовательного смягчения этой деградации. Балансировка размера улучшила производительность CBIS умеренно, но не сократила разрыв с централизованным обучением, что указывает на то, что сдвиг признаков и качества доминировал над дисбалансом размера набора данных. Более высокое входное разрешение улучшило обнаружение кальцификатов CBIS (например, F1 0,49 → 0,54).

Обсуждение

Эти результаты показывают, что федеративное обучение надежно работает в пределах гомогенных областей, но остается уязвимым к сильным сдвигам признаков и качества между пленочной и цифровой маммографией. Наблюдаемая асимметричная производительность указывает на то, что сдвиг домена, а не количество данных или нестабильность оптимизатора, является доминирующим ограничивающим фактором.

Заключение

Федеративное обучение обеспечивает высокопроизводительную классификацию маммографии без централизации данных в гомогенных настройках, но требует домен-ориентированных или персонализированных стратегий федеративного обучения, пороговых значений, специфичных для сайта, и предобработки, чувствительной к разрешению, для обеспечения надежного развертывания при гетерогенности пленочная-цифровая технология.

Перевод выполнен: 28.03.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.