

REMIND.AI

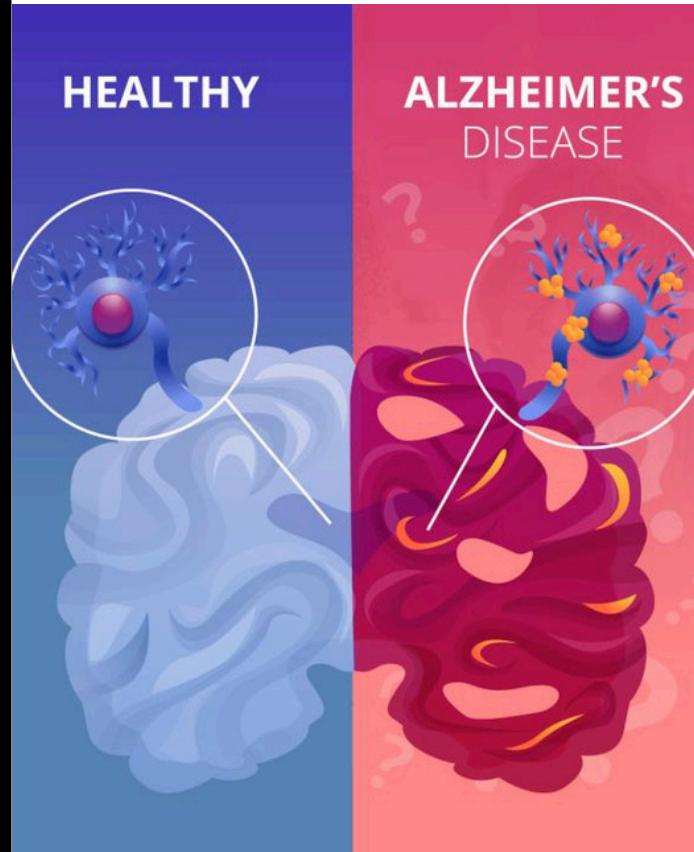


Remind-AI

Проект классификации стадий болезни
Альцгеймера с использованием МРТ-изображений
и сверточных нейронных сетей.

@автор системы и модели ИИ:

Адилан Ахрамович





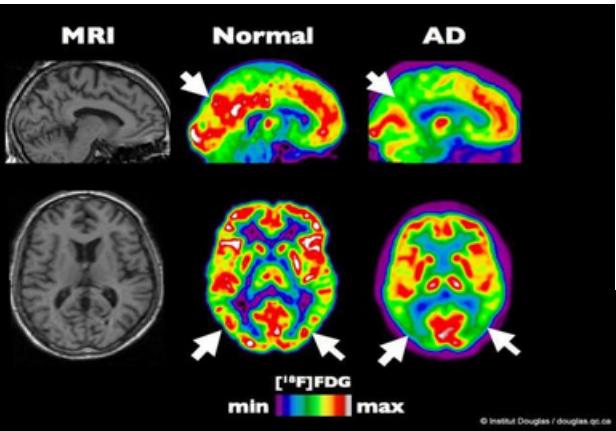
Описание проекта

Проект структурирован вокруг четырёх основных компонентов:

- Big Data: использование датасета с МРТ-изображениями.
- Deep Learning с CNN: реализация модели TinyVGG16.
- AI-агенты: разработка рекомендательных агентов.
- Реализация: использование Streamlit для разработки приложений.

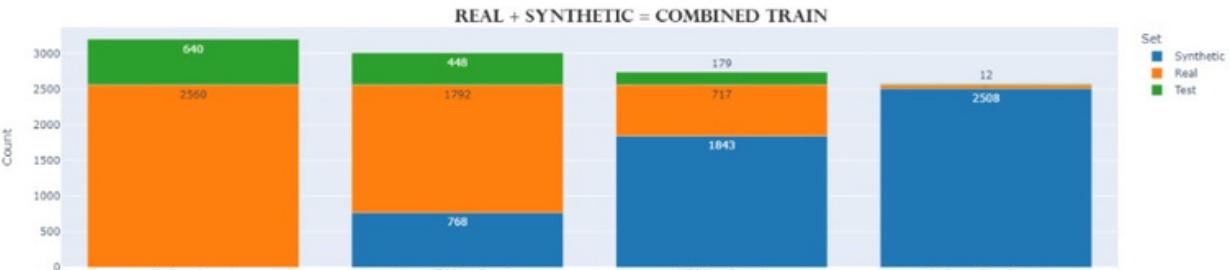
Основная цель: улучшить раннюю диагностику болезни Альцгеймера, что имеет решающее значение для эффективного вмешательства и лечения.

Big Data



В этом проекте используется датасет “Best Alzheimer’s MRI Dataset” с платформы Kaggle. Ключевые детали включают:

- Всего 11 520 МРТ-изображений высокого качества пациентов с болезнью Альцгеймера и без неё.
- Метки: данные размечены в соответствии с различными стадиями болезни Альцгеймера.
- Сбалансированность: датасет содержит сочетание реальных и синтетических аксиальных МРТ-изображений, при этом все классы представлены сбалансированно.



Классификация стадий болезни Альцгеймера

Датасет включает 4 класса, соответствующие следующим стадиям заболевания:

- Лёгкая стадия Альцгеймера: ранние признаки когнитивных нарушений.
- Умеренная стадия Альцгеймера: заметные трудности при выполнении повседневных задач.
- Без Альцгеймера: нормальная когнитивная функция.
- Очень лёгкая стадия Альцгеймера: едва заметные изменения, которые могут быть неочевидны.

Alzheimer's disease



Хранение данных с использованием AWS S3.



Датасет хранится в S3-бакете в облаке AWS.

- Доступ осуществляется с использованием временных учетных данных, предоставленных AWS IAM в рамках лаборатории AWS Academy.
- Затем данные извлекаются и сохраняются в Google Drive для доступа через ноутбук Google Colab.

The screenshot shows the AWS S3 console interface. The left sidebar lists navigation options: Amazon S3, Buckets de uso general, Buckets de directorio, Buckets de tablas, Concesiones de acceso, Puntos de acceso, Puntos de acceso del objeto, Lambda, Puntos de acceso de varias regiones, Operaciones por lotes, and Analizador de acceso de IAM para S3. The main content area displays information about the object 'alz-dataset.zip'. The 'Información general sobre el objeto' section includes fields: Propietario (awslabsc0w4642944t1666346050), Región de AWS (EE.UU. Este (Norte de Virginia) us-east-1), Última modificación (21 Feb 2025 10:16:34 AM CET), Tamaño (71.5 MB), Tipo (zip), and Clave (alz-dataset.zip). To the right, there are sections for URI DE S3 (s3://alzheimer-mri-dataset/alz-dataset.zip), Nombre de recurso de Amazon (ARN) (arn:aws:s3:::alzheimer-mri-dataset/alz-dataset.zip), Etiqueta de entidad (Etag) (23920e9743cb30bd79503a7660b5b165-5), and URL del objeto (https://alzheimer-mri-dataset.s3.us-east-1.amazonaws.com/alz-dataset.zip).

Сигнализация (Alarm) в AWS CloudWatch.



Сигнализация CloudWatch для мониторинга баланса моего аккаунта в AWS Academy.

The screenshot displays the AWS CloudWatch Alarms console. At the top, a green notification bar states: "Se ha creado correctamente la alarma Alarma Facturación AWS Academy." Below this, the main interface shows a list titled "Alarms (1)". The single item in the list is "Alarma Facturación AWS Academy", which is currently in an "En modo alarma" (Alarm mode) state. The last update was on "2025-02-23 19:01:04". A condition for this alarm is listed as "EstimatedCharges <= 2 dentro de 6 horas".

Nombre	Estado	Última actualización del estado (UTC)	Condiciones
Alarma Facturación AWS Academy	En modo alarma	2025-02-23 19:01:04	EstimatedCharges <= 2 dentro de 6 horas



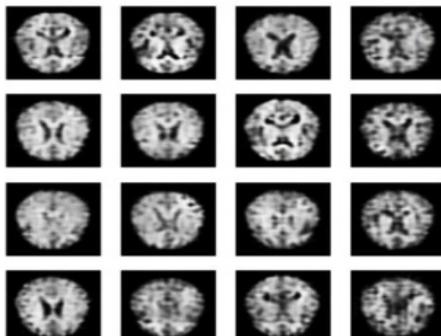
GAN для устранения нехватки данных.

Хотя датасет для обучения (*train*) был большим и сбалансированным, набор данных, использованный для тестирования модели (*test*), оказался значительно меньше и несбалансированным.

В связи с этим, а также из-за сложности получения реальных МРТ-изображений мозга при болезни Альцгеймера (по причинам конфиденциальности пациентов), была создана генеративно-состязательная сеть (GAN). GAN используются для генерации синтетических МРТ-изображений, что позволяет увеличить объём данных и сбалансировать классы в датасете.

Такой подход улучшает способность модели обучаться и обобщать знания при ограниченном количестве реальных данных.

Генерация сintетических данных с использованием WGAN (Wasserstein GAN).



Была создана WGAN (Wasserstein Generative Adversarial Network) для генерации синтетических изображений, которые использовались для тестирования модели классификации МРТ после её обучения.

- WGAN предлагает улучшения по сравнению с традиционной GAN, такие как устранение проблемы mode collapse и использование gradient penalty, что способствует более стабильному обучению.
- Для обучения модели было использовано около тысячи изображений, случайным образом отобранных из тестового датасета (test), обучение проводилось в течение 100 эпох.
- После завершения обучения модели generator и critic (эквивалент discriminator в WGAN) были сохранены в формате h5.
- С использованием модели generator.h5 было создано 300 синтетических изображений высокого качества, которые затем использовались для тестирования модели в приложении Streamlit.

Предобработка данных и обучение модели

Используемые зависимости и модули:

- Использование PyTorch в качестве библиотеки машинного обучения.
- Использование Jupyter Notebooks для обучения модели и выполнения предсказаний.
- Применение модуля `torchvision.transforms` для изменения размера изображений до 128×128 пикселей и их преобразования в тензоры PyTorch.
- Обученная модель сохранена в формате .pt.
- Визуализация метрик точности (accuracy) и функции потерь (loss).



Глубокое обучение с использованием сверточных нейронных сетей (CNN).



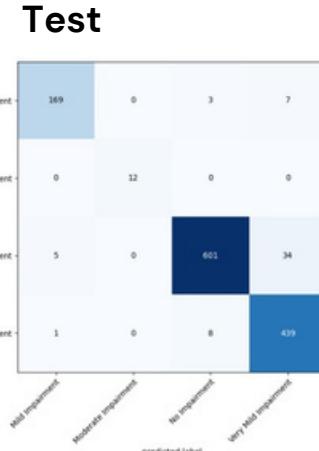
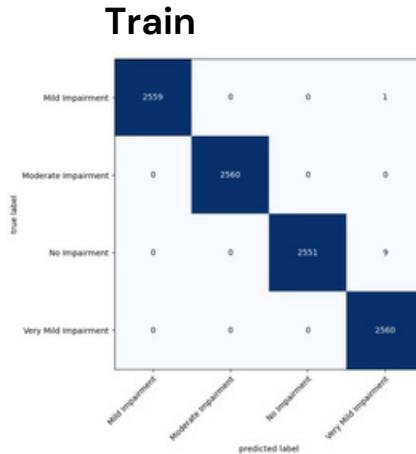
В проекте используется архитектура TinyVGG16 – компактная версия архитектуры VGG16 для классификации изображений. Она подходит для приложений, где требуется лёгкая и эффективная модель, например, на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами.

- Несколько блоков сверточных слоёв (с фильтрами 3×3), за которыми следуют слои с функцией активации ReLU. Количество фильтров в каждом блоке постепенно увеличивается.
- Слои max pooling (2×2) для уменьшения пространственной размерности после каждого сверточного блока.
- Полносвязные (fully connected) слои, соединённые со всеми нейронами предыдущего слоя, за которыми следует выходной слой с функцией активации, соответствующей задаче классификации (softmax).
- Функция потерь и оптимизатор: Cross-Entropy Loss и оптимизатор Adam.

Метрики производительности: матрицы ошибок (Confusion Matrix)

Обучение (Train)

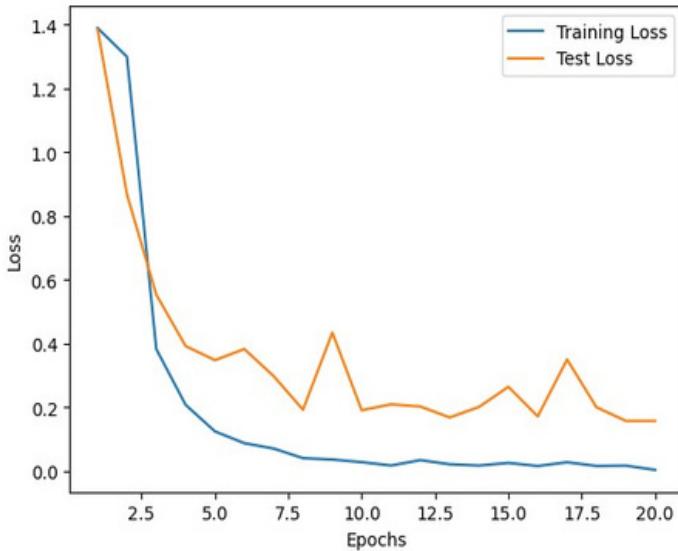
- Почти идеальная классификация по всем классам.
- Пример: для класса Mild Impairment из 2560 образцов только 1 был классифицирован неверно.



Тестирование (Test)

- По сравнению с этапом обучения наблюдается больше ошибок классификации.
- Пример: для класса Moderate Impairment было зафиксировано 12 неверных классификаций.

Метрики производительности: точность (Accuracy) vs функция потерь (Loss).



Метрики: обучение [Entrenamiento] vs тестирование [Prueba].

Conjunto	Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Entrenamiento	0.0039	99.90%	0.9990	0.9990	0.9990
Prueba	0.1574	95.47%	0.9563	0.9547	0.9548

Интерпретация данных.

- Исключительно высокая производительность на этапе обучения (99,90% точности) указывает на то, что модель хорошо усвоила структуру данных.
- На этапе тестирования точность немного снижается — до 95,47%.

Заключение.

- Модель демонстрирует очень высокую производительность, однако проявляет признаки переобучения.
- Её обобщающую способность можно улучшить за счёт настройки методов регуляризации или увеличения объёма датасета.

ИИ-агенты для медицинских рекомендаций.



Чат-бот-агент.

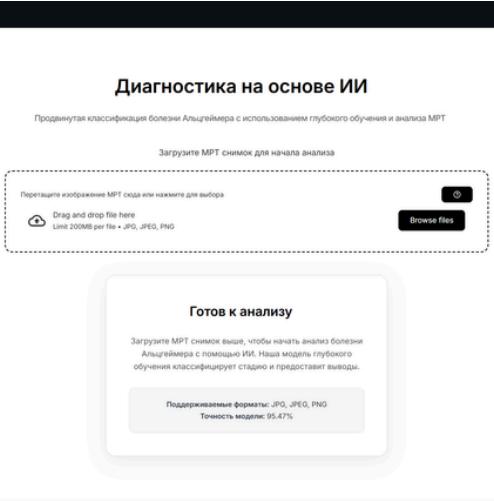
Приложение Remind AI включает чат-бот-агента, специализирующегося на болезни Альцгеймера, который предоставляет ответы на конкретные медицинские вопросы.



Рекомендательный агент.

Приложение также включает рекомендательный агент, который предоставляет персонализированные медицинские рекомендации на основе результатов классификации, используя модель **Google Gemini** для предоставления информации.

Реализация с использованием Streamlit.



Приложение Remind AI реализовано с использованием Streamlit — мощного фреймворка для создания веб-приложений. Ключевые особенности включают:

- Загрузка пользователем: позволяет пользователям загружать МРТ-изображения для анализа.
- Вывод предсказаний: предоставляет пользователям результаты классификации стадии болезни Альцгеймера на основе загруженных изображений.
- Взаимодействие: пользователи могут взаимодействовать с приложением через виртуального ассистента, созданного с использованием ИИ.
- Доступность: приложение доступно как локально, так и в облаке Streamlit.

Заключение и будущие направления

Проект Remind AI обладает значительным потенциалом для оказания влияния на раннюю диагностику болезни Альцгеймера. Возможные направления дальнейшего развития включают:

- Улучшение модели для повышения точности (использование предобученных моделей, таких как EfficientNet).
- Расширение датасета за счёт более разнообразных МРТ-изображений.
- Более глубокая интеграция технологий ИИ для предоставления комплексной медицинской информации.

